

Н. А. Флоренсов

ОЧЕРКИ
СТРУКТУРНОЙ
ГЕОМОРФОЛОГИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Сибирское отделение

Лимнологический институт

551.4

Н. А. Флоренсов

ОЧЕРКИ СТРУКТУРНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

2517



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1978



УДК 651.4

Н. А. Флоренсов. «Очерки структурной геоморфологии». М., «Наука», 1978 г.

В книге обсуждаются теоретические и методологические основы структурной и отчасти общей геоморфологии. Последняя рассматривается как одна из равноправных наук о Земле, предмет которой находит свое естественное место в общей концепции саморазвития Земли. Подчеркивается и иллюстрируется важность собственно морфологического подхода к изучению форм земной поверхности, не сводимого ни к морфоструктурному, ни к структурно-морфологическому анализу. Указывается на особую роль структурной геоморфологии в сравнительной морфологии планет.

Рассмотрены понятия о форме, о взаимоотношении форм и содержания в науке о рельефе. Освещены вопросы о морфологической интеграции и дезинтеграции, о функциональных связях форм рельефа, месте в системе последних реликтовых образований, рассматриваются также принципы актуализма, конформности, проблемы симметрии и диссимметрии в геоморфологии, проблемы горообразования (на примере Монголо-Сибирской горной системы), терминологические и некоторые другие вопросы.

Иллюстраций 12. Библ. 136 названий.

Ответственный редактор

Д. А. ТИМОФЕЕВ

Ф $\frac{20801-087}{055(02)-78}$ 700—78

© Издательство «Наука»,
1978 г.

Нам не дано предугадать,
Как слово наше отзовется,—
И нам сочувствие дается
Как нам дается благодать...

Ф. Тютчев

ОТ АВТОРА

Общеизвестны глубокие качественные и количественные изменения, происшедшие в науке в XX в., тот подлинный взрыв в познании окружающего нас мира и его приспособление к нуждам человечества, который принято называть научно-технической революцией. Обратим внимание: научно-технической. Никогда раньше наука и техника не сливались так тесно.

Еще в первой четверти нашего века наука как теория и техника как сумма воплощений человеческих знаний в полезной машинной работе во многих областях были далеки друг от друга, иногда даже противопоставлялись. Затем появилось понятие технических наук. Сейчас уже трудно сказать, где кончается наука и начинается техника. Пожалуй, это и есть главная черта науки XX в.— служение практическим нуждам, необходимость внедрения результатов в практику, внедрение немедленное или отдаленное, отнесенное в перспективу, но так или иначе определяющее ценность науки именно с этой стороны. Конечно, прикладной акцент не тормозит общий интеллектуальный прогресс, а содействует ему, хотя сам этот прогресс приобретает все более «научно-техническую» окраску, не целиком совпадающую с тем, что раньше было принято называть естественно-научным мировоззрением, относительно более пассивным и созерцательным.

Другая черта науки XX в.— ее усиленная быстрая специализация, интенсивное ветвление и отпочковывание наук не только от главного их ствола, но и от боковых ветвей. Происходит прогрессивное суживание предмета и кругозора исследования, компенсируемое углублением в его существо и изоцирением методик. Безусловно, ветвление наук — показатель высокого уровня их развития, а введение в их арсенал все новых и новых методов создает специфический путь такого развития: совершенст-

вующийся метод стремится обособиться от остальных и стать как бы новой научной дисциплиной. Подобных примеров немало в системе наук о Земле, и сама эта система в известном смысле является одним из таких примеров. Примечательно также, что сходный процесс ветвления и отпочкования наук, хотя и имеет место, но идет гораздо медленнее в области гуманитарных знаний.

Наконец, третья главная черта или, точнее, тенденция современной науки — усиленное взаимодействие смежных научных направлений, идущее параллельно с их расхождением и обособлением и ярчайшим образом отражающее диалектическую сущность развития науки. Аналитическое и синтетическое, индуктивное и дедуктивное, эксперимент и теория сплетаются самым причудливым образом. В усложняющейся под влиянием возрастающей остроты научного зрения картине мира все труднее различать общее и главное, а также следовать критериям житейского опыта. Естественноведением руководит ныне физика, космические аспекты которой развиваются, как ни странно, даже быстрее земных. Нередко приходится слышать о необходимости перестройки всех естественных наук на базе современной физики. С нашей точки зрения, внедрение и развитие в естественноведении точных методов и математического языка необходимо (и совершается на наших глазах), но совершенно недостаточно. На различных уровнях организации материи возникают особые качества и образы явлений и для всех таких уровней нет единой меры вещей. За предметом и ведущим методом, отличающими каждую науку, претендующую на самостоятельность в современном научном знании, стоят еще два условия, наличие которых только дает им право на пока неограниченное развитие. Это, во-первых, возможность прогноза явлений, во-вторых — способность к методическим и теоретическим экстраполяциям за пределы Земли, т. е. выходу в космос. Науки о Земле за последнее десятилетие выдержали этот последний труднейший экзамен. Возникли понятия дистанционной геологии и географии, а также лежащей в самой основе достижений той и другой дочерней их науки — дистанционной геоморфологии. Морфологический подход к изучению Земли и других планет оказался на самом переднем плане современной науки и дает блестящие результаты. На примерах сведений, полученных о Луне, Марсе, Венере, явно видна роль познания

морфологии поверхности планет для понимания их внутреннего строения, состояния, даже возраста. Морфологический анализ первым готовил почву для научных гипотез. Все это показывает, что развитие морфологического метода и самой структурной геоморфологии обеспечивает широкие перспективы их приложения и в земных, и во внеземных условиях.

Теоретические основы структурной геоморфологии в настоящее время не могут считаться сложившимися окончательно. Вместе с тем нельзя пройти мимо факта, что здесь сделано уже довольно много, особенно за последние 20—30 лет, и сделано преимущественно в Советском Союзе, хотя основоположниками структурной геоморфологии все же следует считать двух зарубежных ученых — А. Пенка и особенно В. Дэвиса. Дальнейшее развитие структурная геоморфология получила у нас в трудах В. А. Обручева, Я. С. Эдельштейна, И. С. Щукина, И. П. Герасимова, Ю. А. Мецеракова и многих других. Очень интенсивно исследования и обобщения в области структурной геоморфологии развиваются в Сибири и на Дальнем Востоке.

Автор настоящей книги в течение многих лет занимался геолого-геоморфологическими исследованиями, преимущественно в Восточной Сибири и неоднократно выступал в печати по поводу предмета и метода структурной геоморфологии. С годами отдельные мысли автора приобретали в его глазах характер некоторой системы взаимосвязанных представлений, относящихся к области геологического истолкования форм рельефа земной поверхности. На протяжении 25—30 лет многое из ранее высказанного было переосмыслено и вместе с тем автором была сделана попытка более глубоко, чем это делалось ранее, уяснить методологические основы современной геоморфологии как одной из наук о Земле и ее роль в познании внутреннего содержания Земли с помощью анализа ее наружной поверхности.

Предлагаемые вниманию читателя очерки написаны практически одновременно, в один из тех редких в нашей жизни периодов, когда чувствуешь непреодолимое желание не столько обсудить свои мысли в кругу благосклонных собеседников, сколько сформулировать их для самого себя. Автор пытался как можно точнее выразить свои представления об общих проблемах геоморфологии, но,

как ему казалось, лишь только вплотную подходил к желаемому решению, как оно сейчас же ускользало. Так сложились эти очерки — размышления над существом главных геоморфологических вопросов.

Другая особенность этой книги состоит в том, что автор стремился разобраться в нескольких вопросах методологии геоморфологии как науки преимущественно морфологической и в связи с этим показать необходимость дальнейшего развития собственно морфологического анализа форм земной поверхности в его взаимосвязи с анализом морфоструктурным (от геологической структуры к форме рельефа) и структурно-морфологическим (путь противоположный), дополняющими друг друга, но не исчерпывающими возможностей других подходов и методических приемов в науке о рельефе Земли.

Главное, что автор хотел бы отметить, — это чувство никогда не покидающей его растерянности перед задачей познания закономерностей земной поверхности во всем ее многообразии. Все казалось мне и слишком просто, и очень сложно, понятно до очевидности и в то же время в чем-то почти непостижимо. В течение десятков лет я находился под влиянием «Морфологии суши» И. С. Щукина, а позже — очень ценил «Морфологию Земли» Л. Кинга. Эти две книги с почти одинаковыми названиями, написанные русским географом и английским геологом, во многом определили мое геоморфологическое мировоззрение и интерес к самостоятельным исследованиям как аналитического, так и синтетического плана. Мои собственные экспедиционные наблюдения относились к районам с исключительно выразительным рельефом. За впечатлениями от этого рельефа, за знаниями его свойств, черпаемыми из непосредственного общения и профессионального опыта, всегда чувствовалось что-то еще не уловленное и не подвергнутое анализу. И однажды мне показалось, что геоморфология, несмотря на все ее триумфы, до сих пор окончательно не стала на ноги. Лишь очень приблизительно известно, что такое предмет ее исследований. Геоморфология крайне зависима от смежных наук. Она уходит часто в чуждые ей «заграничные» сферы. Нередко мы забываем о ее главном назначении — быть в полном и точном смысле морфологической наукой о земной поверхности. Вот вопросы, над которыми я размышлял и о которых пишу в этой книге.

ПРЕДМЕТ ГЕОМОРФОЛОГИИ В ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ САМОРАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Взаимодействие наук о Земле постепенно и неуклонно совершенствует наши представления о жизни планеты, в первую очередь об основных движущих силах и результатах их действия, сказывающихся в том близком человеку окружающем его мире, который можно было бы назвать «театром геологических действий». Это верхняя часть литосферы, земная кора, вся гидросфера и нижняя часть атмосферы, где находится и биосфера, и возникающая на наших глазах ноосфера. Театр геологических действий на нынешнем уровне знаний есть многосложное физическое поле, не имеющее четких границ ни снизу, ни сверху, а внутри себя содержащее подвижные термодинамические границы, контрасты и постепенности. Научный смысл выделения в нечто целое смежных внешних геосфер и их частей, учитывая неопределенность границ такого «нечто», как будто сомнителен. С одной стороны, признанным считается влияние ядра на мантию и земную кору, а с другой — внешние оболочки находятся под прямым воздействием космических сил. Но все же названная часть земного мира есть именно та область, где родилась и расцвела жизнь, появились человек и цивилизация, наука вообще и наука о Земле в частности. В этой части нашей планеты противоречия достигают предельной остроты, физические градиенты особенно велики, а столкновения противоборствующих сил максимально созидательны и разрушительны.

Содержанием «драмы», которая разыгрывается на Земле действие за действием, является нескончаемая, переменная, со спадами и подъемами, изменчивая по своим текущим результатам и внешним эффектам борьба эндогенных и экзогенных сил. Такой вывод из данных всего предыдущего развития наук о Земле давно стал трюизмом. Элементарно и представление, что экраном, на котором природа показывает человеку нескончаемую геологическую

драму, служит земная поверхность, «геометрическое место точек», общих для земной коры, гидро- и атмосферы, зона их стыка и взаимодействия. Это геоморфологические «подмостки» театра геологических действий.

В мире, во Вселенной вообще, где материя — энергия и пространство — время составляют сущность и форму бытия, идут, как мы знаем, непрерывные изменения. Их движут противоречия старого и нового, растущего и умирающего, расширения и сжатия, соединения и разделения, сложного и простого. Частными случаями или преломлениями таких вселенских противоречий являются противоречия, движущие геологические процессы.

Здесь для нас важны следующие установленные наукой положения:

1. Глубинное магматическое вещество во всех физических фазах и метаморфические парапороды, предварительно побывавшие на значительных глубинах, приближались к земной поверхности уже в геологически очень отдаленные времена и приближены к ней на больших площадях в современную эпоху. Первично-осадочные и вулканические толщи раннего докембрия повсеместно глубоко метаморфизованы. Метаморфизм и метасоматоз глубоко преобразовали значительную часть осадочных и вулканических толщ позднего докембрия. В фанерозое известны высоко- и регионально-метаморфизованные толщи и раннего, и позднего палеозоя, но главный объем отложений этого возраста изменен сравнительно слабо. Мезозойские осадки сильно метаморфизованы на земном шаре в немногих местах и преимущественно контактовым путем, а для кайнозойских отложений глубокий (и глубокий) метаморфизм — явление редкое. Следовательно, погружение поверхностных толщ в зоны высокого метаморфизма было свойственно всей геологической истории, и вопрос только в том, насколько это погружение отличалось в разные эры по темпу и абсолютной глубине, а также в том, насколько неодинаковая длительность геологических эр обеспечивала подобные погружения сама по себе, т. е. в вероятностном отношении, или же механизмы нисходящих движений ослабевали в ходе геологического времени.

2. Н. С. Шатский (1946) в свое время показал, что площади известных на материках геосинклиналей, т. е. областей крупнейших погружений и крупнейших поднятий,

в течение фанерозоя неуклонно сокращались. Теория геосинклиналей сумела объединить и объяснить все стадии движения и превращения вещества, а также их геоморфологические следствия, в единой концепции. Вместе с тем она ограничила как во времени, так и в пространстве возможности глубокого погружения поверхностных масс и, соответственно, поднятия к земной поверхности масс глубинных. Новая глобальная тектоника, напротив, не находит таких ограничений, предлагая совершенно иные, чем в теории геосинклиналей, способы перемещения и преобразования вещества коры и верхней мантии, целых литосферных плит, осуществляемые с помощью зон Бениофа-Заварицкого.

3. Общий вывод заключается в том, что в течение всей геологической истории поверхностное вещество земной коры, заряженное энергией Солнца, погружалось в земные недра, там преобразовывалось и, перезаряженное внутренней энергией Земли, поднималось теми или иными путями и средствами к земной поверхности. Процесс этого «оборотного» движения, по-видимому, никогда совершенно не прерывался, но был глубоко противоречив, сложен в своих проявлениях и неравномерен, что определило историческую смену главнейших геологических событий. В таком представлении, не новом, но, пожалуй, и не совсем старом, саморазвитие Земли выступает как сложный противоречивый необратимый процесс обмена энергией — массой между поверхностными зонами и недрами планеты.

Из мантии Земли в кору поступают разнообразные флюиды, идет, как говорят, дегазация мантии, а в коре происходят сложные превращения и перемещения вещества. Если глубинный поток, осуществляющий тепло-массо-перенос из мантии, как бы скользит под корой, омывая ее подошву, то кора, растягиваясь, несколько утопается и на ее поверхности таким образом могут образоваться углубления (может быть, лучше изученный пример — депрессии рифтовых зон). Если такой же поток устремлен вверх и внедряется в земную кору, ее вещество, разогреваясь, разуплотняется с увеличением объема, а на поверхности планеты создаются выпуклые неровности — высокие плато, плоскогорья, горные страны. Подобные неровности, как считается, могут образоваться при скоплении под подошвой земной коры разуплотненного материала верхней

мантии путем изгиба вышележащей коры. В таких наиболее вероятных механизмах образования крупных форм рельефа как геотектурного, так и морфоструктурного класса, основная роль принадлежит, следовательно, восходящему потоку энергии — массы. Всплывание вверх, внешне как будто несоответствующее поведению дифференцированной по плотности материи в поле силы тяжести, на самом деле вполне объяснимо. Оно происходит по закону Архимеда при каждом нарушении термодинамического равновесия. Остается, однако, до сих пор неясным — в чем причина подобных нарушений, тем более, что именно они составляют всю динамическую основу геологической истории Земли.

Очевидно, чем ближе к поверхности Земли, тем условия растекания восходящего потока в стороны будут более благоприятными. В соответствии с простым увеличением длины дуг от центра Земли вдоль ее радиуса горизонтальные перемещения вещества, особенно в подходящих структурных условиях, становятся все более вероятными. Пластовые залежи траптов в близгоризонтальной структуре палеозойского покрова Сибирской платформы и в покровах других платформ, и в особенности базальтовые плато, иллюстрируют это положение.

Приводит ли эта самая возможность к реальному дрейфу материков или нет — об этом мы точно не знаем, но в принципе должна благоприятствовать ему. Вполне уверенно можно сказать, что в грандиозном процессе движения вещества и энергии планеты из недр к ее поверхности тектоника лишь орудие глубинных сил. Основную роль играют, несомненно, еще далеко не до конца познанные внутренние физико-химические процессы, идущие за счет первоначальных (возможно и каким-либо образом пополняемых) энергетических резервов планеты.

Живыми и вполне реальными свидетельствами тепло-массопереноса, идущего из недр Земли к ее поверхности в современную эпоху, служат, как известно, горообразование, восходящая слагаемая современных тектонических движений, извержения вулканов, гидротермы, глубинный тепловой поток.

Как ни сложна на самом деле далеко еще не до конца изученная картина пополнения земной коры энергией и массой изнутри, это только одна ветвь круговорота, или «обмена веществ» в организме планеты. Восходящий теп-

ло-массоперенос и есть первопричина эндогенных процессов.

Противоположностью, своего рода диалектической антитезой восходящего потока выступает поток нисходящий, увлекающий энергию и массу Земли от поверхности в недра. Эта вторая ветвь круговорота вещества и энергии в земной коре заключает в себе все разнообразие экзогенных процессов. Внешне центростремительное направление такого потока как бы противоречит условиям поля тяготения: сравнительно легкое вещество устремляется в царство горячих, но тяжелых масс. Внутренний смысл этого явления — уравновесить истощение недр притоком материи, заряженной энергией Солнца. На геологической сцене, где спектакль никогда не начинается и никогда не кончается, знакомые роли исполняют выветривание, спос, транспорт, отложение осадков, захоронение, погружение, статический метаморфизм, региональный метаморфизм, начало гранитизации (только начало, ибо развернутый фронт гранитизации обозначает переход на восходящую ветвь потока).

Все, что происходит на первом отрезке такого пути, от выветривания до начала метаморфизма, можно охватить понятием литодинамического потока, или термином «абляция», очень емким, но почему-то забытым в геологии или применяемым в узком смысле только в гляциологии. Впрочем, дело не в терминах. В понятие нисходящего литодинамического¹ потока должны войти деструкция как

¹ Термин «литодинамика», насколько известно автору, впервые был предложен В. В. Лонгиновым. Вместе с О. К. Леонтьевым (1972) В. В. Лонгина противопоставляет литодинамику, как процесс поверхностного перемещения материала экзогенными силами, геодинамике, ответственной за перемещение масс на глубине (также из глубины), осуществляемое эндогенными факторами. Но слово «литос» означает «камень», и учитывая это, следует считать условным противопоставление лито- и геодинамики в терминологическом отношении. Для рассматриваемых нами явлений понятие «литодинамический поток» обнимает как движения масс по поверхности планеты, так и погружения их в недра, а также их перемещения из недр к земной поверхности, осуществляемые эндогенными механизмами. Автор не нашел для обозначения «оборотного» потока массы — энергии другого объединяющего термина и позволит себе пользоваться термином «литодинамический» в расширенном смысле, сознавая, что это не лучший путь. Если не следовать традиции, под «литос» мы должны понимать каменную горную породу вообще, а не только рыхлый осадок или осадочную горную породу.

разрушение, денудация как снос вышележащих и обнажение лежащих глубже толщ, эрозия как углубление и расширение каналов стока и как речная абразия склонов, волновая абразия, дефляция, все виды гравитационного перемещения рыхлого материала, надводного и подводного, включая мутьевые потоки, деятельность ледников и почвенных льдов, словом, все способы перемещения вещества с высоких уровней на низкие, в конечном счете на самые низкие, какими бы транспортными средствами оно не осуществлялось.

Совершая на пути литодинамического потока разрушительную работу, абляция деформирует, преобразует, «моделирует» поверхность выступов литосферы, создавая то, что принято называть экзогенной скульптурой, или морфоскульптурой. В глубоких и глубочайших геосинклинальных прогибах осадочное и вулканическое вещество на последнем этапе нисходящего потока возвращается недрам, где в новых термодинамических условиях преобразуется «по их образу и подобию», с тем чтобы когда-нибудь начать обратный путь по старым или новым трассам восходящего потока. Понятно, что восходящий и нисходящий потоки материи — энергии никогда не прекращаются. Но вновь возвращаясь к нашей театральной метафоре, мы находим в темпе и ритме нескончаемого круговорота периодические антракты, когда действие почти замирает. Это всем известные динамические паузы в истории Земли. Их геологический смысл в ослаблении восходящего и перевесе начальной ветви нисходящего потока, господстве абляции суши, интенсивном развитии рельефа. Тектоно-магматические и геоморфологические циклы поэтому не совпадают: вторые запаздывают по отношению к первым. Смысл как геологических пауз, так и эпох замедленного рельефообразования состоит в том, что и те и другие воплощают собой прерывное в непрерывном — одно из главных единств противоположностей в истории саморазвивающейся Земли.

Если представление о непрерывно-прерывистом литодинамическом потоке энергии — массы и о двух противоположно направленных его ветвях соответствует современному уровню знаний, а это, по-видимому, так, возникает вопрос о балансе встречных «течений», их месте, темпе и постоянстве. Баланс — главнейшая и самая трудная проблема, неразрешимая без количественных оценок.

Косвенно и в первом приближении эту задачу для современной эпохи можно решить, учитывая объемы рельефа, или «топографические массы», возвышающиеся над некоторым условным уровнем, например, над уровнем океана или дна океана. Прямые, но очень приблизительные расчеты могут дать объемы вулканических излияний и выбросов для локальных условий, хотя учет газовой фазы извержений крайне труден. Подсчет массы вещества, смываемого с материков ориентировочно дает расходную часть баланса. Однако перемещенная с суши в область шельфа, эта масса на неопределенно долгое геологическое время может задерживаться в приповерхностной среде и для ее втягивания в глубокие недра, и для глубинной переработки требуются особые тектонические условия, охватывающие, как известно из истории Земли, сравнительно узкие зоны.

Местами приближения к поверхности восходящих потоков служат внутренние части сводовых и сводово-блоковых поднятий, центральные части геосинклинальных прогибов в эпоху их инверсии, рифтовых систем. «Входами» нисходящих потоков вниз, в «геологический Тартар», являются геосинклинали в доорогенный период их развития. Гипотеза новой глобальной тектоники указывает для этого на особые зоны поглощения литосферных плит.

Сопоставление условий проникновения нисходящего и восходящего потоков через земную кору может быть сделано лишь в самом общем виде на основании геологических соображений. В соответствии с классическими представлениями, первый из них увлекает материал разрушения литосферы с большим постоянством и рассеянием на низких уровнях рельефа, т. е. в глобальном масштабе — в субгоризонтальной зоне (межгорные впадины, равнины, приморские низменности, шельф, континентальный склон). Эту преимущественно горизонтальную составляющую в работе экзогенных сил отметил еще В. Пенк. Пробриться на более низкие уровни и внедриться в земную кору, несмотря на постоянство силы тяжести, рыхлый нисходящий поток может только в тектонически высокоподвижных зонах, о чем выше уже говорилось. Указывалось также, что метаморфические и метасоматические превращения осадочно-вулканогенных толщ в глубоких прогибах, как это показывает сопоставление объемов продуктов метаморфизма по геологическим эрам, достигается в мас-

штабе всей Земли крайне медленным осреднением (громкие объемы палеозойских отложений, составляющих, например, покров эпидокембрийских платформ, остались практически нематаморфизованными). Поэтому только некоторая неподдающаяся пока учету масса продуктов разрушения литосферы и выделенная биосферой возвращается в глубокие зоны земной коры. Лишь подготовка к этому возвращению осуществляется в масштабе земного шара непрерывно. Об общей картине такой подготовки схематическое представление дает рисунок гидрографической сети материков и подводных каньонов морей. Это современная картина «расползания» выступов литосферы путем денудационного соскабливания верхнего покрова могла бы интерпретироваться просто как перераспределение продуктов дезинтеграции горных пород и «отбросов» жизни по поверхности планеты, если бы не те свидетельства переработки поверхностного вещества в недрах, которые приводились выше и которые, возможно, указывают на ухудшение проницаемости коры сверху вниз в ходе фанерозоя (известная гипотеза разрастания платформ и постепенного редуцирования геосинклиналей). Разброс, рассеянность по поверхности Земли нисходящего литодинамического потока, который находит пути в глубокие недра лишь в определенных местах и в определенные этапы геологической истории, легко сопоставляются с подобной же диспергированностью потока восходящего и с такой же, как в нисходящем потоке, концентрированностью в отдельных частях пространства и в отдельные промежутки времени. Обращаясь к современной эпохе, мы видим, что медленные вертикальные движения земной коры и глубинный тепловой поток практически повсеместны, тогда как области интенсивного горообразования, высокой сейсмичности и активного вулканизма заключены в сравнительно узкие зоны, хотя имеются на всех материках и во всех океанах. Эта общая современная картина высокой корреляции восходящего и нисходящего потоков энергии — массы, как об этом свидетельствует историческая геология, имела место и в геологическом прошлом.

Еще раз подчеркнем, что представление о замкнутой схеме литодинамического потока может быть без всяких оговорок отнесено к действующей геосинклинальной системе, но отнюдь не к планете в целом и не ко всему обозримому геологическому времени. Верхняя, или внеш-

няя, ветвь этого потока «работает» постоянно и повсюду, где существуют достаточные гипсометрические градиенты, следовательно, и в пределах древних и молодых платформ, срединных массивов, плит и т. д. Глубокое погружение, метаморфизм и гранитизация осуществляются, как известно, в узких зонах и как будто в сравнительно короткие интервалы времени. С этой точки зрения, области относительно кратковременного осадконакопления и небольших глубин их бассейнов (сюда следует отнести большинство межгорных и предгорных впадин) нужно рассматривать как места остановок, как станции литодинамического потока, а осадочные чехлы древних и молодых платформ как долговременные склады осадочного и вулканогенного материала и непереработанные «резервы» недр нашей планеты.

Если горные области расценивать с такой точки зрения, то это зоны больших скоростей и малых (сильно дифференцированных на отдельные струи) масс литодинамического потока, предгорья и побережья расчлененной суши — зоны больших скоростей и больших масс, а равнины и низменности — зоны малых скоростей и очень больших масс.

Подчеркивая, что возможность увлечения в глубокие недра земной коры поверхностного вещества и его метаморфическая (до ультраметаморфической) переработка достигается лишь в глубочайших тектонических прогибах, мы тем самым придаем последним как бы самостоятельное значение, словно ставя их самих вне рамок литодинамического потока. Но последний в силу своей неравномерности должен вести к поднятиям земной коры в одних местах и к погружениям [компенсация (?), внутренний отток масс] в других. Поэтому здесь нет логического противоречия. Сама тектоника во всех ее сложнейших проявлениях с рассматриваемых позиций — одна из сторон того же самого планетарного круговорота энергии — массы, где, как и в геоморфологии, особое значение в научном исследовании играет собственно морфологический подход, т. е. постижение формы явлений.

В наших рассуждениях об обмене вещества между недрами и поверхностью земной коры важнейшим параметром является, естественно, баланс. Но земная кора — открытая система, сложным образом взаимодействующая с ниже- и вышележащими геосферами. Поэтому ее ба-

ланс — часть общепланетарного баланса, а планета Земля как материальная система, будучи частью Солнечной системы, является также незамкнутой.

Было бы крайне интересно оценить на первый случай современный баланс Земли. Не касаясь космических излучений, следовало бы решить, например, такую геофизическую задачу: как соотносятся приток вещества, доставляемого на Землю метеоритами, и потери через газовый хвост планеты? Пока мы знаем только, что прибыль метеоритного вещества в ходе геологического времени уменьшалась. Косвенно об этом говорят и обильные морфологические следы древних ударных (?) кратеров, обнаруживаемые во всех частях света во все возрастающем числе.

Если, таким образом, классическая геология и геоморфология объявили сущностью взаимодействия противоречивых и противоположающихся эндо- и экзогенных сил Земли создание неровностей первыми и нивелировку этих поверхностей вторыми, то в настоящее время более общей представляется следующая формулировка: сущность геологических и геоморфологических явлений, т. е. явлений в земной коре и на ее поверхности (в последнем случае также тесно связанных с вещественным субстратом) заключается в обмене веществом и энергией между поверхностью и недрами Земли. Этот обмен выполняется восходящими из недр и нисходящими в недра двумя системами путей, составляющих единый круговорот, или оборотный литодинамический поток. Понятие о таком потоке и двух его направлениях, с учетом различия их концентрации, темпа, режима, баланса в разные эпохи геологической истории, наиболее полно охватывает все разнообразие геологических, геофизических, геохимических и геоморфологических процессов и явлений. Такое представление не заменяет существующие геотектонические концепции и не претендует на равное с ними место. В то же время в рамки этих представлений естественно уместаются вертикальные, горизонтальные и косые движения как больших, так и малых масс. Поэтому изложенное представление индифферентно и по отношению к гипотезе фиксизма, и гипотезе мобилизма в их старомодных и модных вариантах.

С изложенной точки зрения неровности земной поверхности в их совокупности, связанности, способе образова-

ния, их прошлом и настоящем (предмет геоморфологии!), не что иное, как морфологические следы литодинамического потока Земли на смыкании и переходе друг в друга его восходящих и нисходящих течений.

2517
Эти следы имеют двойное происхождение. Во-первых, это вещественные образования в виде авто- или аллохтонных наполнений земной коры снизу: вулканические аккумуляции, глыбовые и складчатые горы, сводовые и плоские аструктурные поднятия, т. е. разнообразные морфоструктуры и геоструктуры, в конечном счете сами материковые массивы, основа которых выплавлена из мантии (по гипотезе спрединга и субдукции) или из нижней — средней части земной коры. Это и образования в виде осадочных аккумуляций различного возраста, среди которых неоген-четвертичные отложения распределены в соответствии с числом, высотой и шириной гипсометрических ступеней и образуют им присущие геоморфологические поверхности. Во-вторых, это все без исключения деструкционные формы на суше и в океанах, все множество и разнообразие денудационных явлений, определяемых изъятием материала, слагающего поверхностные зоны земной коры, и удалением от места изъятия на то или иное расстояние теми или другими транспортными средствами, вся денудационная морфоскульптура, создающая углубления или другого рода поверхности отделения некоторой доли субстрата в дезинтегрированном виде.

Именно эту пластическую сторону дела имел в виду Э. Ог, предложивший в 1903 г. для обозначения совокупности процессов разрушения материковых возвышенностей, а также для создаваемой этим путем рельефной картины суши, термин «глиптогенез» (от греческого слова «глиптика» — искусство вырезывания на камне). Надо признать, что этот не привившийся ни в геологической, ни в географической литературе термин весьма выразителен, но односторонен и хорошо передает сущность и результат процесса только применительно к горному рельефу.

С развиваемой здесь точки зрения, литодинамический поток на своих обеих (восходящей и нисходящей) ветвях ответствен за образование и развитие как положительных (выпуклых), так и отрицательных (вогнутых) форм земной поверхности. Всем понятно, о чем идет речь при употреблении подобных терминов, с давних пор, несмотря



на свое несовершенство, утвердившихся в геоморфологии. Этому вопросу в связи с общей проблемой орографической и геоморфологической терминологии будет посвящен один из следующих очерков. Забегая несколько вперед, отметим, что нам кажется целесообразным заменить такое «алгебраическое» разделение неровностей земной поверхности другим, основанным на отношении центральных частей форм к их периферии в поле силы тяжести и, естественно, на направлении денудационного потока (нисходящая ветвь), что, как видимо, вполне гармонирует с излагаемым представлением. Не претендуя на благосклонное отношение к предлагаемым, хотя и общенаучным терминам, так как в настоящее время налицо пере- и пресыщение наук о Земле терминами, все же казалось бы удобным отнести так называемые «положительные» формы рельефа к центробежным, поскольку на них происходит растекание литодинамического потока, а формы «отрицательные» отнести по тем же признакам к центростремительным. В них происходит сгуживание, кратко- или долговременная концентрация рыхлого материала и возникает возможность его литификации. Поскольку же литодинамический поток на его нисходящей ветви, т. е. в царстве экзогенных процессов, начинается на «положительных» формах, где идет подготовка материала к перемещению на низкие уровни, то такие формы в общем виде оказываются, следовательно, отправными, инициальными, а «отрицательные» формы, как промежуточные или в какой-то степени (т. е. в интервале геологического времени) конечные приемники дезинтегрированных масс — терминальными. Для промежуточных, незамкнутых форм, осуществляющих самим фактом своего существования передвижение материала в виде относительно концентрированных потоков и струй, т. е. для долин надводных, подводных и подледных, лучшим было бы название «транзитных». Дело, однако, не в названиях, не в том, как это удобнее делать, а в том, что разнообразные формы рельефа все без исключения являются носителями условий для образования и движения поверхностных масс, средством этого движения (склоны и наклоны вообще) и, наконец, его результатом, так как этот последний включает в себя в разных условиях места и времени и денудационные, и аккумулятивные образования. С такой точки зрения, всякий склон, склон вообще, любая наклонная гео-

морфологическая поверхность, выступает как своеобразное диалектическое единство причины — следствия.

В изложенном представлении о саморазвитии материальной системы Земли сохраняются, обретая лишь несколько иной и более общий смысл, те основные противоречия, которые служат внутренней пружиной этого саморазвития. В нем, как нам кажется, яснее, чем в обычном противопоставлении эндогенных и экзогенных сил как двух противоречивых начал, определяющих своим взаимодействием существование и развитие рельефа Земли, видны не только противоположность, но и диалектическое единство обоих этих начал и невозможность их отдельного существования, а также динамическая диссимметрия. Что касается идеи о направленном, необратимом и усложняющемся в ходе времени процессе развития Земли и земной поверхности, то она также полностью вытекает из изложенной концепции, представляющей собой лишь простейшую и не содержащую каких-либо «открытий» схему эволюции земной коры.

Предмет геоморфологии не только находит в этой концепции свое законное место, но и превращается в одну из главнейших проблем наук о Земле.

О СОДЕРЖАНИИ СТРУКТУРНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ¹

В настоящее время геоморфология представляет собой одну из полноправных наук о Земле, чему одно из многочисленных свидетельств — издание в нашей стране специального журнала. При этом, что крайне важно, традиционные и вместе с тем органические связи геоморфологии с геологией, с одной стороны, и с географией — с другой, продолжают расширяться и углубляться. Если в начале 30-х годов нашего века Я. С. Эдельштейну приходилось доказывать самостоятельность геоморфологии как научной дисциплины, ее зрелость и способность решать крупные проблемы с помощью своих собственных методов, то в наше время (и уже довольно давно) обсуждается возможность разделения самой геоморфологии на отдельные направления, ветви, части, за которыми одни исследователи признают право на известную самостоятельность, другие же считают их внутренними разделами науки о рельефе Земли, только при совместном развитии способными обеспечить ее прогресс.

С нашей точки зрения, правы и те и другие, поскольку предмет геоморфологии един и свойства его неделимы, но методические подходы к их познанию могут быть различными и они на самом деле различны. По этой причине существование различных направлений или акцентов в современной геоморфологии оправдано и неизбежно, оно отражает объективный ход развития данной науки и необходимо заботиться о том, чтобы такие акценты или направления развивались, по возможности не отставая друг от друга. Так, структурное и климатическое направления в геоморфологии способны объяснить пути и средства возникновения тех или иных форм рельефа в принципе только совместно, но в конкретных условиях (и при-

¹ Основу данного очерка составила статья автора (Флоренсов, 1965б), переработанная и дополненная новыми данными.

нятых масштабах) чаще необходим неодинаковый вклад этих двух направлений в познание региональных геоморфологических объектов. Структурная геоморфология с таких позиций — путь познания рельефа земной поверхности как бы изнутри, а климатическая — словно бы извне.

Вопрос о разделении современной геоморфологии на отдельные ветви, или направления, и о правомерности выделения структурной геоморфологии недавно был вновь поднят Н. И. Николаевым и явился предметом содержательной дискуссии (Николаев, 1976). Поднимался он и раньше и в 1962 г. специально обсуждался в Москве, причем большинство выступавших не нашло возможным отвести структурной геоморфологии особое место среди внутренних подразделений науки о рельефе (Лилиенберг, Орлянкин, 1963). Выступая в 1962 г. на этой дискуссии, Н. И. Николаев отмечал, что морфография в геоморфологии является аналогом структурной геологии в геотектонике. Автор (Флоренсов, 1965б) позже указывал, что сама собой напрашивается и другая параллель: структурная геология — в геологии и структурная геоморфология — в геоморфологии, что речь идет не о номинальном сопоставлении, но о том, что исходными объектами анализа в обоих случаях являются геологические структуры, но в первом случае они имеют самостоятельное значение, а во втором — подчиненное, хотя и отправное. К сожалению, автору не удалось тогда убедить всех читателей в правомерности выделения структурной геоморфологии в особое направление науки о рельефе, а Н. И. Николаеву, судя по его последнему и вызвавшему столь полезную дискуссию выступлению, эта статья осталась просто неизвестной (Николаев, 1976, стр. 30). Как и в 1962 г., Н. И. Николаев в своем последнем выступлении возражает против выделения структурной геоморфологии в особое научное направление и указывает на то, что бесструктурного рельефа, как и бесструктурной геоморфологии, не существует, а названия вроде «Структурная геоморфология горных стран» (Материалы X пленума Геоморфологической комиссии 1973 г.) выглядят бессмысленно. С такой точки зрения бессмысленно и название данной книги, с чем, естественно, автору трудно согласиться. В этой связи напомним только, что никому никогда не приходило в голову противопоставлять структурную геологию

«бесструктурной геологии». Главное же заключается в том, что название «структурная геоморфология» продолжает употребляться, а обозначаемое им научное направление — существовать и развиваться.

Термин «структурная геоморфология» возник сравнительно давно. В советскую литературу он был введен И. С. Щукиным (1952), в зарубежную — одновременно Трикарсом (Tricart, 1952) и быстро приобрел права гражданства. Под обозначаемым таким образом научным направлением принято понимать совокупность принципов и методов геоморфологических исследований, вскрывающих влияние и выражение геологической структуры как в современном рельефе, так и на прошлых стадиях его развития. Иными словами, в таких специализированных исследованиях имеются в виду внешние морфологические эффекты геологической структуры, в каких бы географических и исторических условиях они ни проявлялись и в каких бы целях и картографических масштабах ни производилось их изучение. Как известно, крупнейшими структурно-морфологическими элементами Земли, если не считать планету в целом, ибо ее общая морфология также зависит от распределения внутренних масс, т. е. от внутренней структуры, являются выпуклости материков и относительные вогнутости океанов, а мельчайшими — микроформы рельефа, связанные своим происхождением и нередко видом с микроструктурными (в тектоническом смысле) элементами. Множество переходных групп заключено между этими крайними группами. Структурные плато и плоскогорья, равнины, горные хребты и межгорные впадины составляют как бы средние звенья сложного ряда структурных форм (морфоструктур), и именно в них соответствие наружного рельефа внутреннему геологическому строению достигает наивысшей степени, особенно на ранних и средних стадиях их развития. Таким образом, структурная геоморфология имеет дело с отражением в рельефе Земли геологических структур любого масштаба и порядка и связана с познанием специфических «морфогенетических» свойств самих этих структур. Это научное направление уходит своими корнями в структурную геологию, региональную геологию и тектонику и составляет кратчайшее связующее звено между геологией и общей геоморфологией.

Суть дела заключается в глубоком различии функций,

выполняемых геологической структурой, с одной стороны, по отношению к внутреннему строению земной коры, а с другой — по отношению к наружному рельефу. Развитие земной коры идет через развитие самих геологических структур и комплексов. Эволюция рельефа протекает лишь в зависимости от развития геологических структур и не обусловлена им полностью. Структурная геоморфология, как и геология, исследует соотношения внутренних и внешних форм родственных явлений, относящихся к зоне «эндоконтакта» литосферы и атмо-гидросферы. Но первая изучает взаимодействие внутренних и внешних форм геоморфологических тел, соприкасающихся с глубоко отличной от литосферы физической средой: воздухом, льдом, водой; вторая анализирует взаимодействие внутренних и внешних форм геологических тел в процессе и в итоге механических деформаций, идущих в обстановке тесного контакта подобных или близких друг другу в физическом смысле геологических тел. Для объектов структурной геоморфологии момент их соприкосновения с атмо-гидросферой означает толчок к развитию и его начало, а при отсутствии такого соприкосновения они существуют в земной коре лишь потенциально, сохраняясь, так сказать, «наготове». Для объектов структурной геологии соприкосновение с атмо-гидросферой означает в общем случае толчок к разрушению (искажению) и его начало; их существование в земной коре, вне контакта с земной поверхностью соответственно вполне конкретно и очень длительно. Вторым вопросом, важным в методологическом отношении, является связь между формой и содержанием в объектах структурной геологии и геоморфологии. В первом случае предпосылки для решения этого вопроса гораздо проще, так как под содержанием геологического тела (формы) справедливо понимается его вещественный петрографический состав, включающий в себя и такие важные параметры, как микроструктуры и текстуры горных пород. Слои служат для пород осадочного происхождения той соответствующей им формой залегания, как и грубо конформное вмещающей среде массивное тело — магматогенному граниту, как покров или поток — излившейся лаве. Все это позволяет по форме геологического тела в большинстве случаев достаточно верно судить об обстановке его образования, о его фациальной принадлежности. Соответствие формы и содержания в слоях первич-

но-осадочных пород столь велико, что подчас неизбежно в условиях сильного метасоматоза, глубинного метаморфизма и колоссальных промежутков времени, в течение которых шансы на уничтожение первичных признаков геологических тел, естественно, неизмеримо возрастают. Форма слоев оказывается, таким образом, консервативнее их вещественного содержания, и в этом отражается как бы структурное соответствие первичной природы напластований гравитационному полю Земли.

Попробуем подойти с тех же позиций к оценке соотношений формы и содержания в объектах структурной геоморфологии. Поскольку такими объектами являются формы как активного (при эндогенном росте), так и пассивного выражения геологических форм в зоне контакта Земля — атмо-гидросфера, задача тем самым сильно осложняется. Форма в ее геологическом (структурном) смысле теперь становится на место геоморфологического содержания, а последнее приобретает новую специфическую форму: вторичную по отношению к прошлому состоянию геологических форм в земной коре, первичную — в новой субаэральной или субаквальной среде, в которой развивается рельеф. В таком смысле каждый структурно-геоморфологический объект является более сложной и исторически позже возникающей категорией. Он обладает и новым качеством по отношению к породившей его геологической форме, и это новое качество вливается в общий поток преобразований, отражающих прерывисто-непрерывный процесс развития земной коры и ее поверхности. Возникая в неустойчивых условиях контакта двух или даже трех геосфер, структурно-геоморфологическая форма, понимаемая здесь не элементарно, а как комплекс форм, связанных общностью своих генетических корней с глубинами Земли, непрерывно «метаморфизуется» и тем самым оказывается гораздо менее консервативной, чем ее геоморфологическое содержание, в основе которого остаются вещественно-геологические свойства субстрата. Здесь я сознательно употребил термин «метаморфизм», который в вполне определенном смысле широко используется в геологии. В структурной геоморфологии, с моей точки зрения, он также мог бы быть полезен и даже адекватен своему первоначальному смыслу. В самом деле, создание структурно-денудационного рельефа не есть ли именно процесс метаморфизма структурных форм Земли, проис-

ходившего ранее в чуждых им термодинамических условиях? Не напрашиваются ли здесь и другие параллели, связанные, например, с фациями и ступенями метаморфизма?

Все же, по-видимому, не следует полагать, что структурно-геологические формы уж столь консервативны по отношению к формам структурно-геоморфологическим, хотя противоречие последних окружающей их воздушно-водной среды, действительно, гораздо глубже. Историческая геология, палеогеография и палеогеоморфология имеют в своем распоряжении сколько угодно примеров большой «жизнеспособности» равнин, горных хребтов, межгорных впадин и т. д. Явления тектонической унаследованности, широко распространенные и изученные на массе конкретных примеров, неизбежно отражаются и в структурно-геоморфологической унаследованности. Известно, что тенденция к воздыманию и сохранению горного рельефа удивительно постоянна на протяжении многих геологических периодов в некоторых мобильных, да и не только мобильных (послегерцинский Урал), поясах. И если при определенных условиях и в определенные этапы геологической истории (общее погружение, прямая и обратная инверсия) структурно-геоморфологические формы уничтожаются, то только временно и часто ненадолго, возрождаясь затем вместе с возрождением старых геологических структур на новой исторической основе. В эпохи, когда поверх древних создаются новые структурно-геологические поверхности, например, границы раздела горизонтально- или слабонаклонных молодых слоев, их моноклинали или мульды, которым необходимо предшествуют поверхности несогласий, определяющих дальнейшее развитие структуры слоистых серий, возникают и новые структурно-геоморфологические формы. Место прежних занимают новые, структурно обусловленные неровности земной поверхности. Рельеф только видоизменяется и развивается на развивающейся структурной основе. Он никогда не «уничтожается». Таким образом, мы можем говорить лишь о весьма относительной консервативности геологической подосновы рельефа, которая связана лишь с относительным постоянством термодинамических условий в верхних зонах земной коры.

Важной проблемой рассматриваемой ветви геоморфологии является соотношение структурно-геоморфологиче-

ских элементов рельефа с их внутренней геологической структурой¹.

В природе мы имеем дело казалось бы с бесчисленным числом степеней соответствия наружных форм структуре субстрата — от почти полного до почти исчезающего. Полное соответствие (конформность), как и полное его отсутствие (дисконформность) — крайние и сравнительно редкие случаи. Первое имеет место только в быстро развивающихся «живых» структурах, например, в некоторых современных сбросах, сдвигах, а также в особенно благоприятных случаях препарировки древних «мертвых» структур. Полная дисконформность — еще более редкое явление. В условиях открытого денудационного рельефа она неосуществима, в условиях погребенного немедленно вступит в действие структура покрова и ее влияние отразится в формах поверхности. Лишь в самом начале образования осадочного покрова можно себе представить кратковременное существование вполне нейтральной поверхности. Следовательно, подавляющее число случаев, наблюдаемых в природе, — явления неполной конформности различных степеней, и это правило сохраняет силу и в денудационном, и в аккумулятивном рельефе, так как последний всегда в какой-то степени воспринимает внутреннюю структуру аккумуляций. Неполная конформность рельефа субстрату, будучи общим правилом, составляет в каждом отдельном случае лишь кратковременное звено в общем процессе рельефообразования. С ходом времени степень структурной конформности тех или иных форм рельефа неизбежно меняется под влиянием либо тектонических деформаций, унаследованных или наложенных, либо климатических воздействий, слагающихся из многих переменных, либо тех и других вместе (наиболее общий случай). Перед геоморфологией стоит задача научиться отделять и количественно выражать вуалирующий эффект этих различных факторов.

Выражение внутренних свойств субстрата, на котором развивается рельеф, осуществляется или через движения (эндогенную деформацию), или через вещественный состав (литоморфность), или через то и другое вместе. Один из факторов может либо преобладать, либо уступать по

¹ Этот вопрос рассматривается более подробно в очерках «О принципе конформности» и «О форме и содержании в геоморфологии».

своим морфологическим эффектам другому. В общем, можно считать, что влияние тектонической деформации будет тем значительнее, чем она моложе, интенсивнее по темпу и дифференцированнее по своей внутренней «кинематической структуре», т. е. чем больше градиенты движения отдельных элементов или участков земной поверхности, участвующих в деформации. Что касается литоморфности, то ее влияние, естественно, усиливается при большой неоднородности свойств субстрата и достигает наивысшей степени при образовании поверхности, многократно и до самого основания пересекающей покровный (платформенный) комплекс, соответственно обнажая при этом так называемый комплекс основания (фундамент).

Таким образом, при структурно-геоморфологическом анализе необходимо учитывать целый ряд потенциально заложенных свойств субстрата, проявляющих себя в полной мере только близ или на самой земной поверхности в тех или иных морфологических эффектах (а это уже во многом задача «климатической» геоморфологии).

Время как геоморфологический фактор имеет, как известно, лишь относительное значение при структурном анализе рельефа, в котором особенно важны оценка длительности воздействия какого-либо фактора или организованной группы их, а также порядок смены (последовательность) их действия (вступление, усиление, затухание). С учетом фактора времени связана и скорость геоморфологического процесса, хотя оценка этой скорости для структурной геоморфологии не имеет первостепенного значения и ее более интересует ряд: геологическая структура — механизм обработки — геоморфологический результат к моменту наблюдения. Действительно, в разных условиях места и времени как эндогенные, так и экзогенные деформации могут быть и очень медленными и, наоборот, очень быстрыми. Таково воздействие мощного селевого потока на ложе и склоны горной долины. Таковы и сильные землетрясения, при которых скорость вспарывания тектонических швов оценивается в 3,5—4,0 км/сек, и прилегающий рельеф испытывает почти мгновенные преобразования. Зато особенно важны для структурной геоморфологии действительные соотношения (не алгебраические суммы) экзогенных и эндогенных деформаций, поскольку последние являются прямым выражением форм внутреннего развития субстрата.

Выше я подчеркнул значение рабочей формулы: субстрат — механизм — результат. В этой формуле субстрат является данным, результат — наблюдаемым и тем или иным способом изображаемым. Самым сложным оказывается познание механизма, так как одна и та же приближенная к поверхности структура субстрата в разных условиях климата или гидроклимата может породить разные морфологические образования и быть как доведена до высокой конформности внешних очертаний внутренним формам субстрата, так и уведена очень далеко от них. Отсюда невозможность расшифровки «механизма» средствами одной структурной геоморфологии, отсюда ее роль как одного из необходимых, но отнюдь не исчерпывающих содержание геоморфологии ее внутренних разделов.

Далее следует остановиться на вопросе о том, что же в структурной геоморфологии необходимо понимать под «структурой». Достаточно ли ограничиться тем, что понимается под тектонической структурой? По-видимому, на этот вопрос нельзя ответить утвердительно, так как условия и формы залегания геологических тел, слагающих субстрат, далеко не исчерпывают важных для геоморфологии свойств и состояний последнего. В формах земной поверхности отражаются в той или иной мере еще литоморфные особенности каждого геологического тела или его отдельных частей, новейшие и современные тектонические деформации, новейшие и современные аккумуляции. Поэтому понятие «геоморфологическая структура» должно быть шире понятия «геологическая (и особенно тектоническая) структура». В первую, на мой взгляд, следовало бы включить все вещественно-морфологические свойства геологических тел и все тектонические формы (включая неотектонические деформации), которыми в данное время обладает субстрат и которые длительно сохранялись бы на поверхности планеты, будь она лишена воздушной и водной оболочек подобно Луне или Меркурию. Иными словами, внутренняя геоморфологическая структура (а не структура рельефа!) — это все то, что может рассматриваться с точки зрения потенциальной возможности (предназначенности) проявить себя тем или иным образом в рельефе: активно — преодолевая воздействие денудации через высокий темп тектонических движений, как это подчеркнуто С. С. Шульцем (1948), или

пассивно — через одну литологию и климат. Такое понимание геоморфологической структуры близко к распространенному представлению о «геологическом строении», но, очевидно, не тождественно ему. Будучи как бы специализированным, оно отчасти уже, отчасти шире, так как содержит элемент проектирования на будущее и может быть ориентировано на иные денудационные срезы, нежели современный.

С моей точки зрения, в основе развития рельефа любого типа и облика лежит развитие геоморфологической структуры. Эта структура, изменяясь, непрерывно находится в сложном взаимодействии и в противоречии с атмо-гидросферой и порождает возникновение, развитие и смену различных формаций рельефа. В каждую стадию или эпоху, соответствующую той или иной стадии в тектонической жизни земной коры, рельеф отражает внутренние противоречия наружных оболочек Земли в зоне их контакта. Выражаясь образно, геоморфологическая структура отражается в зеркале воздуха и воды, кривизна которого вносит более или менее существенные искажения в структурные наследственные черты лика Земли.

Попытка углубиться в общий предмет и некоторые понятия структурной геоморфологии приводит к признанию специфической и еще мало изученной роли, которую играет субстрат в общем геоморфологическом процессе. Эта роль известна только в самом общем виде и ее влияния на рельеф в разных стадиях развития самого субстрата и в различных физико-географических условиях еще очень мало изучены. Между тем, вскрытие основных закономерностей, управляющих взаимодействием рельефа и его «живого» субстрата, возможно и необходимо. С такой точки зрения углубление старых понятий структурной геоморфологии столь же важно, как и создание новых. Во всяком случае, современное состояние учения о рельефе показывает, что структурная геоморфология имеет и свои специфические понятия, и свои особые задачи. Некоторых таких понятий и их методологической основы мы касались выше. Что касается задач, то первая из них, как нам представляется, не формальное обособление геоморфологии от геологии или от географии, не подчеркивание примата эндогенной составляющей рельефа над экзогенной, а систематизация и анализ громадного накопленного материала. Работа в этом на-

правлении уже ведется, но сделано пока еще очень мало. Кроме того, перед структурной геоморфологией стоит ряд специальных задач, среди которых мне хочется выделить главные.

Во-первых, кажется необходимым создание рациональной и удобной структурно-геоморфологической классификации форм земной поверхности. Отдельные мысли и предложения по этому поводу во множестве рассеяны в литературе, наиболее крупное обобщение дано в известной работе И. П. Герасимова (1959). Тем не менее такая классификация еще не создана, и едва ли геоморфология сможет довольствоваться одними структурно-геологическими признаками и подразделениями — они приведут к формальной и мало полезной классификации. С моей точки зрения, большие возможности сможет представить разработка в рамках современного учения о рельефе идеи о геоморфологических формациях, или формациях рельефа. Как известно, развитие понятия о геологической формации существенно обогатило геологию и явилось толчком к развитию последней именно благодаря широте, общности и вместе с тем конкретности этого понятия, в котором структурно-исторический элемент теснейшим образом связан с вещественным и морфологическим. Естественно, что в геоморфологии, в частности в структурной, это понятие должно иметь содержание, отличное от геологического и соответствующее своему особому назначению.

Другая специальная задача — более глубокая разработка проблемы конформности рельефа структурам его субстрата в связи с разнообразием их типов, особенностей и стадий развития и влияния на эти структуры переменных и разнообразных внешних факторов. Существующих в этой области трудностей и пробелов мы касались выше.

Следующая задача, отчасти связанная с предыдущей, касается условий и причин возникновения унаследованного рельефа, а также и его противоположности — рельефа наложенного. Эти явления тесно связаны с унаследованной и наложенной тектонической структурой, но трудно сомневаться в том, что в них найдутся и свои особенности, и свои специфические закономерности.

Еще одной специальной задачей могло бы быть исследование круга вопросов, относящихся к явлениям лито-

морфности. В этой области сделано очень много наблюдений, но сравнительное изучение в различных климатических условиях и в многочисленных вариациях состава, петрографических структур и текстур различных типов горных пород, равно как и количественная оценка явлений литоморфности, потребуют еще многих усилий.

Еще очень мало сделано для сравнительной характеристики и особенностей развития структурного рельефа в субаэральных и субаквальных условиях и при смене одних условий другими. Еще несовершенны, а в некоторых конкретных ситуациях и бессильны, геоморфологические методы диагностики новейших и современных движений земной коры. Углубление прежних и создание для этой цели новых методов и приемов количественной оценки новейших деформаций земной коры имеют прямое отношение к настоящему и будущему структурной геоморфологии.

Проблема горообразования — одна из центральных в науках о Земле, является исключительно важной для структурной геоморфологии не только потому, что горный рельеф широко распространен, но и потому, что в горах, как правило, при очень сложной внутренней структуре также очень сложен наружный рельеф. Часто при оценке структурного типа гор и межгорных впадин мы довольствуемся весьма общими и нередко примитивными схемами и моделями, заимствуя для этой цели данные из геологических карт и упрощенных геологических разрезов. Но горный рельеф — образование обычно очень молодое, а механизм его «роста», равно как кинематическая форма («структура») горообразовательных движений, далеко не всегда могут быть выведены из той общей информации, которая содержится в геологических картах и разрезах. Это лишний раз подтверждает вывод о том, что геоморфологическая структура не может являться полным аналогом геологической. Поэтому структурной геоморфологии также должно принадлежать видное место в дальнейшей разработке теории горообразования.

Одной из важнейших задач структурной геоморфологии является подбор эталонов для сравнительного анализа рельефа других планет. Эта задача уже поставлена самой жизнью, и космический (дистанционный) аспект включен в практику исследований. Вместе с тем надо признать, что визуальная диагностика инопланетных

морфологических объектов, за некоторыми исключениями, еще далека от совершенства. Лучше других опознаются линейные морфоструктуры типа протяженных разломов, полос, зон и узлов трещиноватости, а также крупные вулканические формы — кальдеры, конусы, потоки. Остаются гипотетическими так называемые каньоны и прочие «эрозионные» образования, видимые на снимках Марса и Венеры. Можно думать, что задача сравнения по морфологическим признакам и опознания этим способом тех или иных генетических типов (форм) рельефа других планет облегчается возможностью видеть и анализировать рельеф Земли с подобных же космических дистанций. Если на сегодняшний день мы можем изучать земной рельеф на разных дистанциях, от нулевой до космической, то это дает нам известное право, а главное — материал для суждений, например, о свойствах ареоморфологических объектов, лишь очень слабо различимых или почти неразличимых с космических расстояний. Во всяком случае, система морфологических эталонов, выбранных из разнообразных, но типичных земных климатических ситуаций и имеющих определенное структурно-вещественное наполнение, окажется в высшей степени полезной для решения задач сравнительной планетологии, тем более, что уже сейчас мы можем уверенно говорить об известном «униформизме» в направлении и результатах рельефообразующих процессов, действующих на всех планетах типа Земля.

Все большее значение приобретают структурно-геоморфологические аспекты поисков полезных ископаемых. Достаточно сослаться на поиски нефтегазоносных морфоструктур в Поволжье, Приуралье, Средней Азии, в Западной и Восточной Сибири, на металлогенические исследования, ведущиеся морфоструктурными методами в Сибири и на Дальнем Востоке. Комплекс прикладных структурно-геоморфологических проблем расширяется на наших глазах, вовлекая все новые сферы и объекты народнохозяйственного значения.

Таков примерный, далеко не полный круг вопросов и задач структурной геоморфологии наших дней.

Все сказанное автором в этом разделе ни в коей мере не умаляет значения других, кроме структурного, направлений, ответвлений, акцентов геоморфологии, тем более, что все они, как уже не раз подчеркивалось, лишь ее

внутренние методические направления. Многими исследователями на первое место ставится, например, историко-генетический аспект. Конечно, генеалогия рельефа раскрывает его прошлое и во многом объясняет настоящее, сообщая его «анкетные данные». Но рельеф сам по себе требует еще и других характеристик, объединяемых прежде всего пространственно-временным представлением о его как бы «бесцветной» и управляемой особыми закономерностями пластике, т. е. морфологии в прямом и, так сказать, чистом виде. Во время последней дискуссии о подразделениях геоморфологии этот раздел или аспект, включающий морфографию и морфометрию, предлагалось именовать «аналитической геоморфологией» (О. К. Леонтьев). Автору это название представляется довольно удачным, хотя оно претендует на особую точность производимых под его флагом операций (аналитическая химия, аналитическая геометрия), а также словно бы исключает элемент синтеза. И как бы ни назвать данный раздел, он представляется нам самым важным и ответственным. К этому вопросу мы еще будем многократно возвращаться. В заключение подчеркнем, что главным свойством и важнейшей характеристикой всякого рельефа является (и это не игра слов) его рельефность, а уж затем все то, что эта рельефность выражает и предвещает.

О ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИИ В ГЕОМОРФОЛОГИИ

Проблема формы и содержания, их соотношения в процессе развития какого-либо природного явления сравнительно слабо отражена в зарубежной литературе. Напротив, в советской науке, в частности, во всех отраслях естествознания, ей уделяется большое внимание, так же, как и другим методологическим и философским проблемам. Понятие о форме особенно близко морфологическим наукам, в них оно приобретает особую окраску и значимость. В чистом виде форма как объект науки фигурирует в математике и философии. В естествознании нет формы «без чего-нибудь», без содержания, всегда имеющегося в виду, и, таким образом, отрыв формы от содержания, самостоятельное рассмотрение первой может выступать в качестве предварительной стадии исследования. Это позволяет с наибольшей легкостью установить внешние отличия предметов того или иного класса, с одной стороны, а с другой стороны — объединить эти предметы по тем же признакам в группы или ряды для совместного рассмотрения и в противопоставлении с явлениями другой морфологической группы или ряда. Операция разделения вещей по морфологическим признакам в громадном большинстве случаев составляет первый и главный шаг в построении различных классификаций природных явлений. Но как научная классификация в уже готовом виде, так и морфологические отличия (предпосылки, признаки) предметов не являются конечной целью научного исследования. Эта цель — познание единства формы и содержания в динамике, в развитии. Следовательно, формальное сколь угодно точное в количественном отношении разделение неровностей земной поверхности по их форме не может служить целью также и геоморфологического исследования. Вместе с тем морфологический характер этой науки, упор на познание форм земной поверхности выдвигает на первый план

морфологический (морфографический) аспект, т. е. глубокое объективное определение отличий этих форм друг от друга, содержащих также и количественные характеристики, с тем чтобы на основе частных установить более общие, собственно геоморфологические закономерности. Ближайшим примером вне геоморфологии я бы назвал кристаллографию, хотя сопоставление этих наук по роли в них формы может показаться неудачным из-за специфического характера кристаллографии, ее точности, пока недоступной науке о рельефе.

Известную трудность представляет для геоморфологии и определение понятия «форма». На этот счет мы обычно не задумываемся, несмотря на то, что в философском, математическом, вероятно естественноисторическом и житейском смысле понятие о форме различно. Позволительно спросить себя, что следует понимать под формой в естествознании и, в частности, в геоморфологии? Ставя такой вопрос, я полагаю, что его нельзя отнести к схоластическим, так как мы намерены пользоваться понятием формы в научном исследовании.

Заглянув в академический словарь, мы находим в нем множество определений понятия «форма», но объекты науки о рельефе земной поверхности отнесены к тому общему определению, которое гласит, что форма — это синоним очертаний, контуров, внешних границ предмета, определяющих его наружный вид, внешний облик (Словарь совр. лит. яз., т. 16, стб. 1480); «Формы рельефа, формы земной поверхности. Части земной поверхности определенных очертаний и определенного происхождения» (там же, стб. 1481). Легко видеть, что удовлетвориться этим определением — значит ограничить предмет геоморфологии внешними очертаниями земной поверхности и происхождением таких очертаний, не углубляясь в овеществленное содержание геоморфологических объектов, поскольку генезис есть механизм образования, только подразумевающий приложение механизма к некоему материалу, но сам по себе связанный с материалом единственно как с условием возможности работы механизма. Это и есть концепция В. В. Ермолова и С. Л. Троицкого о том, что предмет геоморфологии — сама земная поверхность (а не ее формы, наполненные геологическим содержанием), которая «...материальна, но не вещественна» (Троицкий, 1967, стр. 56). В. В. Ермо-

лов подчеркивает, что «...формы, различные неровности, рельеф... позволяют исследователю (речь идет о принципах составления геоморфологической карты.— Н. Ф.) уточнить представление о положении частей в пространстве, о том, где и как проходят ограничивающие их поверхности» (Ермолов, 1964, стр. 7—8). И далее: «Форма, рельеф, конфигурация — все это не что иное, как категории, уточняющие положение поверхности в пространстве. Рельеф отличается от формы только большей сложностью... Понятие о форме подразумевает различное положение поверхности в каждой ее точке» (там же).

Эти мысли В. В. Ермолова, несомненно, заслуживают большого внимания, поскольку, в первую очередь, в них разграничиваются и отделяются понятия о форме и рельефе от понятия о земной поверхности. Кроме того, они действительно имеют методическое значение для геоморфологического картирования, как показали опыты самого В. В. Ермолова (1958), развившего более ранние представления на этот счет Д. В. Борисевича и З. А. Сваричевской. Отметим еще одно важное замечание в цитируемой выше работе: было бы полезно, особенно для геоморфологического картирования, определить геоморфологию как отрасль науки, изучающую динамику земной поверхности в связи с изменениями ее положения в пространстве (Ермолов, 1964). Содержание предмета геоморфологии, исходя из этих позиций, — земная поверхность в ее динамике и единстве со способом образования. В таком виде концепция представляется весьма привлекательной прежде всего потому, что в ней отсекаются прямые связи с геологией (геологическим субстратом), и геоморфология приобретает как бы вполне автономное положение. Концепция ориентирует на самостоятельное изучение земной поверхности, ее форм, ее неровностей, а морфологический аспект, звучащий в самом названии науки, получает первенствующее значение также в ее существе, в теории и методе. Несомненно, это многообещающий и увлекательный путь. Забывать о нем не следует. Вместе с тем нельзя упускать из поля зрения то очевидное положение, что динамика земной поверхности в любой точке последней определяется равнодействующей многих экзогенных факторов, прилагаемых к материальному геологическому субстрату, его реакцией на внешнее воздействие, а также влиянием внутренних фак-

торов, проявляющих себя через движения субстрата и деформирующих его поверхность. Тем самым обнаруживается столь тесная связь форм земной поверхности с геологическим «наполнением», что игнорировать ее невозможно. Другое дело, что связь эта может быть в одних случаях очень простой, а в других — очень сложной, но за изменение положения в пространстве (и во времени) каждой точки земной поверхности всегда ответствен геологический субстрат. Положение такой точки в пространстве может измениться только при добавлении какой-то доли субстрата, ее убыли (снос, денудация) или физических процессах, сопровождающихся изменением объема горных пород, как коренных, так и «наносных». Таким образом, концепцию В. В. Ермолова и С. Л. Троицкого можно рассматривать как удобный путь к формализации геоморфологических явлений, но не как фундамент при построении общей теории этой науки.

Другой путь принципиально отличается от изложенного тем, что наряду с формой вводится заимствованное из геологии понятие «структура», причем та и другая рассматриваются в единстве, в «морфоструктуре», представляющей отвлечение от частных элементов реального рельефа, от его деталей, созданных климатическими факторами и, как правило, имеющих ограниченные размеры. Последние соответствуют микро- и мезоформам и были обозначены И. П. Герасимовым, как морфоскульптура. Генетическое начало в данной концепции выступает на первый план, покрывая собой даже собственно морфологию в том смысле, что главная характеристика рельефа — не его очертания, не «геоморфологическая фактура», а его генезис. Самое же главное в рассматриваемой концепции — ее метод, который может быть назван методом последовательного приближения. Его первый этап — общая схема рельефа, видимая с больших (до космических) расстояний, в которой детали неразличимы, а все крупнейшие, дифференцируемые схемой неровности рельефа (геотектуры) обусловлены планетарными тектоническими структурами. На втором этапе, т. е. при большем приближении, дифференцируются сами геотектуры, составленные морфоструктурами, объектами меньшей размерности и развивающимися совместно с экзогенными формами (морфоскульптурой) в их историко-генетическом единстве.

Как видим, на первой и второй стадии «приближения» выясняется прямая связь крупнейших и крупных форм рельефа с тектоническими структурами, причем крупные формы, т. е. морфоструктуры, рассматриваются еще в полной мере независимыми от наложенного на них «внешнего узора» малых форм, обусловленных климатическими факторами. Лишь на последней стадии «приближения» эти последние становятся непосредственными объектами изучения с их генетической стороны. Изложенная концепция имеет свои преимущества и завоевала не только общее признание советских геоморфологов и геологов, но и широкую популярность в самой практике геоморфологических исследований. Как видим, морфография, или морфологическая фактура, играет в этой концепции роль не непосредственно изучаемого объекта, а как бы материала для его генетической квалификации и тем самым для общей геоморфологической классификации. В содержание геотектуры и морфоструктуры входит, в первую очередь, их тектоническая, эндогенная природа, в содержание морфоскульптуры — ее экзогенная, соответствующим образом дифференцируемая сущность.

Известна далее концепция Г. И. Худякова о различных степенях конформности рельефа длительно развивающимся выраженным в рельефе структурам, т. е. в конечном счете тем же морфоструктурам. В ней прямым, полным или неполным связям геологического субстрата с рельефом земной поверхности также уделяется основное внимание (Худяков, 1975).

Итак, можно констатировать, что доминирующее направление в советской геоморфологии наших дней — определение связей между рельефом, с одной стороны, и геологическим субстратом (в самом широком смысле) и с механизмами пластичности земной поверхности — с другой. В самой краткой форме это направление можно определить как генетическое истолкование орографии, т. е. морфологии, взятой в чистом виде.

Представляется бесцельным более подробное изложение названных трех концепций, равно как изложение концепции автора о геоморфологических формациях как устойчивых во времени и пространстве единствах субстрата и рельефа, относящихся к столь же устойчивым структурам земной коры (Флоренсов, 1964, 1971, 1976).

По-видимому, все они вносят свою долю в развитие геоморфологии. Тем не менее, по глубокому убеждению автора, во всех них остается нераскрытым до конца собственно морфологический подход, а рельеф как пластическое выражение всех союзнических и враждующих факторов, определяющих форму и содержание контакта твердой коры с атмо-гидросферой, ее историю и пути развития в будущем остается несколько в стороне. Пластике земной поверхности должны быть свойственны свои собственные закономерности, вытекающие из закономерностей движения глобального литодинамического потока, о котором шла речь в предыдущем очерке.

Автор уже имел случай подчеркнуть, что современная геоморфология (отечественная), отвлекаясь на сферы своего соприкосновения с другими науками, тем самым отвлекаясь как бы на свою «периферию», все меньше занимается своей собственной внутренней областью — современным рельефом, т. е. становится все меньше похожей на самое себя, на геоморфологию в прямом смысле слова. Такое, несомненно, временное состояние геоморфологии объясняется (вряд ли об этом нужно спорить) той же самой причиной — подавленностью морфологического аспекта.

Мы отметили также, что закономерностям пластики земной поверхности должны соответствовать закономерности литодинамического потока, т. е. закономерности внутреннего движения масс в земной коре, с одной стороны, и внешнего движения рыхлых поверхностных масс — с другой. Форма как внешнее проявление внутренних связей, как свойство предмета, взятое в статике, может быть, следовательно, понята и выведена только из свойств (элементов, частей, форм, темпов и ритмов) движения. Качественно эти свойства уже довольно хорошо изучены.

Среди противоречий, обеспечивающих саморазвитие Земли, непрерывную (но остающуюся в определенных рамках) перестройку ее недр и ее поверхности, одно из ведущих — противоречие между двумя формами — геоида и сфероида вращения. Первая из них, не сводимая ни к одной из простых геометрических фигур и обусловленная неравномерным плотностным состоянием недр, физически реальна и в то же время не совпадает с реальной физической формой планеты. Вторая фигура, сфероид

вращения — та форма, к которой Земля стремится и достигнуть которой не может в силу своей плотностной неоднородности. Земля-геоид мешает нашей планете стать Землей-сфероидом. Но если несоответствие, так сказать, непрекращающийся спор между геоидом и сфероидом вращения — геоморфологическое противоречие планетарного масштаба, то диалог спорящих ведется в очень умеренном тоне — их поверхности сравнительно мало расходятся на материках, а в морях и океанах сливаются.

Выше я пытался показать, что в задачу геоморфологии должно входить исследование самих форм земной поверхности: не только их точное изображение (топография, картография, блок-диаграммы, макеты) и выяснение способа образования, но также и специфическое, собственно геоморфологическое их содержание. Условимся, что под геоморфологическими объектами мы будем далее понимать неровности земной поверхности (в этом понятии мы выше отметили и реальное, и условное, что не мешает, однако, его качественному анализу) как части или частности формы этой поверхности (ее рельефа). Понятие о форме, действующее пока в геоморфологии, общепринятое, совпадающее с тем, которое дается в академическом словаре (см. выше). Но взятая сама по себе, т. е. без содержания, форма превращается в философскую либо математическую категорию. Полезно вспомнить и об этих категориях.

Философски форма — это внутренняя организация содержания, обнимающая систему устойчивых связей предмета. Устойчивость и активность формы по сравнению с вещественным содержанием предмета подчеркивалась еще Платоном. В свое понимание «эйдоса», т. е. формы в более широком смысле, нежели «морфе», древнегреческий философ вкладывал реальную определенность тела, как некоей целостности, несводимой к пространственно-геометрическим соотношениям элементов, составляющих вещь.

Не только исторический интерес представляют, по видимому, и суждения о форме Г. Ф. Гегеля. Следуя Платону, Гегель придерживался широкого понимания формы как эйдоса, точно переводимого немецким *Gestalt* и не имеющего синонима в русском языке. А. П. Огурцов, автор примечаний к «Энциклопедии философских наук» Гегеля (1975), отмечает, что лучший перевод

Gestalt — прообраз, лик, облик. Однако в нашем восприятии этих понятий все же всегда доминирует внешняя сторона явления. По Гегелю, Gestalt — это некая всепроникающая форма, единство соотношений частей, которое организует тело извне и изнутри, «... тело, у которого не только специфический способ внутренней связи, но и его внешнее *ограничение в пространстве* определено *имманентной и развернутой формой*. Так форма манифестирует теперь *себя сама* и не есть лишь способ отпора внешнему насилию» (Гегель, 1975, стр. 219). Немецкий философ, подчеркивая, что форма есть устойчивая связь частей целого, указывает далее, что «... форме противен... покой, ибо она есть беспокойство, движение, деятельность» (там же, стр. 359), «деятельность формы ... в полагании *тождественного различным и различного тождественным*» (там же, стр. 235). Мысль о том, что форма организует тело как извне, так и изнутри, приводит Гегеля к заключению о существовании у явлений формы внутренней и внешней (у Гегеля *forme primitive* и *f. secondaire*, что лучше, пожалуй, переводится, как форма первичная и вторичная). Взаимоотношения этих двух форм иллюстрируются Гегелем на примере кристаллов. В современном естествознании форме Гегеля как системе устойчивых связей частей у целого, ближе всего соответствует понятие «структура» и, таким образом, правильно было бы говорить о структуре как внутренней форме тел (явлений) и, в свою очередь, о форме, как внешней их структуре.

Для геоморфологии в этих формулировках Гегеля ценно, на наш взгляд, то, что форме как единству частей целого, приписывается прежде всего активность, т. е. постоянный внутренний стимул развития, что мы и наблюдаем в действительности. С другой стороны, этими формулировками хорошо раскрывается диалектическая сущность понятия (и явления) «морфоструктура» как единства внутренней формы (геологической структуры) с внешней формой, т. е. элементом рельефа соответствующего ранга.

В философских суждениях речь часто идет о вещах, телах, явлениях без подчеркнутого их разграничения. В самом деле, что считать вещью в геоморфологии? Ведь в нашем представлении форма — это еще не вещь. Но о каком теле здесь может идти речь — ясно: о теле Земли

или любой ее части, в ограничение которой входит какая-то доля земной поверхности. Представление о теле Земли вновь возвращает нас к понятию о геологическом субстрате.

Содержание в природных явлениях составляет вполне определенный (т. е. взятый в единстве с формой) материальный субстрат, специфический для данного рода явлений, а не субстрат вообще. Это вновь подводит нас к геологическому субстрату. Кажется, здесь можно было бы остановиться, так как этому субстрату, как одному из ведущих условий или факторов рельефообразования, уже спето достаточно диэпирамбов, но как только мы вспоминаем о морфологической сущности и предназначенности геоморфологии, и на этот раз остается известная неудовлетворенность. В самом деле, является ли геологический субстрат на самом деле специфическим для геоморфологии? Нет, не является, можем сказать уверенно. Не все, что входит в геологический субстрат, важно для этой науки. На это впервые обратил внимание И. С. Щукин в 1934 г. Морфологическая дифференциация, заложенная, так сказать, в геологический субстрат, на земной поверхности может обернуться, и действительно оборачивается подчас совершенно иным планом, характером и стилем геоморфологической дифференциации. Действующее в земной коре динамическое начало, сплошь и рядом приводящее к очень серьезным геоморфологическим эффектам, также не может быть охвачено понятием геологического субстрата и т. д. Автор пытался «отобрать» из геологического субстрата все необходимое для возможности повлиять на ход рельефообразования и охватить это понятием «геоморфологическая структура» (Флоренсов, 1964). О термине можно спорить, но сущность дела ясна. Она заключается в том, что геоморфология имеет дело со своим, специфическим субстратом, вещественным, производным, зависимым, но не тождественным геологическому.

Мы говорили о вещественной основе рельефа и теперь должны спросить себя: исчерпывается ли ею то, что служит в геоморфологических явлениях их содержанием? Нам представляется, что наряду с вещественным содержанием, его явными и скрытыми морфологическими свойствами, в содержание геоморфологических форм включены все материальные (необязательно вещественные)

следы литодинамического потока. Эти следы как бы овеществлены в осадках любого происхождения, транзитных и терминальных, образованных на месте, сдвинутых и движущихся, составляя приходную часть баланса литодинамического потока в данный момент времени, или же представляют расходную часть последнего. Первые — это устойчивые и неустойчивые в геологическом масштабе времени аккумуляции, вторые — все великое разнообразие денудационных форм. Грандиозными формами внутренних литодинамических потоков земли являются, как известно, вулкано-тектонические опускания, кальдеры, вулканы, приподнятые кровли лакколитов, лавовые поля и плато, сводовые поднятия, растущие за счет гранитизации своих ядер и т. д.

Из сказанного следует, что по вещественному субстрату необходимо различать четыре категории геоморфологических явлений.

Во-первых, синхронные и сингенетичные по своему субстрату — субаэральные, субаквальные осадочные и вулканические аккумуляции; во-вторых, асинхронные и асингенетичные формы денудации всех типов; в-третьих, — синхронные и асингенетичные — неотектонические формы рельефа (деформированные пенеплены и т. д.); в четвертых, — асинхронные и сингенетичные — формы селективной денудационной препарировки.

Полезность такого разделения, с нашей точки зрения, заключается в том, что все они оказываются производными разных стадий и состояний литодинамического потока, которые (стадии и состояния) определяют место и время существования каждой из названных геоморфологических категорий.

О ПРИНЦИПЕ КОНФОРМНОСТИ

Природа на каждом шагу дает нам превосходные примеры гармоничного, геометрически подобного, соразмерного, конформного. Удивительно, или, напротив, вполне естественно, что эти примеры наука находит и в галактических и трансгалактических безднах, и в Солнечной системе, в макром мире одной нашей планеты, и в микромире, куда научная мысль, побуждаемая НТР, проникает с беспримерным рвением и настойчивостью. Без сомнения, поразительное, а значит необычайное (исключительное) и естественное (обычное) — только разные точности отражения в нашем сознании разных явлений объективной реальности, и трудно утверждать, что из них ближе отражает эту реальность. Сами же «необычайное» и «обычное» не существуют как объективные реальности, будучи лишь субъективными категориями, нашим отношением к этим понятиям. Именно с ними, как мне кажется, и должны быть соотнесены гармоничность, соразмерность, подобие и конформность в явлениях природы, так же как противоположные им черты, или антитезы.

Сравнительный метод как путь познания различия и тождества вещей — один из краеугольных камней научного исследования и мышления. Он широко и постоянно используется в науках о Земле, в частности, лежит в основе и анализа и синтеза фактов, составляющих предмет науки о рельефе Земли. Геоморфология («наука о формах», как это подчеркнул тридцать лет назад Б. Л. Личков) имеет дело с явлениями, в которых внешние геометрические очертания, их «наружность» играют главную роль и обозначения которых, принятые в общеупотребительном разговорном языке, давно стали также и научными терминами («горный хребет», «гора», «холм», «долина», «овраг», «пойма» и т. д.).

Если мы условимся считать собственно морфологический подход если не главнейшим, то на первых порах первенствующим, исходным в развитии геоморфологической теории, то именно морфологические свойства земной поверхности и должны быть рассматриваемы в первую очередь.

Против «чистой» геоморфологии, занимавшейся более или менее точным и подробным описанием форм земной поверхности, возражали виднейшие ученые как в СССР, так и за рубежом. На объяснительном описании рельефа, а не описании вообще, настаивал еще В. Дэвис, а В. Пенк видел в нем чисто служебную геологическую задачу. Закрытие геоморфологии в мире форм земной поверхности как таковых осуждали К. К. Марков (1948а), Б. Л. Личков (1948) и многие другие. В одной из своих статей, составляющей по существу реферат опубликованной в том же году монографии, К. К. Марков прямо указал, что «...изучение движений земной коры по геоморфологическим признакам есть главная задача геоморфологии» (1948б, стр. 13). В этом отношении, несмотря на резкую критику воззрений В. Пенка, приведенную в той же статье, К. К. Марков полностью с ним соглашался. Но в 50-х и особенно в 60-х годах в Советском Союзе возникла, быстро развивалась и приобрела главенствующую роль, тенденция противоположная. Геоморфология столь расширила свои контакты со смежными науками — неотектоникой, тектоникой, структурной геологией, геофизикой и т. д., в ней настолько возобладали структурно-геоморфологический аспект, что наука о рельефе стала даже как будто утрачивать свое первоначальное лицо и свой предмет (современный рельеф, его прошлое и будущее), все дальше уходя в палеогеоморфологические, т. е. по существу в историко-геологические или палеогеографические построения и как бы вновь становясь отраслью геологии (Флоренсов, 1971). Наиболее развитым тектоническим направлением в советской геоморфологии стал морфоструктурный анализ, полностью отвечавший духу времени, оказавшийся в послевоенные годы основным методом региональных исследований. Его принципиальные положения были впервые сформулированы И. П. Герасимовым, поддержаны и развиты затем Ю. А. Мещеряковым и большой группой сотрудников Института географии АН СССР. Но в этой связи спра-

ведливость требует напомнить слова Б. Л. Личкова, сказанные им на заре создания морфоструктурного анализа: «Рождается сейчас именно на нашей территории учение о происхождении и развитии форм рельефа земной поверхности, параллельное с происхождением и развитием структур, облеченных этими формами» (Личков, 1948, стр. 19).

На Международном симпозиуме по прикладным аспектам морфоструктурного анализа, состоявшемся в Братиславе в 1976 г., были подведены итоги применения этого анализа как в теоретическом, так и в практическом плане (Международный симпозиум в рамках МГС по методам морфоструктурного анализа..., 1976).

Автор целиком разделяет все основные принципы морфоструктурного анализа, которым и сам он занимался с момента его возникновения (Флоренсов, 1947 а, 1948, и др.). В данном очерке я касаюсь только некоторых методологических его аспектов.

Проблема формы и содержания, их сущности и соответствия (несоответствия) друг другу в явлениях природы — одна из самых старых философских проблем. В предыдущем очерке мы рассмотрели ее довольно подробно в применении к объектам геоморфологии, причем столкнулись с трудностью определения содержания этих объектов, поскольку геологический субстрат не может быть просто приравнен геоморфологическому содержанию. В геологическом субстрате, как в любом другом материальном объекте, заключены (ему свойственны, присущи), во-первых, субстрат как вещественное наполнение, а во-вторых, система устойчивых внутренних связей, организующих части целого (например, отдельные слои, вулканические потоки и т. д.), называемая формой, а в новейшее время все более сближающаяся с понятием структуры. Тектонические структуры (элементы, части, единицы структурной геологии) — явления и понятия общеизвестные. Но о них часто говорят и как о структурных или тектонических формах. Примером может служить антиклинальная складка: это и геомеханическая деформация, и структурная форма, и просто форма, причем как внутренняя, отображаемая изгибами (подобными или параллельными) многих слоев, так и внешняя, обрисованная внешним (верхним, самым молодым) из слоев, участвующих в складке. Но складка вообще, не

только в геологии, тоже форма. Таким образом, говоря о структурной форме, мы почти допускаем тавтологию, так как понятия внутренней формы и структуры очень близки, если не тождественны.

Итак, мы вступили в своего рода терминологические джунгли, хотя, казалось бы, речь идет о довольно простых вещах. И если сделать следующий шаг, т. е. вывести данную «структурную форму» на земную поверхность, то последняя, как уже явление геоморфологическое, сможет отобразить или повторить ту же складку в полном или неполном, точном или неточном (искаженном внешними процессами) виде. Явление соответствия внешней формы какого-либо тела структуре (внутренней форме) окружающей или, как говорят геологи, вмещающей среды принято называть конформностью. Прилагательные «конформный» и «дисконформный» широко употребляются в геологии («конформные интрузии» и т. д.). Поскольку те же явления соответствия формы и содержания, понимаемых в геометрическом смысле, чрезвычайно широко распространены в природе, возможно говорить вообще о принципе конформности. Возвращаясь к философской стороне этого принципа, необходимо, очевидно, вспомнить о диалектическом единстве формы и содержания (внутренней формы) как в случае идеальном, когда мы имеем дело с полной конформностью, так и в случае приближения к последней, сколь угодно близкого или далекого. Автор одним из первых пытался применить принцип конформности к постановке и решению задач структурной геоморфологии (Флоренсов, 1965б), а в последнее время им воспользовался для тех же целей Г. И. Худяков. Этот принцип положен им в основу теоретических построений геоморфотектоники как нового научного направления, промежуточного (или, точнее, синтетического) между геоморфологией и тектоникой. Следует оговориться, что самый термин «геоморфотектоника» впервые и как-то мимоходом был употреблен Б. Л. Личковым в уже цитированной выше работе (Личков, 1948). Более распространен и имеет тот же смысл термин «морфотектоника» Кобера—Хиллса. И тот и другой термины нельзя, на наш взгляд, считать удачными и необходимыми. Однако ими все чаще пользуются советские геоморфологи (Коржуев, 1974; Худяков, 1975 и др.), вошли они и в наши словари.

Г. И. Худяков считает, что сочетание в историческом аспекте объемной и поверхностной характеристик морфоструктуры есть существо морфоструктурного анализа. Под морфоструктурой он понимает «...не эндогенную форму рельефа, а прежде всего саму тектоническую структуру, конформно выраженную в рельефе» (Худяков, 1975, стр. 56). Кроме того, Г. И. Худяков вводит понятие «морфоструктурного пространства», внешне ограниченного рельефом земной поверхности, а внутренне — конформным ему содержанием в пределах тектоносферы. Наконец, им выделяются комплексы горных пород и геологические тела, конформные тем или иным морфоструктурам, противопоставляемые их коррелятным отложениям и геологическим телам, производным от морфоструктур и генетически сопряженным с ними (там же, стр. 60).

Таким образом, широко пользуясь принципом конформности, Г. И. Худяков распространяет его не только на структурные и морфологические, но и на вещественные элементы земной коры.

Рассматриваемый принцип может пониматься и очень широко, как общий случай необходимости (тенденции) соответствия формы явлений природы их содержанию и становясь, таким образом, философской категорией, и более узко, в конкретном применении к формам рельефа регионального и даже локального значения. Но было бы неверно (и в этом одна из встречающихся ошибок при механическом использовании морфоструктурного анализа и лежащего в его основе принципа конформности) возводить этот последний в некий абсолют, в закон, не допускающий исключения. Поскольку сам принцип связан с диалектическим законом единства формы и содержания, являясь одним из его выражений, а то и другое (форма и содержание) в вещах и явлениях находятся в постоянном изменении, причем содержание, как правило, изменяется быстрее и существеннее формы, то и само понятие конформности предполагает сосуществующую с ним дисконформность, т. е. возможность нарушения конформности — ту или иную степень несоответствия формы ее содержанию. Мир геоморфологических и геологических объектов дает огромное количество примеров этого. Известны очень молодые выраженные в рельефе складки четвертичных отложений, еле тронутые экзогенной скульп-

птурой и являющие пример почти полной конформности. Редко, но все же встречаются великолепно отпрепарированные селективной денудацией древние складки. Но есть и противоположные отношения, когда геологическая структура почти совсем не проявляется в формах рельефа. Мы подчеркиваем — почти не проявляется, так как при внимательном наблюдении геологическая структура в том или ином виде «просвечивает» даже сквозь пепеленизированную поверхность и покров «наносов», проявляясь в их деталях, неуловимых при визуальных наблюдениях «сбоку», и образуя через окраску и микро-рельеф вполне четкий рисунок на аэрофотоснимках. Случаи, когда геологическая структура совершенно не отображается в рельефе, даже при самых тщательных и деталь-ных исследованиях, крайне редки, но они все же имеют место, демонстрируя подавление конформности рельефа субстрату его противоположностью — дисконформностью. То и другое связаны диалектически, хотя форма связи здесь не прямая и качественно иная, чем связь формы и содержания, в которой, как известно, в процессе развития содержания форма может оказаться все менее гармонирующей, когда явление дисконформности усиливается до критической величины, после чего старая форма сбрасывается и заменяется новой, гармоничной, и конформные отношения вновь становятся доминантными.

Случаи конформных и дисконформных отношений в формах земной поверхности распространены столь же широко и повсеместно, как и явления симметрии и асимметрии, и так же как последние являются важным морфологическим свидетельством, если не прямым признаком интенсивности и направления действующего рельефообразующего механизма и имеют ближайшее отношение к оценке возраста форм рельефа.

Легко видеть, что в основе морфоструктурного анализа лежит именно принцип конформности, который, повторяем, подразумевает возможность, а в конкретных явлениях и наличие противоположного морфологического начала — дисконформности. Именно поэтому связь крупнейших структур (и неоструктур) земной коры с крупнейшими же чертами рельефа Земли столь устойчива, проста и наглядна. Именно геотектуры первыми обратили на себя внимание основоположника морфоструктурно-

го анализа И. П. Герасимова, поскольку осложняющий их скульптурный орнамент (выражение, примененное впервые, кажется, Б. Л. Личковым) в мелкомасштабном (глобальном) обзоре неразличим. С укрупнением масштаба обзора резче выступает, как известно, экзогенная скульптура, усиливается дисконформность, выступающая уже в роли ландшафтного фактора, своего рода геоморфологической маски на геологическом лице земной коры.

Применение принципа конформности к морфологическому анализу Земли возможно на любых «уровнях», или размерностях, начиная с глобального. В самом деле, следствием вращения Земли является ее форма сфероида, который однако не идеален. Разница между сфероидом и геоидом (дисконформность второго первому) определяется плотностными неоднородностями Земли и тектоническими явлениями. Еще выпуклее эти соотношения оказываются при сопоставлении сферических оболочек (геосфер) с земным сфероидом и геоидом. В целом и общем геосферы конформны сфероиду (геоиду) и друг другу, но их границы далеки от полной взаимной параллельности. Последнее касается не только высокоподвижных границ лито-, атмо- и гидросферы, но и более глубоких оболочек. Мнение о симметричном внутреннем строении Земли, бывшее долгое время незыблемым, поколеблено не только новейшими данными о сложности рельефа Мохо, но и о горизонтальных неоднородностях в верхней и даже в средней мантии (Бугаевский, 1976). Следовательно, для недр планеты также сохраняет силу сочетание и взаимодействие кон- и дисконформного начал. На фоне этого грандиозного сечения всей толщи планеты такие же соотношения, те же неустойчивые в пространстве и геологическом времени взаимодействия формы и содержания должны иметь, и на самом деле имеют, место в более узких или менее мощных зонах внутри геосфер, а также на границах между ними. Можно думать, что рельеф земной поверхности (соответственно нижней поверхности атмо- и наземной гидросферы¹) сложнее рельефа более глубоких границ раздела, так как термодинамиче-

¹ В настоящее время считается фактом наличие, наряду с наземной, также и подземной гидросферы, простирающейся до нижней границы земной коры (Дегазация Земли, 1976).

ские контрасты первой особенно велики. Соответственно и соотношения кон- и дисконформного в рельефе земной поверхности должны быть особенно сложны и изменчивы как в пространстве, так и во времени. Из сказанного явствует, что для всех порядков и размерностей земного мира — от глобального до локально-ландшафтного и даже для элементарных единиц рельефа — конформное сочетается с дисконформным, и каждый случай, каждая степень таких сочетаний представляет особый геоморфологический интерес.

Сама проблема кон- и дисконформного в рельефе земной поверхности имеет далеко не формальное, как может показаться на первый взгляд, а формообразующее, или морфогенетическое значение. Как и явления симметрии и асимметрии, рассматриваемые соотношения формы и содержания (специфического геоморфологического субстрата) являются ключом морфологического анализа, раскрывающего происхождение форм земной поверхности, сущность их механизма, места и времени образования. Последнее положение не нуждается в подробном рассмотрении, поскольку оно составляет содержание широко известного и детально разработанного учения — морфоструктурного анализа.

Если принцип конформности — вывод из огромного эмпирического материала и следствие одного из самых общих законов природы, не включал бы в себя, как вспомогательный, подчиненный принцип дисконформности, то геоморфология была бы не в состоянии ставить и решать задачи, относящиеся к проблеме «тектоника и рельеф», которая сама является лишь частью более общей и одной из самых актуальных проблем наук о Земле: «недра — земная поверхность». Морфоструктурный анализ с таких позиций не может ограничиваться выявлением связи «структура — форма рельефа», он должен также заниматься раскрытием степени этой связи, ее объяснением и истолкованием, как необходимым звеном в историческом анализе рельефа.

Выявляя кон- и дисконформные связи неровностей земной поверхности с их специфическим геоморфологическим содержанием, мы становимся тем самым на путь классификации этих неровностей по главнейшему, на наш взгляд, признаку — соответствию формы содержанию. Структурно-морфологические исследования (пусть

от формы к содержанию) должны занять в геоморфологии равное по своему значению место с морфоструктурным анализом¹. Опыт, накопленный в нашей стране в области морфоструктурного анализа рельефа, столь велик и разнообразен, что уже пора поставить вопрос об отыскании эталонов форм рельефа, находящихся на разных стадиях своего развития, и облекаемых этими формами геологических структур, активных и пассивных, также на разных стадиях их развития. Отметим, что «пассивная» структура не значит структура, лишенная развития — дело лишь в темпе и качестве этого развития, а также в том динамическом начале, которое кроется в казалось бы мертвой древней структуре и обнаруживается лишь по вскрытии, т. е. уже в «геоморфологическом пространстве». Система таких эталонов, их, так сказать, денудационно-структурные ряды или морфоструктурные типы позволят внести новое, более общее и вместе с тем вполне конкретное начало в содержание геоморфологических карт. Наконец, построение такой «азбуки» структурной геоморфологии важно не только для дальнейшего углубленного генетического анализа рельефа Земли как одного из средств познания строения и истории земных недр, но и на сравнительной основе — рельефа других планет.

¹ В этой связи хотелось бы обратить внимание на две очень интересные работы, появившиеся в последние годы на страницах журнала «Геоморфология». В первой из них (Поздняков, 1973) динамическое равновесие рельефообразующих сил рассматривается (и очень удачно) в собственно морфологическом аспекте. Во второй (Астахов, 1976) ставится правомерный вопрос о создании общей (и независимой от геохронологической) морфохронологической школы, учитывающей в качестве главного критерия относительный «морфологический» возраст рельефа.

ДВОЙСТВЕННОСТЬ ПРОЦЕССА РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ

Размыв коренных пород и накопление продуктов их разрушения в долинном (эрозионном) рельефе давно и без сомнения задолго до создания системы научных знаний о природе обратили на себя внимание как явления принципиально противоположные. Возможно, что такое противоположение, как и причинно-следственная связь явлений размыва и накопления, были осмыслены и использованы на практике еще при древнейших разработках россыпных месторождений, например, россыпей золота у древних египтян. С той поры, т. е. за 5—6 тысячелетий, несмотря на накопленный огромный практический опыт и наличие современной довольно стройной теории россыпей, изучение соотношений размыва — накопления и их результатов в конкретных условиях все еще сталкивается с большими трудностями. Последние объясняются крайней сложностью и изменчивостью соотношений этих двух явлений, или сторон, в работе текучих вод в разное время и в разных местах даже одной единственной долины. Это тоже трюизм, но в целях развития названной темы на него необходимо сослаться прежде всего.

В двуедином процессе развития речной долины, если принять максимально упрощенную схему, в верховьях создается глубинный врез, в среднем отрезке чередуются участки глубинного и бокового размыва, с одной стороны, и накопления — с другой. Чередование таких участков может происходить и вдоль и поперек долины, а в низовьях происходит преимущественная (или единственная) аккумуляция аллювия. При этом впервые начинают или продолжают деформироваться размывом (точнее, терять первоначальную форму) геологические тела, вскрываемые или уже вскрытые развивающейся долиной. В местах этого вскрытия геологические формы названных тел преобразуются в геоморфологические фор-

мы. Самим фактом вскрытия пробуждаются к жизни ранее скрытые в данном геологическом теле его морфологические возможности, и в общем случае первичная геологическая форма, экспонируясь, более или менее усложняется.

Совершенно противоположные морфологические результаты имеют место в области аккумуляции. Ею создаются новые, производные от старших по времени и механически дезинтегрированных русловым процессом эрозионных «вырезов», аккумулятивные геологические тела, в которых поверхности аккумуляции, во-первых, являются также и геоморфологическими поверхностями, а, во-вторых, в силу законов симметрии, действующих в процессе седиментации и направляющих последнюю, приобретают форму, простейшую в данных условиях (характер ложа, гидродинамики потока и т. д.). Громадное число примеров относительно простых форм аккумулятивных тел, в общем случае более или менее плоских линз, дают нам и естественные обнажения и разведочные профили.

В приведенном примере мы коснулись соотношений геологической и геоморфологической форм. Первая из них свойственна геологическому субстрату до экспонирования, вторая — после экспонирования, которое может быть лишь частичным, поскольку субстрат состоит не только из структурных поверхностей, но и структурных объемов (геологических тел). Следовательно, в процессе экспонирования мы наблюдаем переход геологической формы в геоморфологическую, причем та и другая могут совпадать лишь в редких случаях особо совершенной препарировки. Используя тот же пример, мы обнаружим, что в верховьях долины, где усиленный размыв вскрывает какое-либо геологическое тело, форма последнего при выходе на земную поверхность почти неизбежно меняется и чаще всего усложняется. В низовьях аккумулятивное тело относительно простых очертаний, например, конус выноса, создается за счет дезинтегрированных масс горных пород, слагающих верхний участок долины. В реальных условиях распределение участков коренных пород и отложения или переотложения аллювия, их чередование и замещение одних другими будут, конечно, гораздо более изменчивыми и многообразными, но намеченная общая картина останется той же. Размыв ведет к

усложнению формы земной поверхности, аккумуляция к ее упрощению. Этот общий вывод из сопоставления размыва — накопления имеет огромное геоморфологическое значение, но из него не следует еще более общий вывод о том, что аккумуляция на земной поверхности какого-либо материала во всех случаях означает упрощение формы этой поверхности. Тем интереснее вспомнить, что эрозия в принятом понимании и накопление аллювия — лишь частные проявления универсального процесса денудации (глиптогенеза, по Э. Огу) и аккумуляции, а в более общей формулировке — деструкции и конструкции верхней части земной коры, а отсюда попытаться распространить такой морфологический подход на другие рельефообразующие процессы и, в конечном счете, на субаквальные и субаэральные ландшафты.

Одним из самых общих познанных противоречий как движущих начал в развитии материи является, как известно, противоречие общего и частного, соединения и разъединения, син- и дискретности, интеграции и дезинтеграции. Понятия об этих противоречиях, взятых как противоположности или крайности, даже без углубления в их диалектическую сущность, — одни из самых исходных и фундаментальных в человеческом мышлении. Как показано новой физикой, отражаемые этими понятиями свойства материальных явлений присущи и макро- и микромиру. Они имеют особую ценность в научном познании природных объектов — от галактик до атомных оболочек и ядер.

Понятия о целом и частном, объединении и разъединении могут быть отнесены к изучению явлений как в статике, так и в динамике. Эта широта, универсальность рассматриваемых понятий и содержащаяся в них в полускрытом или явном виде количественная сторона давно приняты в виде главных начал в математике и, в частности, в геометрии. Достаточно ясно также, что в них самих (т. е. понятиях целого и частного) содержится или, лучше сказать, из них может быть выведено в самом общем виде понятие о форме. В самом деле, частное предполагает существование каких-то определенных его отношений к целому. Но это и есть форма внешняя, предполагающая необходимость встречи (сближения) с другим частным или многими частными, а общее или целое логически указывает на наличие связей, направленных в

него самого, т. е. формы внутренней. Мы знаем, по крайней мере, что методологическая ценность использования таких общих понятий проверена всем опытом научного мышления. На них, в конечном счете, основаны индуктивный и дедуктивный методы исследования, испытанные в познании конкретных форм природных явлений. Значение таких общих категорий на каждом шагу и демонстрируется и проверяется в естествознании. И, конечно, не геоморфологии, как одной из самых морфологических наук, проходить мимо них.

При изложенной постановке вопроса как будто сохраняет свой смысл понятие о частной, отдельной форме рельефа в ее отношении к рельефу как части к целому. Вместе с тем кажется несколько сложнее обратная логическая операция, т. е. представление о делимости рельефа, поскольку последний составляет форму некоторой, ограниченной какими-то рамками общей земной поверхности, в которой «отдельные» формы могут существовать лишь сосуществуя с другими формами. Их можно рассматривать, в лучшем смысле, как «полунезависимые» объекты исследования. Впрочем, такое затруднение относится только к некоторым, правда, весьма широко распространенным типам рельефа, в которых отделение одних форм от других обычно крайне условно. Об этом подробно говорилось выше.

Элементарно представление о том, что все скульптурные формы рельефа Земли подразделяются на денудационные и аккумулятивные, а эти два класса дифференцируются в свою очередь по ведущему рельефообразующему процессу. Как и всякие другие классификации природных явлений, эта классификация, будучи упрощенной схемой, снятой с природы, не подчеркивает, но и не отрицает наличия между классами, группами, рядами явлений некоторого, во многих случаях, вероятно неограниченного числа переходных звеньев. Денудационно-аккумулятивный, или аккумулятивно-денудационный, рельеф, как он обозначается в легендах к геоморфологическим картам,— понятие статическое, подразумевающее наличие форм либо смешанного генезиса, либо совместно существующих и парагенетически связанных денудационных и аккумулятивных. Само собой разумеется, что термин «денудационный» включает в себя представление о разрушении какой-то ранней и необязательно осадоч-

ной аккумуляции вещества. Термин «аккумулятивный», в свою очередь, подразумевает предшествовавший денудационный процесс (и соответствующие ему формы рельефа), обеспечивший изъятие из одного и доставку в другое место осадочного или вулканического материала. Выше автор стремился показать, что денудационные и аккумулятивные образования в рельефе суть различные проявления универсального литодинамического потока. Те и другие — единства противоречий размыва (в широком смысле) и накопления, в которых (единствах) ведущее и подчиненное противоречие имеют обратные соотношения.

В соответствии с существованием двух названных генетических классов геоморфологических объектов, денудационного и аккумулятивного, следует различать два мыслимых способа возникновения новых форм рельефа. Автор делит их на первичные и вторичные, или производные.

Первичные — результат аккумуляции вещества, и такие формы находятся в прямой связи с механизмом аккумуляции, связи настолько тесной, что они нередко служат исследователю для безошибочной генетической диагностики данных форм. Это и эфемерные, и устойчивые во времени и пространстве разнообразные скопления осадочного и вулканического материала, а также специфические механические следствия аккумуляции глубинного вещества или его перерождения (например, фазовые переходы), создающие на земной поверхности крупные неровности — положительные неотектонические структуры.

Вторичные — формы рельефа, возникающие за счет других, ранее существовавших форм путем их объединения, слияния или же, напротив, путем разделения, расчленения, распада на неровности более высокого порядка. Именно в этих последних проявляется со всей отчетливостью делимость рельефа на более дробные, мелкие элементы. Именно им земные ландшафты обязаны своим разнообразием, пестротой, живописностью. Глубокий морфологический смысл этой особой «формы» рельефообразования заключен в самом механизме вырезывания углублений на приподнятых элементах рельефа и распаде последнего на более мелкие части. Если денудация — это в геологическом смысле процесс обнажения (букваль-

ное значение термина), последовательное, все более глубокое отделение наружного покрова и его удаление в дезинтегрированном виде, то в геоморфологический эффект денудации входит также неравномерность процесса, возникновение за счет первоначально простых поверхностей подчиненных им малых выпуклых и вогнутых форм.

Легко видеть, что одной из причин усложнения формы земной поверхности в ходе ее денудации является все более глубокое и неравномерное вскрытие разнообразных структурно-вещественных элементов земной коры. Примеров можно привести множество. И даже очень однородное по составу и структуре тело массивного гранита в ходе денудации обнаруживает, как мы знаем, ранее совершенно скрытые поверхности облегченной делимости, свои отдельности в зоне выветривания, из которых природа порой строит весьма причудливые формы рельефа. Они столь характерны, столь выразительны, что им бывают присвоены и особые народные названия (например, байцы и кекуры в Восточной Сибири). Такие формы нередко как бы насажены на сглаженную поверхность водоразделов, где являются останцами выветривания, или венчают собой карнизы долинных склонов. Их обособленность среди плоских водоразделов трудно объяснить случайностью или какими-то особыми капризами денудации. Правдоподобнее считать, что длительное сохранение гранитных останцов объясняется скрытой первичной литоморфной неоднородностью разрушающегося гранитного массива. Неоднородность «в себе», существовавшая до экспонирования, в процессе геоморфологической дифференциации становится неоднородностью «для себя». Такие явления имеют место (например, в Забайкалье) в порфировидных, внешне вполне массивных и текстурно однообразных гранитоидах. Сходные явления усложнения, делимости форм субстрата с его сложной геоморфологической дифференциацией наблюдаются, как известно, и во внешне однородных экспонированных толщах известняков, вулканических пород и т. д.

Впрочем, здесь нас более интересуют явления делимости форм рельефа, не обусловленные их литоморфизмом. Представим себе, например, плато, расчленяемое оврагами. Мы будем наблюдать вполне ординарную картину: из крупной массивной формы возникают многочисленные вторичные эрозионные врезы, до известного пре-

дела легко ветвящиеся, и остаточные площадки — следы кое-где уцелевшего плато. В принципе ту же картину мы наблюдаем при расчленении склона долины поперечными или диагональными к ее оси падами, логами, промоинами, что приводит к одновременному образованию выпуклых, плоских или вогнутых фaset — дифференциатов потенциально единой поверхности долинного склона. В данном случае следует говорить именно о потенциальном единстве, поскольку межложковые участки склона продолжают развиваться одновременно с углублением падей и логов, но развиваться иными темпами и за счет другого механизма. Долинный склон как поверхность мог существовать и развиваться (например, выполаживаться) и без участия наложенных на него субпараллельных каналов стока; склон связан своим развитием со всей предшествовавшей историей данной долины, и это действительно некоторый морфологический «потенциал» для наложения форм более высоких порядков (поверхность, которая может, но в принципе не обязательно будет расчленена в течение некоторого отрезка времени более молодыми и более активными формами).

Из всего сказанного может быть сделан вывод, что скульптурный рельеф имеет тенденцию усложняться, пока не достигнет морфологической зрелости. Автор не боится пользоваться этим дэвисовским термином, считая, что никому не удалось предложить лучшего. Лишь после достижения такой зрелости в условиях относительного тектонического покоя начнется процесс сглаживания и упрощения форм рельефа, как это следует из естественного хода вещей в поле силы тяжести и из действия второго геоморфологического закона, по Д. А. Тимофееву (1972). Весь процесс развивается, таким образом, по гегелевской триаде: простое — сложное — простое + сложное в их взаимопроникновении.

Явления объединения форм рельефа в неровности более низкого порядка, геоморфологически проще построенные, более крупные, независимо от механизма объединения, т. е. аккумуляции в широком смысле слова, автор предложил назвать «геоморфологической интеграцией» (Флоренсов, 1976). Это понятие обладает, как нам кажется, преимуществом высокой общности, при которой слагаемые элементы, утрачивая свою геоморфологическую индивидуальность, т. е. свою специфическую фор-

му, приобретают новую форму, специфическую для их объединения. Теоретически следует предположить, что эта новая форма, поглотившая старые, сохранит в какой-то степени геоморфологические черты последних. Один из лучших примеров — наложенные друг на друга отдельные конусы выноса пролювиального материала из одной долины, составившие общий интегральный конус.

Интересным примером геоморфологической интеграции, в нашем понимании, служит образование (как процесс) и само существование (в качестве формы) косых подгорных равнин. Общеизвестно, что эти широко распространенные крупные формы рельефа слагаются аллювиальными и аллювиально-пролювиальными конусами выноса горных рек и осадками струйчато-дождевых потоков. Из отдельных конкретных примеров, иллюстрирующих различные стадии формирования подгорных равнин, отчетливо устанавливается их смешанное денудационно-аккумулятивное происхождение, в котором ведущим является аккумулятивное, а подавленным — денудационное начало. Ясно, что косые подгорные равнины — результат интегрирования множества остаточных (т. е. далеко не всех ранее существовавших), частных, разрозненных аллювиально-пролювиальных конусов и вееров. Несмотря на далеко не идеальную коническую форму их общей поверхности, последняя обладает все же гораздо большей простотой очертаний, чем каждый отдельно взятый первичный ее элемент. Будучи как бы результатом осреднения всех многочисленных составивших ее частных форм, такая равнина развивается в два этапа. Вначале интегрируются образованные эпизодическими выносами отдельные конусы в устьях смежных долин. Затем, разрастаясь и соприкасаясь друг с другом, конусы начинают сливаться и постепенно утрачивать свою морфологическую индивидуальность. Интегрированные морфологические цельности, в свою очередь, интегрируются в новую морфологическую цельность, сохраняющую черты их подобия, обнаруживаемого в виде продольной (относительно горного фронта) волнистости даже у очень мощных и зрелых косых равнин, подобных бэлям пьедестальных гор, описанных В. А. Обручевым, а затем многими другими авторами (Мурзаев, 1952; Синицин, 1969; Герасимов, Лавренко, 1952; Гоби-Алтайское землетрясение, 1963; Тимофеев, Чичагов, 1974).

Понятие геоморфологической интеграции, так же как дезинтеграции, предполагает наличие некоторого морфологического множества и, следовательно, количества. Можно сказать, что это количественные понятия, но вместе с тем они включают в себя в обобщенном виде элементы историко-генетические, как это ясно даже из предыдущего примера — пролювиального конуса выноса, в котором интеграция достигалась в течение известного времени и за счет механизма, действовавшего прерывисто, но однообразно.

Наряду со сказанным, геоморфологическая интеграция объединяет в одном, так сказать, морфологическом аспекте результаты самых разнообразных геоморфологических процессов, действующих как порознь, так и совместно, отводя им роль частных рабочих механизмов. Именно в этом, как было показано выше на некоторых примерах, обнаруживается собственно геоморфологическая ценность морфографического (все же лучше сказать — морфологического) подхода к анализу форм земной поверхности как в статике, так и в динамике.

Все сказанное выше позволяет, с нашей точки зрения, признать геоморфологические интеграцию и дезинтеграцию (противоположные по своей исторической и динамической сущности и в то же время немислимые в независимости друг от друга, сосуществующие в пространстве, а во времени связанные условиями предшествования или последования) наиболее общими, притом собственно морфологическими началами в процессе рельефообразования, более общими, чем, скажем, денудация и аккумуляция даже в их отвлечении от частных рабочих механизмов. С чисто морфологической точки зрения, эти «полуколичественные», но содержащие особые «пластические» качества, взаимоисключающие и взаимопроникающие начала представляются по своему значению по меньшей мере равноправными с эндо- и экзогенным двигателями в развитии рельефа, поскольку последние отражают не столько морфологическую, сколько генетическую сторону явлений. Впрочем, ни о равноправии, ни о соперничестве в данном случае говорить вообще не приходится. Интеграция и дезинтеграция — то общее, хотя также двойственное, что содержится в проявлениях эндо- и экзодинамики. Эти последние — то частное и специфическое, чего лишены интеграция и дезинтеграция.

В морфологической и генетической сущностях интеграции и дезинтеграции и эндо- и экзодинамики действуют свойственные им специфические противоречия, вполне конкретно воплощающиеся в любом реальном рельефе, кроме идеально и, следовательно, нереально равнинного.

Аккумулятивное в геоморфологии (да и в других областях) не всегда означает простое. Достаточно вспомнить о рельефе свежей, только что освобожденной из толщи льда донной морены, или о группе барханов, надувнувшихся на твердую ровную поверхность. Причина, вследствие которой в обоих случаях возникают дифференцированные формы рельефа, лежит, конечно, не в физической сущности аккумуляции, а в ее неравномерности. С другой стороны, денудация на поздних стадиях из фактора расчленения и, следовательно, дезинтеграции сама превращается в фактор выравнивания и, значит, интеграции, чему наилучшие примеры — явления пенепленизации и педипленизации.

Видимо, нет необходимости подчеркивать, что процессы интеграции и дезинтеграции осуществляются как экзогенными, так и эндогенными механизмами. Не вдаваясь в подробности и конкретные примеры, укажем, что для эндогенной интеграции и дезинтеграции хорошей иллюстрацией может быть проходящая через различные стадии жизнь вулкана или сводовое поднятие, объединяющее ранее существовавшие морфоструктурные элементы (либо, напротив, расчленение уже сформированного сводового поднятия последующей блоковой тектоникой).

Денудация и аккумуляция, экзо- и эндодинамика, как и соответствующие им формы рельефа, жестко детерминированы энергетикой и длительностью действия. Зависящие от них генетически, но в смысле морфологической общности стоящие выше них, дезинтеграция и интеграция связаны теми же зависимостями. К чему они ведут в реальном рельефе можно видеть и, следовательно, предвидеть.

Следует коснуться еще одной стороны рассматриваемых общих закономерностей, управляющих развитием рельефа. Как мы видели, интеграцией (здесь и ниже речь идет о геоморфологическом ее выражении) предполагается наличие уже готовых, достаточно развитых, хотя в отдельных случаях и продолжающих развиваться част-

ных форм, подвергающихся интеграции. Поэтому их необходимо рассматривать не как реликтовые, остаточные геоморфологические объекты, а как промежуточные звенья в цепи закономерного, пусть даже прерывистого хода превращения частного в общее. Напротив, дезинтеграция предполагает в самом общем виде наличие либо готовых, во всем основном закончивших свое развитие исходных форм, обреченных на расчленение и распад, либо крайне медленное развитие последних, энергетически и трансформно несравнимое с развитием новых форм, непосредственно осуществляющих дезинтеграцию.

Как противоположные и противоречивые формы отношений частного и общего в их приложении к геоморфологическим объектам и методикам их анализа, дезинтеграция и интеграция не могут быть просто уподоблены: первая — денудации, а вторая — аккумуляции в широком смысле этого слова. Та и другая суть равнодействующие всех деятельных в данное время и в данном месте рельефообразующих факторов, их суммарный, хотя и временный, текущий морфологический результат, в котором обезличены отдельные действующие факторы и прямо выражена тенденция к повышению или понижению сложности очертаний и размерностей рельефа. Взаимодействие дезинтеграции и интеграции, запечатленное непосредственно в пластике рельефа, составляет, таким образом, его собственно геоморфологическую динамическую обобщенную сущность.

В принятом здесь конкретном морфологическом понимании интеграцию и дезинтеграцию нельзя, очевидно, считать также отражением общего созидательного и разрушительного начала в природе. Каждое из рассмотренных действий в их отвлеченной форме, из которой мысленно удалены все и всякие свойства субстрата, вся специфичность частных генетических механизмов, заключает в себе эти начала лишь в определенных сочетаниях или единствах ведущего и подчиненного. Но именно они ведут непрестанную борьбу за раздел суши и, как теперь выясняется, также за раздел поверхности дна океана. Историческую направленность взаимодействия интеграции и дезинтеграции показал с классических позиций геоморфологии (не пользуясь данными терминами) Д. А. Тимофеев: с ходом геологического времени перевес переходит на сторону дезинтеграции — рельеф Земли прогрес-

сивно и необратимо усложняется (Тимофеев, 1972). Антропогенный фактор действует в общем в том же направлении.

В настоящем очерке автор пытался развить ранее высказанную им мысль о том, что, увлекаясь генетическим аспектом в науке о рельефе, мы уделяем слишком мало внимания собственно морфологическому аспекту и, как ни странно, количественной его стороне. В морфометрии сделано много разрозненного и ничего цельного. Нет общего подхода к рельефу как явлению пластически целостному. Представление о двойственности процесса рельефообразования, как нам кажется, неоспоримое,— известный шаг в этом направлении.

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ ФОРМ РЕЛЬЕФА

Вся морфоструктура рельефа Земли — порождение восходящей ветви литодинамического потока, а вся морфоскульптура — результат работы, осуществляемой на нисходящей ветви этого потока. Связь между морфоструктурой и морфоскульптурой оказывается тем самым весьма тесной и она, несмотря на их глубокую противоречивость, как раз и составляет те рамки, то максимальное удаление крайних значений, ту «амплитуду» процессов в земной коре и на ее контактах со смежными геосферами, которые сохранили общий облик земной поверхности на протяжении миллиардов лет, признаемся в этом, в мало изменившемся виде. Если о постоянстве последнего отнюдь не свидетельствует сравнение географической и палеогеографических карт (несмотря на крайне малую их достоверность), то все же общая линия поступательного развития Земли была относительно однообразной. Об этом красноречиво говорят различные, в первую очередь осадочные, комплексы горных пород, их фации, литология, геохимия, а также вся великая эволюционная цепь жизни на Земле. Представление о глобальном, прерывистом во времени и пространстве литодинамическом потоке и двух его (внешней и внутренней) ветвях, требуя признания постоянства некоторых общих законов на протяжении всей геологической истории, находит это признание и прямое подтверждение в реальных соотношениях геологических тел в земной коре, т. е. в геологических разрезах. Идея относительного постоянства главных геологических (геоморфологических) законов, как мы знаем, была свойственна естественнонаучному мировоззрению уже с давних пор, найдя свое конкретное методическое преломление в принципе актуализма.

Реконструированные по ископаемым следам ландшафты разных периодов фанерозоя, изображаемые в учебниках и монографиях, принципиально мало в чем или

почти не отличаются от современных земных ландшафтов не потому, что в таких реконструкциях чего-то недостает, а потому, что основные слагаемые палеоландшафтов — земля, небо, вода, рельеф, меняя свои формы, оставались в самом главном сами собой. И это положение, оправдывая правомерность актуалистического принципа в палеогеоморфологии, если вдуматься, сохраняет силу даже в случае признания былого существования единственного, впоследствии расколовшегося и распользшегося материка — Пангеи.

В мире нет устойчивого раздельного существования крайностей, есть только их смеси. Эта старая истина целиком приложима к геоморфологическим явлениям. В так называемом аккумулятивном рельефе всегда имеются элементы рельефа денудационного, и наоборот. Реальный, «живой» рельеф — смешение того и другого. Только очень детальные наблюдения, как и очень детальные геоморфологические карты, могут, да и то в некотором только приближении, отделить их друг от друга. Наши зрительные образы форм земной поверхности всегда обобщены и воспринимаются как нечто целое. Подобное отражение нашим сознанием объективно существующих неровностей земной поверхности есть вместе с тем отражение объективно существующей связи между всеми и всякими формами рельефа.

Выше постулировалось положение, согласно которому неровности земной поверхности могут существовать только в пространственной связи друг с другом, иначе само выражение «неровность», или «форма рельефа», теряет всякий смысл. Указывалось, что морфологическое выражение таких связей разнообразно, но все же поддается оценке по степени своей «резкости» или морфологическому «градиенту». Подчеркивалось также, что, поскольку земная поверхность непрерывно-прерывиста, отделение даже смежных неровностей друг от друга по морфологическим признакам имеет условный характер и что привлечение для целей такого разделения генетических критериев далеко не во всех случаях эффективно, так как наряду с резкими генетическими рубежами (например, бровка террасы над ее крутым уступом) существуют смешанные, генетически переходные зоны. Эта постепенность, переходность как морфологических, так и генетических признаков во многих случаях (в холмогорь-

ях, на волнистых равнинах) делает крайне условным и неточным понятие об «отдельных формах рельефа».

Плавные, мягкие очертания значительных участков земной поверхности каждый внимательный наблюдатель видел не только в равнинном, но и в горном, даже высокогорном рельефе. Таковы многие сырты Тянь-Шаня, сарамы Саян. Если при этом даже местные гипсометрические максимумы и минимумы лишены литоморфной связи со своим субстратом, а субпараллельные понижения не прорезаны даже сухими руслами, тщетно мы будем искать границы между днищами понижений, «крышами» разделяющих их возвышенностей и переходными зонами, т. е. склонами. Вскрыв рыхлый покров по какому-либо поперечнику, в подобных условиях обычно бывает возможно найти соответствие в составе, мощности или в том и другом между этим покровом и формой подстилающей кривой поверхности, но и здесь, например, в случае волнистых равнин, мы столкнемся с той же плавностью, постепенностью переходов. Напротив, на приподнятых равнинах или плато, сложенных сверху рыхлыми образованиями и изборожденными оврагами, границы между последними и поверхностью плато предельно четки и выразительны.

В чем же заключается принципиальная разница? Не в активности роста во всяком случае, ибо рыхлый покров на волнистых равнинах находится, безусловно, в движении, будь оно сколь угодно медленным, а рост оврага идет с большой скоростью. Существует, видимо, связь между связностью, размокаемостью и другими свойствами рыхлых грунтов, называемыми в инженерной геологии геотехническими свойствами, и скоростью разрушительного процесса, охватывающего зону определенной толщины, т. е. лимитированную вновь развивающейся и поэтому более прогрессивной поверхностью, расположенной на более низком уровне. По этим законам идет абразия, боковая эрозия, педиментация в широком понимании. Овраг врезается в поверхность плато, так как располагает «рабочим» интервалом высоты, заключенным между его тальвегом и уровнем плато. Воображаемая поверхность, соединяющая тальвеги местной овражной системы — это прогрессивный уровень по отношению к регрессирующей поверхности плато. До известного момента (ограничения

водосборных бассейнов оврагов в итоге их роста и раздела территории плато) весь этот процесс протекает однообразно. Плато отмирает, овраги живут. Но по завершении раздела водосборной поверхности рост оврагов замедляется, четкость границ оврагов и поверхности плато начинает сглаживаться, и овражный рельеф постепенно преобразуется в балочный. Если вдуматься во всю эту мысленно нарисованную нами вполне трафаретную картину, то придется сделать следующие выводы: 1) рельеф существенно изменился при неизменном субстрате, постоянстве климата (количество осадков оставалось одинаковым) и невмешательстве эндогенных факторов; 2) эволюция рельефа от еле взрытого оврагами плато через расчлененный овражный рельеф к мягко-волнистому балочному рельефу протекала путем саморазвития, обеспечиваемого противоречиями двух уровней в поле силы тяжести, а также потенциальной возможностью неограниченного развития оврагов с помощью удлинения и ветвления, с одной стороны, и ограниченностью пространства (территории плато) — с другой. В этой связи заметим, что в нашем рассуждении словно бы искусственно допущено существование плато с рыхлым покровом еще до того, как овраги начали развиваться, иными словами, мы допустили первичную приподнятость плато. Все эти допуски приняты лишь для простоты схемы, и приподнятость плато, как и образование оврагов — функции относительного поднятия (например, врезания реки и создание новой террасы), в основе которого нельзя не видеть какой-либо общей причины — тектоники или климата. Таким образом, для того, чтобы обеспечить саморазвитие рельефа, его, так сказать, самопреобразование, необходим внешний толчок — возникновение новых или обострение существующих противоречий. В нашем примере молодая поверхность плато, расчленяясь оврагами, становится реликтовой. Замирая, в реликтовое состояние (иногда ископаемое) переходят овраги, что достигается заполнением оврагов наносами и денудационным разрушением междуовражных возвышенностей, следовательно, сближением двух вышеназванных уровней, т. е. смягчением гипсометрических и лежащих в их физической сущности гравитационных контрастов.

Мы рискнули отождествить гипсометрические, т. е. также и геоморфологические контрасты с физическими

противоречиями. Правомерность такого отождествления нам кажется несомненной. Во-первых, каждый гипсометрический уровень отличается от выше- и нижележащего величиной потенциала гравитационного поля. Как ни мала разница, она существует, хотя в некоторых случаях может компенсироваться и даже перекомпенсироваться поправкой на кривизну геоида. Во-вторых, очевидно, что развитие и саморазвитие рельефа обеспечивается существованием контрастов и геоморфологически сводится к преодолению противоречия между высоким и низким, к постоянной, как изостазия, тенденции к сглаживанию и выравниванию. На эту тенденцию, как на внутренний стимул саморазвития рельефа, одним из первых обратил внимание М. А. Усов. Таким образом мы приходим к старому выводу, что диалектика развития рельефа Земли заключается в неравномерном во времени и пространстве возникновении, борьбе и преодолении противоречий, физическая природа которых на всех уровнях, от глобального до регионального и локального, находит свое геоморфологическое воплощение. Последнее и является само по себе предметом геоморфологии. Можно представить себе такой «убывающий» по своей масштабности ряд морфологических воплощений физических противоречий: геоид и сфероид материка и океаны как первичные производные эндодинамики, эндо- и экзогенные формы рельефа на материках и в океанах, экзогенные формы, принадлежащие разным гипсометрическим уровням и имеющие разный возраст (деятельные и реликтовые), полигенные и моногенные элементарные микроформы.

Мы пытались представить себе рельеф, как форму земной поверхности, а также развить другое определение — строение земной поверхности, принятое даже в толковых словарях и ценное в том отношении, что строение (структура) предполагает наличие у целого каких-то и при том определенным образом связанных частей. Эти части называются в геоморфологии неровностями или отдельными формами рельефа, отрицательными и положительными, выпуклыми и вогнутыми, снабжаются префиксами «мега-», «макро-», «мезо-» и «микро-», с этими и другими ярлычками путешествуют по страницам геоморфологических книг и статей. Условность такой «делимости» рельефа хотя и очевидна, но редко оговаривается и тем более принимается во внимание. С одной стороны,

если исходить из житейского опыта, в этом действительно нет никакой необходимости: холм есть холм, гора есть гора и т. д. В другом месте мы уже показали, что и в понятии рельефа как целого и отдельной формы имеется как реальное, так и условное, но это не мешает им быть научными понятиями, как не мешает обозначаемым ими явлениям природы и существовать объективно, и быть объектами изучения особой научной дисциплины (Флоренсов, 1976). Не мешает фактически, тогда как теоретически составляет известную слабость, отрицательно отражаясь на наиболее общих идейных построениях геоморфологии. Так, с одной стороны, определения геоморфологических и, следовательно, специфических явлений условны, неточны, а с другой — мы оперируем ими, анализируя столь сложные проблемы, как эволюция земной поверхности, ее генезис, возраст отдельных ее элементов, количественные и качественные зависимости, таксономические отношения и т. д. Вряд ли подобное положение вещей можно признать удовлетворительным. Вместе с тем всякие новые предложения на этот счет будут невольной попыткой пересмотра существующих теоретических основ науки о рельефе. Постараемся быть очень сдержанными.

Прежде всего, можно было бы попытаться выйти из мира поверхностей в мир объемов и таким образом открыть дорогу для овеществления геоморфологических объектов, для наполнения этих объемов вещественным субстратом [подобную необходимость, как мы помним, решительно отвергают В. В. Ермолов (1958, 1964) и С. Л. Троицкий (1967)]. Представление о рельефе как о форме контакта между твердой и газовой-жидкой геосферами не противоречит такой возможности. Напротив, здесь могли бы оказаться полезными такие объемные понятия, как зона гипергенеза, обладающая изменчивой, но нигде не равной нулю мощностью, как зона экзоконтакта и эндоконтакта, содержащие механические смеси жидкого, газового и твердого вещества. В такую концепцию были бы вовлечены коры выветривания, теснейшим образом связанные местом и временем своего проявления с геоморфологическими и климатическими циклами. Это, наконец, могло бы устранить необходимость противопоставления формы земной поверхности подлежащему ей субстрату. Таковы аргументы «за». Не менее серьезны аргу-

менты «против». Во-первых, нижняя граница зоны гипергенеза не может быть определена точно ни с позиций гипергенного минералообразования, ни глубины циркуляции вадозных вод; мы знаем о ней гораздо меньше, чем о той границе раздела, что находится перед нашими глазами на суше и все более проясняется на дне морей и океанов. Зона гипергенеза — геологическое тело, а его морфология — лишь часть морфологии земной поверхности. Понятие о рельефе, как форме поверхности эндоконтакта наружных оболочек, правильное само по себе, содержит те же самые, только что рассмотренные неопределенности. Предложенное мной понятие о геоморфологических формациях включает в себя понятие о рельефе, но не ограничивается им, а составляет обобщение, точнее — обозначает единство рельефа и субстрата в рамках специфических, крупных и устойчивых во времени структур земной коры. Это понятие геолого-геоморфологическое, в котором морфологический аспект, занимающий нас в первую очередь, является не ведущим, а лишь полноценным, наряду с историко-генетическим. Рассматривая горный хребет в ранге геоморфологической формации, мы имеем в виду все его тело, ограниченное, скажем, уровнем подошвы, и все слагающие его закономерно распределенные во внутренней геологической структуре хребта массы горных пород. Межгорная впадина с тех же позиций рассматривается как тело, ограниченное сверху поверхностью аллювиальной или полигенной равнины, внизу же — подошвой тех наслоений, условия залегания которых конформны этой равнине.

Таким образом, выход из мира кривых поверхностей в мир объемов для отдельных территорий земной поверхности ничего существенного для морфологического анализа последней не добавляет, а напротив, ведет к еще большей неопределенности.

Отказавшись от иных определений понятия «рельеф», нежели существующие и, выражаясь языком математиков, достаточные, посмотрим, как быть с «отдельными формами рельефа». Из сказанного выше следует, что нет нужды и скорее вредно, чем полезно, придавать им значение замкнутых или полужамкнутых объемов. Эти кривые или плоско-ломаные поверхности, неровности или морфологические частности общей земной поверхности могут существовать только совместно, в непосредственной

пространственной связи друг с другом, а отдельно, изолированно существовать вообще не могут (иначе они не могли бы быть частями или элементами общей поверхности). Чем дальше эта общая форма уклоняется от плоскости или «ровности» (точнее — от поверхности сфероида), тем отчетливее, определеннее границы между частными ее формами или неровностями и, наоборот, — упрощение этой общей поверхности, ее приближение к ровной поверхности поля силы тяжести, делает такие границы все менее определенными и все более условными, тем более, что эти последние превращаются в переходные зоны с постепенно меняющимися морфологическими (генетическими) показателями. Такая стертость морфологических границ часто ставит исследователя в трудное положение, и выход из него всегда, но не всегда сознательно находимый, заключается в том, что в подобных случаях анализируется сложная кривая поверхность, как целое, как целостный геоморфологический объект (волнистая равнина, слабовсхолмленное плато и пр.). При существующем в природе огромном разнообразии морфологических переходов и границ между отдельными неровностями кажется вполне разумным и практически полезным введение понятия о морфологическом градиенте, количественно равном градиенту гипсометрическому или батиметрическому.

Итак, в полупространстве, в каком мы представляем себе существование кривой земной поверхности с ее амплитудами, уместающимися в полный размах гипсографической кривой, т. е. около 20 км (эту часть полупространства мы назвали «геоморфологическим слоем Земли»), катится с высоких уровней на низкие вездесущий и всепокрывающий литодинамический поток. Что же такое по отношению к этому потоку формы рельефа?

Очевидно, что все так называемые отдельные формы рельефа связаны в нашем полупространстве, или в геоморфологическом слое, в некоторую общую геоморфологическую систему, что все они суть элементы общей земной поверхности. Их распределение или строение — содержание морфографических и топографических карт, и одно из первых (для иных наблюдателей первое) впечатление от нового ландшафта. Геоморфологии известно немало типов распределения сочетания форм рельефа в плане и в пространстве вообще, и уже давно выяснено,

что каждому такому типу соответствует тот или иной генезис форм рельефа, и что при наложении одного типа рельефа на другой мы имеем дело с различными его генерациями. Это общеизвестно. Сейчас для нас важно другое: имеется ли в типе распределения и сочетания форм земной поверхности, кроме общих условий генезиса (например, ясно выраженный эрозионный рельеф или его противоположность — карстовый¹), закономерная форма их связи друг с другом, когда имеются в виду, естественно, соседние геоморфологические объекты? Оказывается, что в одних случаях такие связи (парагенетические или вторично генетические) имеют место и, следовательно, могут быть выявлены, а в других они отсутствуют. Последнее обстоятельство имеет особую важность, так как вводит в систему морфологических связей элементов рельефа особую форму их зависимостей — функциональную.

Распределение, сочетание, сложность или простота очертаний, близость, удаленность, сходство, различие, размерность — все эти свойства или признаки входят в конкретное живое представление о рельефе и являются в полной мере морфологическими признаками, передающими разные «слагаемые» в его (рельефа) пластике. И поскольку все они интегрируются в общей земной поверхности, изменяемость которой, как любого природного явления, бесспорна, эта морфологическая система связей не может быть свободна от динамической и, следовательно, функциональной нагрузки. Под последней, как мне кажется, нужно понимать работу, выполняемую каждой неровностью рельефа в поддержании или сохранении существующего геоморфологического или, шире, географического режима, а также работу или функцию, конформную тем изменениям, которые происходят в этом режиме под влиянием тектоники — климата.

О «работе», выполняемой формами рельефа, можно, по-видимому, говорить и в прямом, физическом, и в переносном смысле: они возникают в поле силы тяжести, как следствие литодинамического потока или литодина-

¹ На морфологическую противоположность долинного и развитого карстового («ваннового») ландшафта указал еще И. С. Щукин (1933, стр. 330): в первом связанную единую систему образуют полые формы — долины, тогда как во втором — возвышенности, например, остатки карстового плато.

мического обмена между недрами и поверхностью планеты, и вместе с тем сами по себе (в силу своей морфологии) стимулируют долю этого потока в доле земного пространства и в доле геологического времени, в конечном счете обеспечивая транзит материала земной коры по направлению к обоим экстремумам гипсографической кривой.

Существует, скажем, вершинное плато. В его края врезаны часто имеющие карообразную форму ключевые ниши. Очевидно, что функционально они связаны с вершинным плато, но последнее не связано с ключевыми нишами функционально. Ключевые ниши переходят в эрозионные врезы, приобретающие линейный характер (в силу самой гидродинамики потока) и очертания долин. Между теми и другими поддерживается теснейшая прямая и обратная связь: обратная и прямая в морфологии, только прямая — в функции перемещения рыхлого материала. Эрозионная система при переходе на низкие уровни все время усложняется, но функциональные зависимости сохраняют свой характер. Дальше следуют устья притоков, устье главной долины и т. д. Общая функциональная картина ясна. Ясна она и в случае любой системы водораздел — склон — подошва, и в любой другой геоморфологической ситуации, если она определена комплексом деятельных форм, участвующих в перемещении сколь угодно малой части литодинамического потока. В нашем вполне тривиальном примере элементы речной долины, функционально связанные, связаны также морфологической непрерывностью и составляют генетический ряд. Остается вершинное плато, выпадающее из рассмотренного морфологического, генетического и функционального ряда. Это и есть реликт по отношению к эрозионному рельефу, развивающемуся от его краев и за счет его краев, не создавая, а разрушая плато. Очевидно, что генетически и в большинстве случаев исторически, т. е. относясь к предшествовавшему циклу, вершинное плато сформировалось при иных статических и динамических условиях, нежели настоящие. Но у природы, как известно, сколько угодно времени, и сами геоморфологические циклы слагаются из менее длительных стадий, подциклов и т. д. Поэтому неудивительно, что в деятельной и поэтому в прямом смысле современной долине, фигурирующей во взятом нами примере, мы найдем внутренние элемен-

ты неодинакового возраста. Так, высокие речные террасы в этой долине будут реликтивными по отношению к низким террасам, и не только потому, что образование их относится уже к геологическому прошлому и они геоморфологически неактивны, а потому, что они перешли в стадию разрушения за счет более молодых форм (проин, оврагов, врезанных меандр реки и пр.) и не играют прежней роли в литодинамическом потоке. Таким образом, степеней, или рангов, «реликтовости» форм рельефа может быть очень много, и для их наблюдения пригодны разные геоморфологические обстановки, но особенно благоприятны, как известно, речные долины.

И. С. Щукин в своей замечательной «Морфологии суши» уже давно подчеркнул «организованность» долинного рельефа и производный характер формы водоразделов и контуров долинной сети, и напротив, связность, слитность возвышенных участков по отношению к расчлененным и внешне несвязанным друг с другом отрицательным формам в карстовом рельефе. Тем не менее «сплошность» возвышенностей и «прерывистость» понижений в развитом карстовом рельефе не меняет общей картины функциональной связанности деятельных его форм, т. е. пещер, поноров, колодцев, воронок и т. п., и перемещения растворенного (в отличие от обломочного в эрозионном рельефе) материала. Известная специфичность карстового процесса и рельефа состоит лишь в том, что подготовка материала к переносу осуществляется в легко растворимых толщах горных пород наиболее простым способом — растворением, а деятельная морфологическая система карста «работает» успешно в зависимости от обстоятельств и в поверхностных, и в подземных условиях, вынос же происходит не столько боковой, за пределы карстового массива, сколько вертикальный, направленный в нижние части последнего. При этом напряженность, интенсивность функций карстовых форм проявляется порой не менее эффектно, чем в эрозионном рельефе. Об этом свидетельствуют поверхностные и подземные провалы, источники с огромным дебитом типа воклюз, для которых так подходит блоковский поэтический образ «безумных ключей».

Только внешние затруднения представляет в том же смысле эоловый рельеф. Даже разобщенные его формы — отдельные котловины выдувания или единичные барханы,

лишенные непосредственной связи друг с другом, при внимательном рассмотрении оказываются примерами функциональных связей отдельных своих частей, а только это и требуется от них, чтобы не противоречить общей идее подобных связей. В самом деле, например, пространство, отделяющее один бархан от другого, выпадает из самого понятия об эоловом рельефе, так как его поверхность имеет иное, не эолово-аккумулятивное происхождение, и поэтому есть основания говорить о несомненно существующих функциональных зависимостях в пределах единичной эоловой формы.

Итак, на основании всего сказанного можно, по-видимому, сформулировать следующее общее положение: в любом рельефе земной поверхности его частности (неровности, формы) связаны в общую геоморфологическую систему таким образом, что морфологические (геометрические, топографические) их соотношения выражают цепь соподчиненных в пространстве функциональных зависимостей; последние же составляют геоморфологическое содержание нисходящей ветви общепланетарного литодинамического потока. Неровности (формы), выпадающие из этой функциональной системы, суть неровности реликтовые, обреченные либо на уничтожение, либо на захоронение.

АКТИВНОЕ И ПАССИВНОЕ В РЕЛЬЕФЕ

Рассмотренный в предыдущих очерках вопрос о сосуществовании и взаимном противоречии интеграции и дезинтеграции при развитии рельефа земной поверхности в своей общей постановке оказывается, по мнению автора, несложным, и можно, пожалуй, подумать, что в приведенной трактовке эти два процесса, как бы покрывая собой все разнообразие и внутреннюю специфику рельефообразующих сил, их комбинаций и отношений, чрезмерно упрощают геоморфологическую действительность, предлагая вместо живой, блестящей красками картины сухую, формальную, безжизненную схему. В самом деле, не являются ли соображения автора единственно результатом формалистического умозрения, бесполезного как для теории науки, так и ее практических приложений? Полагаю, что нет, хотя бы потому, что методологические основы именно морфологического анализа земной поверхности весьма слабо освещены в литературе.

В нашем первом очерке была обоснована мысль об обмене вещества и энергии между недрами и поверхностью Земли, реализующемся в виде встречных литодинамических потоков, которые являются следствием внутри- и околоземных физических сил, действующих в поле земного тяготения и обеспечивающих саморазвитие материальной системы Земли. Повторяю, рельеф земной поверхности — внешнее морфологическое выражение соотношений двух ветвей этого потока — восходящей и нисходящей. Напряженность потока, т. е. масса вещества, проходящая через единицу горизонтального сечения в единицу времени, непостоянна от места к месту, иными словами, поток неравномерно рассеян в земной коре и близ ее поверхности по всей планете. Баланс массы — энергии на восходящей и нисходящей ветвях потока определяет эндогенные режимы и геологические циклы и сдвинутые по отношению к ним геоморфологические

циклы. Этот баланс дифференцирован и внутри каждой ветви потока, распадающейся на множество частных потоков, течений и с распылчатыми и с четкими границами, а также концентрированных струй. Именно в последних из-за высоких скоростей потока на нисходящей ветви создается длительный отрицательный баланс вещества, возникают денудационные формы рельефа — «вырезки».

При положительном балансе вещества создаются временные или устойчивые аккумуляции. Последние касаются как глубинного вещества, вносимого в земную кору или выносимого на ее поверхность, так и разнообразных продуктов геологической и биологической дезинтеграции, распределяемых и перераспределяемых на этой поверхности. Разумеется, речь идет не о суммарном балансе всей Земли, оценка которого по геоморфологическим данным очень трудна, хотя в принципе и возможна, а о балансе энергии — массы в пределах какой-либо ограниченной геологически однородной территории. Отклонение от баланса как в одну, так и в другую сторону ускоряет темп рельефообразования по соответствующему пути. Так, формы рельефа при самом своем возникновении и последующем развитии оказываются индикаторами баланса литодинамического потока, его вещественными (при аккумуляции любого типа) или только материальными (оттиски, следы, полые формы) проявлениями.

Из приведенных соображений, более подробно рассмотренных в предыдущих очерках, следует вывод о том, что формы рельефа сами по себе, т. е. своими размерами, очертаниями, распределением, соотношением и т. д., свидетельствуют как в совокупности — об общем направлении развития рельефа, его «равнодействующей» тенденции, так и в отдельности — о направлении и темпе своего развития. И здесь, как это имеет место, например, в тектонике с ее активными движениями и деформациями, с одной стороны, и с завершенной структурой — с другой, можно, по-видимому, говорить о пассивных и активных формах рельефа. Сразу оговоримся, что понятия «активный» и «пассивный» здесь, как увидим ниже, употребляются в совершенно ином смысле, нежели это сделано С. К. Гореловым (1972), предложившим выделять активные и пассивные (выраженные через литологию) морфоструктуры.

Вводя в наше рассмотрение динамическое начало, необходимо привлечь обоснованные выше понятия о геоморфологической интеграции и дезинтеграции, так как последние имеют прямое отношение к режиму литодинамического потока на Земле. Им также присущи свой темп и специфическая геоморфологическая эффективность, которую следует понимать как степень изменяемости, допускающей как качественную, так и количественную оценку. Значит, в общем виде в типичных ситуациях можно говорить о пассивной и активной интеграции и дезинтеграции. Каковы же в таком случае эти типичные ситуации? К ответу на вопрос можно подойти двояко.

Во-первых, активным состоянием формы можно считать быстрый рост (темп развития), при котором не утрачивается ее геоморфологическая специфика, иными словами — сохраняется подобие самой себе. Происходит увеличение размера формы при относительной неизменности очертаний — случай, широко распространенный в природе. Достаточно указать на дюны, береговые валы, эрозионные врезы, вулканические конусы и пр. Во-вторых, активным состоянием можно считать вытеснение какой-либо формой другой формы, вторжение и заполнение пространства, доселе занятого последней. Такие явления также вполне ординарны в реальных условиях. Сколько угодно примеров можно указать в эрозионном, карстовом, оловом, ледниковом, вулканическом рельефе и т. д.

Соответственно пассивным состоянием формы будет такое состояние, при котором, изменяясь, она утрачивает подобие себе самой или же полностью или частично поглощается другой формой, уступает ей свое место, свою часть пространства. Наконец, можно представить себе ситуацию, характеризующую нейтральное состояние форм рельефа, не активное и не пассивное. Это лишены развития, законсервированные формы, существующие, очевидно, лишь в погребенном виде, в частности, бронированные лавовой покрывкой или включенные в какую-либо часть геологического разреза.

Введение динамических понятий о пассивных и активных формах рельефа, как нам кажется, углубляет и уточняет общее и довольно неопределенное понятие «развитие рельефа», поскольку выделяет в последнем его различные, противоречивые стороны и ясно характеризует внешнюю «механическую» сторону этого развития. Движущим

внутренним противоречием в нем выступают сами формы рельефа, их борьба за «место под солнцем», и хотя это только внешняя морфологическая картина борьбы динамических начал, она довольно точно характеризует смысл, направление и ближайший (будущий) геоморфологический результат происходящих изменений.

В интеграции и дезинтеграции, в каждой из них, на сцену выступают и активные и пассивные формы, но их роль в этих двух процессах качественно различна. Наиболее простую картину мы имеем при любом типе геоморфологической дезинтеграции: пассивное делится, разрушается, расчленяется, активное, напротив, выполняет эти функции. Сложнее картина при геоморфологической интеграции, поскольку таковая может осуществляться и через денудацию, и через аккумуляцию. Так, поверхность денудационной равнины — лишь пассивное следствие активных, агрессивных форм, вступающих в интеграцию путем вытеснения пассивных форм любого генезиса. В интеграции, создающей аккумулятивную равнину за счет последовательной аккумуляции плоско-параллельных слоев — элементарных равнин, активны и сумма, и слагаемые. Более сложные и даже очень сложные ситуации будут наблюдаться при склоновой, эоловой, моренной аккумуляциях. Это своеобразие двух общих механизмов рельефообразования отражает своеобразие качественно различных геологических процессов — денудации и аккумуляции.

Особенно ярко и непосредственно активное начало проявляется в образовании вулканического рельефа. Рост вулканического конуса идет, как известно, путем накопления слоев пирокластики и лавовых потоков, заполняющих все новые пространства и содействующих сохранению подобия увеличивающейся конусообразной формы. Но активное рельефообразование в процессе новых извержений может изменить и нередко действительно меняет соотношение противоречивых активных форм, аккумулятивных и деструктивных. Вулканические взрывы, преобразуя форму кратера, вершинной части вулкана и даже разрушая большую часть его тела, приводят к вытеснению менее активных аккумулятивных форм более активными деструктивными. При этом первые фактически низводятся до положения пассивных, что происходит вследствие резкого изменения динамики вулканического

процесса. Еще более сложные взаимоотношения вулканических форм имеют место при так называемых направленных вулканических взрывах. Тем не менее и несмотря на особый эндогенный «темперамент» вулканических процессов в их деятельной стадии, всегда можно отделить вытесняемые и замещаемые, т. е. пассивные в данный момент, от вытесняющих и замещающих, т. е. активных форм, характеризующих главную геоморфологическую тенденцию данного момента.

Как интеграция и дезинтеграция, так и активное и пассивное начала в развитии рельефа, осуществляясь во времени, перераспределяются или меняются ролями в пространстве. Так, полые формы в денудационном рельефе остаются активными до тех пор, пока они увеличиваются в размерах, сохраняя свое морфологическое подобие и вытесняя другую форму (формы), например, водораздельный массив. При длительном устойчивом нарушении баланса вещества в сторону положительных значений долина начнет заполняться и может целиком заполниться осадками. Значит, долина, теряя и в конце концов потеряв, морфологическое выражение, перешла в пассивную стадию развития. Но при этом ее аккумулятивное ложе, увеличиваясь в длину и ширину и сохраняя геометрическое подобие (параллельность наслоений) самому себе, развивалось, следовательно, активно. В процессе развития активное сменяется пассивным и наоборот. Однако должно иметь место преимущество одного из них, определяющее направленность развития, проявляясь в осреднении и выражая главную тенденцию. Последняя должна быть отнесена, впрочем, не к «отдельным» формам рельефа, например, смежным долинам, а к более обширным, хотя геоморфологически относительно гомогенным областям, что имеет отношение уже к другой, очень важной и далеко не решенной до конца проблеме — принципам геоморфологического районирования.

Понятие о пассивном и активном началах в эволюции рельефа во многом, но не во всем, перекликается с прогрессивным и регрессивным состояниями, переживаемыми формами земной поверхности и охватывающими продолжительность их существования, т. е. их возраст, по Г. С. Ганешину и др. (1970).

Нужно, по-видимому, научиться улавливать при конкретных исследованиях рельефа общую активную или

пассивную его тенденцию и соответствующие состояния отдельных его форм или определенных генетических их типов. Это подводит нас к двум важным вопросам: принципам геоморфологического картирования и оценке инженерно-геологических условий при народохозяйственном использовании отдельных территорий.

По первому вопросу мы располагаем в общем далеко не утешительными данными. Принципы, методы, легенды геоморфологических карт — предмет длительных дискуссий и различных мнений. Можно сказать, что число предложенных вариантов легенд огромно, хотя очень существенной разницы между ними (точнее, их большинством) нет. Состояние этого вопроса на сегодняшний день освещено в последней сводке Г. С. Ганешина и др. (Проблемы прикладной геоморфологии, 1976). И если принципы и методы составления геоморфологических карт в системе Министерства геологии СССР в общем упорядочены, в других ведомствах и организациях в этом смысле господствует полная самостоятельность. Обсуждение вопросов геоморфологического картирования на XI пленуме Геоморфологической комиссии фактически также не привело к общему согласию. Можно было бы говорить, учитывая сложившееся положение, о «кризисе» в геоморфологическом картировании, если бы этот кризис не оставался перманентным с момента появления первых геоморфологических карт. К сожалению, просвета в этом вопросе в ближайшее время не предвидится. В чем же здесь причина?

С точки зрения автора, неудовлетворительное состояние геоморфологического картирования, заключающееся прежде всего в отсутствии согласия в принципах составления карт, зависит от недостаточной разработанности теории геоморфологии. Ответственность за принципы и содержание карт несет, конечно, теория. Далее, сама общая идея геоморфологической карты выросла на убеждении, что топографическая карта, как бы точна и детально она ни была, не отвечает задачам планового изображения форм земной поверхности с точки зрения их происхождения, взаимоотношения и возраста. С той поры мы имеем огромное, практически необозримое множество вариантов геоморфологических карт, причем на их большинстве изображаются не сами формы, а их плановые очертания (т. е. границы, как мы знаем, обычно весьма услов-

ные) и их происхождение. Геоморфологическая карта в общем случае отказалась (парадокс!) от показа морфологии земной поверхности, введя условные знаки, устраняющие наглядность и утверждающие символическую простоту. На существующих картах реальные формы рельефа не изображаются, а как бы подразумеваются. Таким общим условием условное возводится в квадрат. Конечно, картографирование имеет свои особые законы, и наглядность изображаемого на картах не может преступить пределы возможного.

Современные геоморфологические карты составляются преимущественно или полностью по генетическому принципу. Не приходится спорить, что генезис (происхождение, способ образования) вещей и явлений природы — один из главных столпов и одна из главных проблем естествознания. В понятие генезиса входит исторический элемент, т. е. время, но, как известно, генезис и история — не одно и то же. Ведь одни и те же генетические типы поверхностных отложений, как и генетические типы форм земной поверхности, могут иметь разную историю, в которой, при всей важности и в благоприятных случаях запечатленности частных событий, особую роль играет длительность существования, т. е. возраст отложений или формы рельефа. В объединении генетического начала и длительности существования мы будем иметь генетические ряды, т. е. такие природные цепи, в которых каждое последующее во времени звено связано с предыдущим функциональной зависимостью, но не наоборот. На этом вопросе и конкретных примерах мы останавливались выше. Можно утверждать, что и в геоморфологических генетических рядах мы имеем подобные цепи функциональных зависимостей. Каждое последующее звено немислимо без предыдущего, но предыдущее не обязательно связано с последующим, которого вообще может не быть (в случае обрыва цепи). В общем же случае каждый предыдущий член генетического ряда, выполняя по отношению к последующему определенную функцию, активен на своем месте; по отношению к предыдущему последующий член функционально пассивен, но он в свою очередь активен по отношению к своему новому, последующему члену. Все сказанное представлено в рельефе земной поверхности в большом генетическом, функциональном и морфологическом разнообразии, но, с нашей

точки зрения, может быть понято, во-первых, только при учете закономерностей движения рыхлых масс по земной поверхности и в ее недра, а во-вторых, лишь при обязательном учете фактора времени — через историю и возраст форм. С теоретической точки зрения всякой «отрицательной», т. е. транзитной, или терминальной, форме рельефа (пассивное «орудие» того или иного вида денудации и вместе с тем активная форма рельефа) должна соответствовать пассивно с ней связанная, но также активно растущая положительная форма. Эта мысль, давно и очень четко сформулированная, например, Р. С. Ильным, находит на земной поверхности свое подтверждение и в большом и в малом. Именно такая зависимость имеется в виду, когда мы говорим о терригенных отложениях, коррелятных рельефу какой-либо области. В подобном примере функциональная связь рельефа и осадков выражена в самой общей форме и недостаточно точно: рельеф и осадки не просто коррелируются (увязываются), речь здесь идет о их исторической и генетической связи, подчиненной координате времени, в которой рельеф как выражение процессов денудации и сноса рыхлого материала выступает как предыдущий и, следовательно, определяющий активный член генетического ряда, а осадочная толща (морфологически это конус выноса, дельта, прибрежная равнина и т. д.) — производный, последующий и в этом смысле пассивный член общего ряда. Понятно, что в таком примере мы имеем на самом деле не два звена геоморфологической цепи, а множество звеньев, на которые разделяется денудационная (или дезинтеграционная) и аккумулятивная (интеграционная) ветви единого генетического ряда, причем в каждом частном случае угодно малом звене будет заключено активное по отношению к будущему (последующему) и пассивное к прошлому (предыдущему) звену.

Сказанное снова возвращает нас к необходимости признать единство противоречий в геоморфологических (геологических) свойствах явлений, характеризующих пассивное и активное начала. То и другое во времени меняются местами, однако активное довлеет на протяжении и в течение данного генетического ряда, сообщая процессу его необратимость.

Вот этот принцип необратимых историко-генетических рядов, с нашей точки зрения, и следовало бы попы-

таться использовать в геоморфологическом картировании. Как это сделать — это уже другой вопрос. Подобные опыты, сколько я знаю, были. Их нужно продолжать, иначе мы не вырвемся из круга формального показа генетических черт рельефа в ущерб его подлинной или схематизированной морфологии, его истории и динамики. Последнее особенно необходимо, поскольку имеющиеся геоморфологические карты, как правило, изображают (точнее, символизируют) рельеф в статике. Вероятно, можно было бы изобрести новые графические средства в показе направления и темпа геоморфологических процессов (например, цвет, длина, ориентировка соответствующих векторов). Правы те, кто считает, что геоморфологическая карта должна быть совмещена или, в крайнем случае, сопоставлена с картой генетических и стратиграфических типов антропогенных отложений. Несомненно также, что никакая геоморфологическая карта не в силах заменить топографическую, дающую наглядное и объективное представление о морфологии земной поверхности. Стремясь вдохнуть жизнь в топографию той или иной местности, геоморфология до самого последнего времени схематизировала топографию, упрощала ее, старалась выразить языком символов или условных знаков. Вероятно, путь к совершенствованию геоморфологических карт лежит не в дальнейшем изоциении таких методов, а в чем-то другом, возможно, в отражении, т. е. картировании не столько генетической сущности форм, хотя это и очень важно, сколько геоморфологических (историко-генетических) рядов, во взаимном положении, размещении, сочетании которых друг с другом, а также соотношений соподчиненности во времени, пространстве и причинно-следственных связях внутри таких рядов, должны найти свое место явления интеграции и дезинтеграции, активного и пассивного, наложенного и унаследованного, симметричного и асимметричного, т. е. явления собственно морфологического плана, характеризующие динамику, а не статику рельефа в его обозримом прошлом и настоящем. Если это удастся сделать, такая карта может стать картой геоморфологического прогноза. Нужно изображать не самый рельеф, ибо он непосредственно обозреваем и наглядно изображаем на плановых снимках и топографических картах, а то, что из него следует для: 1) выводов о способе образования и истории земной

поверхности, 2) вывода о равнодействующей современных процессов, о тенденции дальнейшего развития, 3) заключения об условиях создания, режима и оптимального размещения разнообразных объектов народного хозяйства.

Последнее имеет, конечно, особое значение. Хотя мы много говорим об охране природы, само слово «природа» все более вытесняется, заменяясь далеко не эквивалентным понятием «окружающая среда». Антропоцентрическое и, в конечном счете, потребительское начало в нашем отношении к природе переходит и в наш язык. Рельеф как основа ландшафта и в то же время его часть, изменяющаяся под влиянием других слагаемых ландшафта, крайне чуток и чувствителен ко всякого рода искусственным воздействиям, он также нуждается в охране, воспроизводстве и рациональном использовании его ресурсов. Между тем современная техника вместе с ее создателем человеком превратились в грозную силу, мощь которой продолжает неуклонно нарастать. На эту тему не нужно распространяться. Это особая, очень сложная, уже не футурологическая, а вполне современная проблема. Думается, что инженерно-геоморфологические проблемы в настоящее время не могут ограничиваться и объединяться принципом опасности рельефа и геоморфологических процессов для человека и его сооружений. Уже в равной степени и в человеческих интересах действителен принцип охраны рельефа. Но пока мы об этом не задумываемся всерьез, продолжая навязывать рельефу наши требования. Поэтому в новую, пока не существующую геоморфологическую карту следовало бы ввести как момент рационального использования, так и рационального сохранения конкретных геоморфологических объектов и ситуаций. Пока мы подходим к инженерно-геоморфологическим условиям народнохозяйственного строительства с простой меркой: ровная поверхность лучше неровной, а если приходится все-таки строить на неровной, то ее нужно (или лучше) предварительно выравнивать. Таково основное технико-экономическое условие. Для того и мощная техника. К счастью, равнин на земном шаре по площади больше, чем горных стран, и не все широкие долины, имеющиеся в горах освоены современным человеком с его современными требованиями. С ростом народонаселения и материальной базы общества наряду с технико-экономическими принципами неминуемо при-

дется считаться с медико-географическими, эстетическими и другими. Подобные подходы и оценки должны иметь место не только в большом, но и в малом. Если, как теперь выясняется, неповторимым для жизни местом в Солнечной системе является планета Земля, то неповторим и каждый материк, остров, каждое место на Земле, каждая форма ее рельефа.

Нельзя, по-видимому, рекомендовать готовые рецепты отбора «хороших» и «плохих» форм, комплекс полноценности для них еще не выработан и пока главнокомандующим остается технико-экономический принцип. Однако некоторые места уже давно получили статус заповедников только или главным образом из-за своего геоморфологического своеобразия. Таковы Красноярские Столбы в Сибири, таков Йеллоустонский парк в США и многие другие заповедники на земном шаре. Думается, что в какой-то степени и в какой-то форме рекомендации по сохранению геоморфологических объектов должны найти отражение и на геоморфологической карте нового типа.

Необходимо разрабатывать не новые легенды для геоморфологических карт (это нужное, но не первоочередное дело), а новые принципы их составления. Для этого самое ценное и необходимое должно быть извлечено из морфологии, но без стремления показа ее самой во всем объеме, из генезиса форм и их комплексов, из истории рельефа и тенденций его современного развития, из служебных функций, выполняемых рельефом по отношению к человеку и его сооружениям, из принципа охраны геоморфологических достопримечательностей.

О СИММЕТРИИ В ГЕОМОРФОЛОГИИ

В предыдущих очерках автор пытался показать некоторые возможные пути собственно морфологического подхода к изучению рельефа земной поверхности. Конечно, такой подход не может претендовать на главное место в геоморфологии или быть самоцелью. Анализ типичных случаев раздельного и совместного действия механизмов рельефообразования, физическая (геологическая) природа таких механизмов, генезис форм земной поверхности, история развития рельефа — все это важнейшие проблемы, направления и задачи современной геоморфологии. Но в каждой науке есть некоторая возвышающаяся над другими сфера общих идей или степеней обобщения, так сказать, главная концепция данной науки. Такой в биологии остается дарвинизм и современное учение об экосистемах, такой в геологии остается, несмотря на непрекращающиеся внутренние бури, геотектоника — общий вывод из массы геологических фактов, надстройка на горе геологической эмпирики. Имеет ли подобную надстройку, свою верховную концепцию геоморфология? Классики этой науки отвечали на вопрос утвердительно, видя общую концепцию в том, что рельеф земной поверхности есть исторически сложившееся и продолжающееся складываться пластическое воплощение взаимодействия двух противоположных начал — эндо- и экзогенных сил. В первом очерке я пытался показать, что эта совершенно правильная идея давно стала общим местом, что она нуждается в углублении и конкретизации. Именно таким углублением общей идеи явились общеизвестные концепции И. П. Герасимова и К. К. Маркова. Тем не менее в среде геологов и геоморфологов нередко приходится слышать жалобы на несовершенство, на слабость общей теории геоморфологии, вынужденной прибегать ко всякого рода зависимостям со стороны смежных наук — геологии, тектоники, геофизики и др. В этой связи нельзя не

вспомнить отношение к своему морфологическому анализу самого В. Пенка. Сейчас, спустя 50 лет после выхода в свет книги этого замечательного ученого, мы не можем в полной мере согласиться с ним в том, что цель морфологического анализа (в понимании и В. Пенка, и во всяком другом) — чисто геологическая. Морфологический анализ земной поверхности, несомненно, имеет и другие цели. Его роль велика во всех науках о Земле.

Я решаюсь поставить вопрос: могла ли геоморфология считать свою миссию выполненной, если бы на основании внешнего вида любой формы рельефа могла бы точно указать на ее происхождение? Очевидно, что в знании генезиса форм земной поверхности — далеко не все содержание геоморфологии. Пластика (морфология), происхождение в смысле обусловившего эту пластику рабочего механизма (или механизмов), место, время (история), взаимоотношение формы с другими формами и со множеством форм — вот в чем сосредоточено все богатство содержания геоморфологической науки. И если с подобной трактовкой, не заключающей в себе, кстати, ничего нового, все согласны, то тогда (подобно тому, как это имеет место в такой тонкой науке о веществе — кристаллографии, и в таком возвышенном искусстве, как скульптура) предмет теоретической геоморфологии — формы рельефа земной поверхности сами по себе.

Хотелось бы представить себе исторический путь геоморфологии следующим образом: от опытного, непосредственного и бездумного восприятия форм земной поверхности вначале, через долгие и сложные поиски ответа на вопрос, как эти формы образовались в каждом отдельном случае и в каждой типичной геолого-геоморфологической ситуации, к полному научному представлению о мире этих форм в их прошлом (генезис), настоящем (пластика) и будущем (информация о тенденции, извлекаемой из взаимоотношений форма — среда).

Обратимся еще к одному, с нашей точки зрения, очень важному аспекту в изучении форм земной поверхности, каким является симметрия и асимметрия.

Симметрией, т. е. соразмерностью, принято называть особенность вещей и явлений, обычно непосредственно связанную с их структурностью. Различают симметрию в логике, кристаллографии, математике, физике, биологии и т. д. Поэтому трудно поверить, чтобы учение о сим-

метрии не могло найти место в геоморфологии, тем более, что исследователи в этой области и так широко пользуются ее понятиями, даже не вдумываясь в теорию. Для естествоиспытателя существенны и логический, и математический (геометрический) аспекты последней, поскольку формы рельефа допускают известную геометризацию, но не следует упускать из вида и философское толкование симметрии и асимметрии, как категорий познания, логическая основа которых — диалектика тождества и различия. Развивая это положение, В. С. Готт (1970) указывает, что симметрия и асимметрия суть категории, обозначающие соответственно процесс существования и становления в определенных условиях и отношениях тождественных моментов между различными и противоположными состояниями явлений или же, напротив, различий и противоположностей внутри единства, тождества, цельности явлений мира. Эти положения целиком должны быть отнесены и к явлениям геоморфологическим.

Учение о симметрии возникло давно, но его приложением к разнообразным явлениям природы, кроме классиков кристаллографии, мы обязаны Л. Пастеру, А. Лаппарану, П. Кюри, В. И. Вернадскому, Д. В. Наливкину, М. Биллингсу, Г. А. Дмитриеву (1960), М. Пейтерсону и Уайсу (Paterson, Weiss, 1961) и многим другим. Главные идеи этого учения были блестяще, но очень кратко сформулированы П. Кюри и проанализированы А. В. Шубниковым (1956) и И. И. Шафрановским (1956). Универсальный принцип симметрии П. Кюри гласит: когда несколько явлений природы накладываются друг на друга, образуя одну систему, их диссимметрия складывается. В результате остаются лишь те элементы симметрии, которые являются общими для каждого явления, взятого в отдельности. При этом, по воспоминаниям М. Кюри, П. Кюри рассматривал симметрию, «как состояние пространства, характерного для среды, где происходит данное явление» (цитирую по И. И. Шафрановскому, 1956, стр. 33). А. В. Шубников указал на произвольное и во многих случаях неправильное толкование термина «диссимметрия». Если Л. Пастер определял диссимметрию как свойство определенных фигур не совмещаться простым наложением со своим зеркальным изображением, то П. Кюри назвал диссимметрией совокупность отсутствующую

щих элементов симметрии. По П. Кюри, это она, диссимметрия, творит явления. Далее А. В. Шубников подчеркивает, что диссимметрию часто смешивают с асимметрией, т. е. полным отсутствием симметрии, тогда как вторая лишь частный случай первой (там же, стр. 598). И. И. Шафрановский в работе о форме морской гальки пришел к чрезвычайно важному положению: «... именно... динамические и статистические элементы симметрии (в отличие от статических. — *Н. Ф.*) являются особо характерными и важными в природных условиях» (Шафрановский, 1956, стр. 38). Ограничимся этими цитатами. Они — надежный путь к рассматриваемому нами предмету.

На диссимметрию формы нашей планеты давно обращено внимание. Как известно, северное и южное полушария, соответственно «материковое» и «океаническое», резко диссимметричны по многим морфологическим показателям. Особенно бросается в глаза диссимметрия полярных областей. Эти и другие глобальные элементы отклонения от симметрии исследованы рядом авторов. Здесь мы не будем касаться этого вопроса.

Есть свои преимущества в рассмотрении рельефа или его отдельных параметров в разных проекциях. Они не заменяют, конечно, объемного представления, подчинены ему, но обладают своей собственной долей наглядности и убедительности. Что касается плановой проекции, то она используется преимущественно при дешифрировании аэро- и космofотоснимков и составлении геоморфологических (в частности, морфометрических) карт. Тем не менее постоянно обращаются и к проекции вертикальной, во многом соответствующей классическому представлению о рельефе — его глубине или степени выпуклости. Конечно, формы рельефа — явления объемные и они нуждаются в показе в трех измерениях нашего трехмерного мира, но очень многое говорит нам о них и профиль как таковой. Происходит это, по-видимому, потому, что зрительное восприятие неровности со стороны, т. е. сбоку, а не сверху, в наибольшей степени соответствует нашему жизненному опыту. Действительно, при всей наглядности и информативности топографических карт и плановых фотоснимков, подлинное, я бы сказал, физиологическое ощущение рельефа земной поверхности (разумеется, когда речь идет о крупных ландшафтообразующих его формах) мы получаем именно от профилей, а

также от блок-диаграмм, в свою очередь предполагающих возможность взгляда «со стороны». Кроме того, только профиль обладает преимуществом наглядного независимого и в то же время совмещенного показа неровностей рельефа и структурных особенностей субстрата, а тем самым — различных степеней их соответствия (или несоответствия) друг другу, что крайне важно в любом структурно-геоморфологическом исследовании. Анализ геоморфологических профилей занимает, как известно, важнейшее место в геоморфологии и служит вряд ли не самым главным источником сведений при решении многих как теоретических, так и практических вопросов (каналы, трассы дорог и трубопроводов, линий электропередач и т. д.). Именно этот анализ заставляет нас раньше всего обратить внимание на такие свойства рельефа и отдельных его форм, как симметрия в одних случаях и диссимметрия — в других.

Нам известно со школьной скамьи, что свойство симметрии полностью проникает собой мир кристаллов, в котором она была и подробно изучена и утвердилась в качестве основы кристаллографии. Успешно применялось учение о симметрии и диссимметрии в биологии, особенно в морфологии животных и растений, причем биологам удалось даже открыть новые виды симметрии. Целым событием явилось недавнее открытие функциональной асимметрии полушарий человеческого мозга. Но как симметрия может быть приложена и использована, например, в кажущемся хаотически сложном денудационном рельефе, в мире разнообразных крупных, средних и малых форм самого различного происхождения? С нашей точки зрения, это и возможно, и необходимо, если понастоящему углубляться в сущность морфологического подхода как основы в изучении форм земной поверхности. Достаточно вспомнить, что большинство аккумулятивных форм рельефа, если не все они, обладают четко выраженной симметрией. Это возможно и с более общих позиций, например, при самом широком понимании симметрии «...как свойства неизменности некоторых сторон, процессов, явлений, отношений материальных объектов, в частности, законов природы, относительно некоторых групп преобразований» (Философская энциклопедия, т. 5, 1970, стр. 14). Так, при существующих хорошо известных различиях полей силы тяжести Земли, Луны, Венеры,

Марса, законы скопления рыхлых масс на твердом субстрате на всех этих планетах остаются неизменными, а формы таких скоплений легко опознаются и сравниваются. Подтверждение этого принесли снимки, сделанные с помощью космических аппаратов. Отсюда также следует, что очень слабо освещенные в геоморфологии свойства симметрии, асимметрии, а также геометрического подобия, заслуживают внимания и могут оказаться полезными и в теории, и в практике науки о рельефе.

Достаточно сосредоточиться на этих проблемах, и мы сразу увидим, что мир, состоящий из форм земной поверхности, на каждом шагу дает нам примеры симметричных и диссимметричных отношений в их разнообразнейших комбинациях. Оценить эти соотношения по достоинству, в «статус кво» современного рельефа, понять стоящую за ними динамическую тенденцию — одна из задач собственно морфологического подхода. Симметрия геоморфологических объектов или ее отсутствие не могут явиться сами по себе, они так же, как и другие свойства таких объектов, должны отражать текущий динамический итог в развитии земной поверхности.

Уже на первый взгляд земная поверхность — царство диссимметричных форм и, следовательно, диссимметрия в ее геометрическом понимании — одно из общих свойств рельефа. С другой стороны, изменив угол зрения, воспользовавшись другим направлением сечения (роль профилей!), мы обнаружим, что, например, волновая рябь на мелководье, другие формы в тех же условиях — косы, пересыпи и др., ветровая рябь на склоне дюны и сама дюна, прибойные валы озер и морей, овраги и промоины, курчавые скалы, карстовые воронки и т. д. дают нам множества образцов отчетливой, подчас весьма совершенной симметрии, которая вырастает в наших глазах в другую, соперничающую с первой закономерность. Понижая порядок рассматриваемых форм, мы как будто возвращаемся назад, симметрия при этом все хуже улавливается. Таковы речные и иные террасы, склоны как целое, долины как целое, подгорные равнины и т. д. Но где настоящие границы этих сложных форм, внутри которых мы должны или хотим найти отношения симметрии? Эти границы бывают очень расплывчаты, условны, что осложняет наш поиск, но отнюдь не лишает его смысла. Следует помнить, что не симметрия, а диссим-

метрия «творит явления». Хорошим примером сочетания симметричного и асимметричного может служить такая четко обособленная форма рельефа как бархан, в котором нетрудно найти вертикальную плоскость симметрии, делящую песчаное тело на две почти равные и зеркально отражаемые друг от друга части. Вместе с тем передняя наветренная и подветренная части бархана несопоставимы и несовместимы. То же самое можно сказать о типичном бараньем лбе в ледниково-денудационном рельефе, хотя совмещение симметричных половин в этом случае будет еще менее совершенным из-за возможных неоднородностей субстрата и большей по сравнению с аккумуляцией формообразующей «капризностью» экзарации. В обоих рассмотренных примерах плоскость, или поверхность, симметрии будет, очевидно, параллельна равнодействующей рельефообразующих сил.

Явление (свойство) симметрии обнаруживает себя из сравнения частей целого. В нашем случае — морфологически целого. Для своего сравнения части должны быть мысленно отделены одна от другой. Роль делителя выполняют, как известно, плоскости или поверхности симметрии, по отношению к которым с различной ясностью проявляют себя разные виды симметрий и отсутствие которых (во многих случаях, вероятно, кажущееся) свидетельствует о большей сложности, но вовсе не о полной структурной беспорядочности рассматриваемого предмета.

Даже не вдумываясь в смысл симметричных и диссимметричных отношений, господствующих в рельефе и «наполняющих» его своим специфическим морфологическим содержанием, мы всегда обращаем на них внимание и, отталкиваясь от первого впечатления, нередко сразу переходим к далеко идущим выводам о происхождении наблюдаемых форм.

В дюне, овраге, речной долине, перевальной седловине, холме и множестве иных форм элементы симметрии обнаруживаются легко, но в качестве именно общего впечатления. Так как формы рельефа, как правило, далеки от геометрической простоты и совершенства, отыскание в них осей или поверхностей симметрии довольно затруднительно. В очень редких случаях удается представить себе поверхность, рассекающую холм, гриву, останец на равные и зеркально отраженные одна от другой части. Но такой точности морфологический анализ и не требует.

С другой стороны, на ограниченном участке равнины можно найти бесконечное количество параллельных плоскостей и линий симметрии.

Поиски, а точнее регистрация симметрии в формах земной поверхности — занятие отнюдь не бесцельное, как это может показаться на первый взгляд. Будучи чисто морфологической операцией, такие поиски как одно из первых звеньев морфологического анализа приводят к важным историко-генетическим выводам и законченному пониманию природы данной формы или комплекса форм. Симметрия или диссимметрия формы, наблюдаемые в том или ином ракурсе, — первый «сигнал» о направлении сил, создавших эту форму. И если мы в процессе исследования конкретных форм воспринимаем такую сигнализацию автоматически, то это не умаляет, а подчеркивает роль собственно морфологического подхода в науке о рельефе.

Асимметричный (реже, симметричный) поперечный профиль долины — одна из обычных первоначальных, т. е. непосредственно, быстро улавливаемых морфологических характеристик речных долин. В то же время это первый сигнал, намек, показатель существенной разницы в генетической природе обоих склонов. Именно асимметрия речных долин всегда привлекала особое внимание геоморфологов как у нас, так и за рубежом. Некоторые авторы придавали асимметрии склонов речных долин столь большое значение, что ввели даже понятие о ее индексе, как отношении наклонов (в градусах) правого склона к левому при условии, что рассматриваемый поперечный профиль находится вниз по течению от глаза наблюдателя (Emery, 1947). Различают по тем же признакам «правую» и «левую», позитивную и негативную асимметрию. В русской и советской геоморфологической литературе всегда подчеркивалось, что асимметрия долинных склонов, как и ее следствие — асимметрия междуречий, — показатель условий образования долин, что ее выявление и объяснение — важная задача генетической геоморфологии (Борзов, 1913; Щукин, 1933, Эдельштейн, 1947; Пресняков, 1955, и многие другие). В. Торнбери также писал, что «выявление причин асимметрии существенно для правильного понимания истории долины» (Thornbury, 1954, p. 111). Наиболее полную сводку данных о причинах асимметрии речных долин и междуречий дал И. С. Щукин (1932, 1964). Все, что известно на этот

счет в геоморфологии, ясно показывает, что наблюдение и объяснение явлений асимметрии (симметрии) позволяют охватить и учесть множество различных факторов рельефообразования и тем самым являются очень важным средством морфологического анализа.

Примечательно (об этом выше уже упоминалось), что наиболее совершенной симметрией обладают самые элементарные микроформы, например, знаки ряби, окатанные валуны, простейшие формы выдувания и надувания, малые, а порой и крупные конусы выноса, карстовые воронки, а из эндогенных форм — свежие шлаковые вулканические конусы и их кратеры. Симметрия в них вовсе не обязательно связана с морфологической простотой, так как простота и сложность суть категории, не имеющие к симметрии, как совершенно особому свойству вещей, никакого отношения; она единственно обязана равномерности в структуре и направлении процесса, обусловившего создание формы. Чем ниже порядок формы рельефа, чем она зависимее в генетическом отношении от многих факторов, тем, как правило, она диссимметричнее. Вместе с тем некоторые очень крупные формы, например, ударные кратеры Луны и других планет, созданные единой кратковременно действующей силой, могут обладать довольно совершенной симметрией.

С такой же точки зрения крайне интересно поле силы тяжести, управляющей в конечном счете всей аккумулятивной скульптурой рельефа. Его уровни концентричны, но не строго параллельны (из-за плотностных неоднородностей), если их рассматривать на очень большом расстоянии. Для небольших участков, измеряемых, впрочем, десятками и сотнями квадратных километров, например, в условиях широких шельфовых мелководий, пойменных равнин и речных дельт, абиссальных океанических равнин и т. д., непараллельность или угол схождения таких уровней пренебрежимо малы. Поэтому и осадок в виде водной или воздушной взвеси при отсутствии сильных гидро- и аэродинамических движений приобретает, в соответствии с принципом симметрии, сформулированным П. Кюри, форму горизонтально лежащего наложения. Как совершенно правильно указал Г. А. Дмитриев (1960), элементы симметрии среды, в которой происходит образование слоя осадка, содержатся в элементах самого слоя, а диссимметрия последнего должна состоять из диссим-

метрии гравитационного поля и диссимметрии конкретной морфолого-динамической обстановки, в которой образуется слой. Что же в таком случае создает рычаги, лежащие в основе столь распространенной диссимметрии денудационного рельефа, а точнее — крайне сложной и пестрой картины сочетаний в нем симметричного и несимметричного? И такая картина сохраняется в течение огромных промежутков времени, несмотря на то, что все выпуклые формы земной поверхности, находясь в поле силы тяжести, независимо от своих размеров, стремятся растечься, расплыться, стать полулицзой, все более уплощающейся и с тенденцией превратиться в конце концов в горизонтально лежащую пластообразную форму. Такое постоянное стремление реализуется, как известно, через гравитационное сползание, ссыпание, скольжение, смыв, дефляцию, солифлюкцию, крипп и другие механизмы во всех случаях и на любых склонах, на любом субстрате, несмотря на свою неравномерность, медленность и даже временные (в некоторых условиях весьма длительные) остановки, связанные, скажем, в тропиках с латеритными панцирями, а в высоких широтах — с сезонным или многолетним промерзанием. На этот очень старый в естествознании вопрос очень давно дан ответ. Будучи постоянно действующим и крайне медленно меняющимся по своему потенциалу физическим фактором, гравитационное поле, стремясь к выравниванию любых геосферных границ и следовательно, к выравниванию рельефа земной поверхности, тем самым стремится к разрушению всех частных, в том числе и частных, локальных отношений симметричности и диссимметричности, с тем, чтобы вывести данную геосферную границу на более высокий, глобальный уровень симметрии. Если бы не эндо- и экзогенные процессы с их общими и частными противоречиями, незатихавшими в течение всей геологической истории, такие частные случаи симметрии и представляющие их формы рельефа давно бы слились в «панцлен» — поверхность, совпадающую со сфероидом, или эллипсоидом вращения.

Таким образом, симметричное и диссимметричное в формах денудационного рельефа также связаны с соответствующими началами, заключенными в самом гравитационном поле. Статически гравитационное поле в любой точке земного пространства соответствует второй

группе предельных точечных групп симметрии, примером которой служит покоящийся конус, имеющий, кроме оси бесконечного порядка, только бесконечное множество продольных плоскостей симметрии, и которая изображается символом $\infty. m$. Но в явлениях природы господствуют не статические, а динамические и статистические элементы симметрии (см. выше), свойственные Земле, вращающейся вокруг своей оси, и свойственные также всему разнообразию рельефообразующих процессов, действующих в определенной среде. Поэтому в любой форме денудационного происхождения заключены как статические, так и динамические элементы симметрии и диссимметрии.

Всевозможные геоморфологические процессы подконтрольны гравитационному полю Земли, но полностью ему не подвластны. Этот запас «индивидуальности» геоморфологических процессов, ярко и типично проявляясь в любом конкретном рельефе, сохраняет также и рассеянный в нем «запас» симметрии. Заметим, что, кроме постоянного контроля со стороны гравитационного поля, влияние каждого из геологических процессов ограничено во времени и пространстве рядом условий. Остановимся на них кратко.

Вне известных или предполагаемых нами ограничений стоят космические силы и, в первую очередь, падение крупных метеоритов. Создаваемые при этом ударные кратеры могут сами по себе обладать высокой степенью симметрии, но их группы должны отклоняться от нее, распределяясь случайно, хотя статистика и здесь сможет обнаружить скрытые закономерности. Пока большие трудности на этом пути связаны с диагностикой метеоритных и вулканических кратеров. Вместе с тем структурная геоморфология с каждым годом обнаруживает все большее число кратероподобных кольцевых структур и их групп в разных районах земного шара, свидетельствуя о пережитой нашей планетой «лунной» стадии развития рельефа и демонстрируя громадную историко-познавательную ценность морфологического анализа. Среди планетарных факторов оба главнейшие связаны с суточным вращением Земли.

Первый общепланетарный фактор — сила Кориолиса и ее следствия, в частности, закон Бэра — Бабинэ, действуя односторонне в северном и южном полушарии,

стремится в каждом из них создать при отсутствии противодействия со стороны других факторов и действительно создает свой тип геоморфологической асимметрии. Будучи сопоставлены через экваториальную плоскость одно с другим, эти явления односторонне диссимметричных отношений в разных полушариях ведут к эффекту зеркальной симметрии. При этом через влияние силы Кориолиса в геоморфологии ярко и непосредственно проявляются закономерности «правизны» и «левизны» (правого и левого), обозначаемые в науке символами *D* и *L* и играющие огромную роль в общем учении о симметрии.

Второй общепланетный фактор — полюсобежные силы, симметричное положение их векторов в северном и южном полушариях, должны также вести к созданию того или иного типа геоморфологической симметрии. Этому фактору многие авторы, как советские (П. С. Воронов, 1968, И. В. Чебаненко, 1963, и др.), так и зарубежные придают большое значение в создании структуры и морфологии Земли. Некоторые авторы видят в нем двигатель гигантских литосферных плит. В целом прямая морфологическая роль полюсобежных сил несомненна — ими создано экваториальное вздутие и соответствующие элементы симметрии полушарий в его пределах. Влияние их на формы более высоких порядков, начиная с геотектур, остается предметом дискуссий.

Общезвестна огромная роль внутриземных эндогенных факторов в образовании симметричных глубинных структур и наружных построек. Рассмотрение даже типичных примеров заняло бы очень много места, да в этом автор и не видит необходимости. Укажу лишь на один грандиозный пример эндогенной симметрии — диссимметрии: Срединно-Атлантический хребет со всеми его трансформными разломами, осевыми рифтовыми впадинами и прилегающими частями океанического дна. Гипотеза спрединга рассматривает и само раздвижение океанического ложа, как симметричный процесс. В целом внутриземные процессы могут играть в образовании симметричных форм земной поверхности две различные роли: в рельефе они проявляются, как известно, или активно (в виде «живых» форм: вулканы действующие, молодые разломы, молодые сводовые и горстовые поднятия, геоморфологические макроэффекты сильных землетрясений), или пассивно (в виде «мертвых» структур и тел, вскры-

тых на поверхности денудацией). В этих разных случаях будут, соответственно, иметь место явления «активной» или «пассивной» симметрии (диссимметрии).

Обширная группа экзогенных рельефообразующих факторов создает формы рельефа, с которыми геоморфолог сталкивается постоянно и изучение которых самим ходом вещей поставлено ему в прямую обязанность. Именно эти формы (морфоскульптура И. П. Герасимова) придают рельефу его сложность и насыщенность разнообразными деталями. В отличие от форм эндогенного происхождения, мы находим в них массу различных симметричных, диссимметричных и асимметричных отношений. Поскольку же высокая дифференциация форм в денудационном рельефе отражает столь же высокую дифференциацию в распределении, направлении, характере, интенсивности и ритме рельефообразующих процессов, причина названных отношений, как и в случае планетарных и внутриземных факторов, должна находиться в самой природе этих процессов. Отсюда следует вывод, что за внешней симметрией форм земной поверхности всегда стоит симметрия рельефообразующего процесса, которому данные формы полностью или преимущественно обязаны своим происхождением, своими очертаниями и, наоборот, диссимметричные отношения свидетельствуют о диссимметрии соответствующего процесса. Этот вывод, вообще говоря, с логической необходимостью следует из самого понятия о симметрии явлений и вещей в природе. Его значение, как нетрудно видеть, имеет огромную методическую ценность. Как об этом уже упоминалось выше, симметрия, как и диссимметрия, суть важные аналитические признаки и необходимое для рассмотрения звено морфологического анализа в его прямом, пластическом смысле. Более того, наблюдения над симметричными и асимметричными отношениями в мире форм земной поверхности можно рассматривать как одну из самых первых стадий полевых исследований рельефа, как своеобразное «начало отсчета» в морфологическом анализе. Характеризуя одну из сторон пластики земных форм, такие отношения характеризуют важную черту во внутренней структуре процессов.

Можно думать, что рассматриваемые отношения геоморфологических объектов свидетельствуют и о морфологическом возрасте последних. Первично-симметричные формы при прочих равных условиях устойчивее несим-

метричных. Один из лучших примеров в этом отношении — асимметрия в развитии речных долин, простирающаяся из нее борьба за водораздел и речные перехваты. В случае асимметричной возвышенности функциональные связи переходных форм на противоположных склонах разной длины и крутизны будут неодинаковы из-за гипсометрического градиента, экспозиции и многих других условий, что не может не сказываться на неустойчивости формы в целом. Пример — часть Приморского плато в прииркутской части Байкальского рифта к юго-западу от истока р. Ангары. К Байкалу оно обрывается мощным сбросовым уступом, тогда как в противоположную сторону, в глубь Иркутского амфитеатра очень полого понижается. Играя в данном случае роль «плеча» Байкальского рифта, плато активно «подрывается» со стороны сбросового обрыва абразией озера, частыми гравитационными смещениями в виде обвалов и т. д., тогда как противоположный склон развивается вяло за счет эрозии небольших речек с малым падением. Понятно, что геологически (геоморфологически) вся эта асимметричная форма неустойчива. Сказанное в полной мере относится и к асимметричной впадине Байкала в целом. Ее неустойчивостью, молодостью, динамичностью обусловлена асимметрия не только геоморфологических, но и многих других природных явлений и процессов на противоположных бортах впадины Байкала.

Таким образом, справедливым, на наш взгляд, оказывается и другой вывод. Поскольку в относительно упорядоченной структуре гравитационного поля диссимметрия, т. е. совокупность отсутствующих элементов симметрии, явление подчиненное, то диссимметричное в рельефе и, следовательно, в поле силы тяжести, стремится стать симметричным. Первое из них предстает в таком случае как особый, внутренний, морфологический стимул в развитии рельефа на его нисходящей линии.

Превосходный пример симметрично-диссимметричных отношений форм земной поверхности будет приведен ниже, в очерке о горообразовании. Мы увидим, что при всей сложности поверхностного рисунка нагорий, составляющих Монголо-Сибирскую горную систему, в ней ясно улавливается «ось симметрии», почти совпадающая с 105-м меридианом, и соответствующая ей «ось симметрии» проекции мантийной неоднородности (низкоско-

ростная аномальная мантия). Из этого примера явствует, что приблизительно симметричные (т. е. дополненные диссимметричными) отношения очень крупных геоморфологических объектов отражают ту же самую степень симметрии породившего их глубинного процесса.

Сказанное выше далеко не исчерпывает тему «Симметрия в геоморфологии». Автор коснулся только тех моментов, которые, по его мнению, могли продемонстрировать важность этой темы в общем морфологическом анализе рельефа земной поверхности и, следовательно, показать необходимость ее углубленной и всесторонней разработки. Автор будет удовлетворен, если проблема симметрии в рельефе Земли привлечет внимание других исследователей не только на глобальном, но и на региональном уровне.

МЕТОД АКТУАЛИЗМА В ГЕОМОРФОЛОГИИ¹

В крайне важном для геоморфологии вопросе о методе актуализма следует выделить две стороны: 1 — возможность или невозможность (и ненужность) полного отказа от принципа актуализма как в палеогеоморфологии, так и во всех других «палеонауках», следовательно, фактически во всех науках о Земле; 2 — допускавшееся еще в недалеком прошлом смешение актуализма с униформизмом.

Актуализм как метод, но также и принцип (Шанцер, 1970), играл и продолжает играть большую роль в историко-геологических исследованиях, неизменно выступая как составная часть более широкого и всеобъемлющего сравнительно-исторического метода. Поскольку геологические процессы в прямом или в опосредованном виде всегда являются также и процессами геоморфологическими, а историко-геологические и палеогеоморфологические реконструкции принципиально очень близки и нередко имеют одну и ту же отправную точку, нельзя не задуматься над местом актуализма в геоморфологических исследованиях.

Легко видеть, что отказ от актуалистического метода, или подхода, т. е. от экстраполяции современных геоморфологических закономерностей на геологическое прошлое, означал бы просто крах этой науки, поскольку палеоландшафты превратились бы в «трансцендентную» категорию, лишенную доступа и непригодную для использования в более сложных и общих, например, палеогеографических реконструкциях. Эта сторона дела не нуждается в примерах и разъяснениях.

С другой стороны, униформизм, будучи наследием метафизического мышления и мировоззрения, не может

¹ Очерк написан на основе переработанного раздела монографии «Проблемы эндогенного рельефообразования» (1976).

быть приравнен к актуализму, хотя он и входит в переработанном виде в существо последнего. Столь же легко видеть, что полное изъятие из актуализма униформистских допущений (в смысле отрицания закономерностей развития) сделало бы первый совершенно непригодным в качестве инструмента научного исследования.

По названным и другим аспектам актуалистического метода в геологии высказались многие ученые: Н. С. Шатский, Ю. А. Косыгин, А. В. Пейве, Ю. М. Пушаровский, Н. П. Харасков, Н. А. Штрейс, А. Л. Яншин, Е. В. Шандер, Д. И. Щербаков, Н. М. Страхов и др. Дискуссия на эту тему может считаться в общем законченной и выяснившей все спорные моменты. Автору представляется уместным остановиться на некоторых геоморфологических аспектах актуализма, которые, естественно, тесно соприкасаются с аспектами геологическими.

А. Л. Яншиным и Р. Г. Гарецким уже давно отмечено, что «нельзя основываться на формальном применении метода актуализма» и что «принцип актуализма часто и совершенно справедливо подвергают критике, указывая, что он искусственно ограничивает развитие наших представлений о необратимых качественных изменениях геологических (геоморфологических — *Н. Ф.*) процессов в земной коре и на поверхности Земли» (Яншин, Горецкий, 1960, стр. 150 и 224). Развернутую критику чисто механического использования актуалистического метода в геологии, с одной стороны, и обоснование рациональных границ его применения, с другой, мы находим в работе Н. С. Шатского, Ю. А. Косыгина и др. (1951). Основная мысль в их критике сводится к тому, что «метод актуализма является лишь частью сравнительно-исторического метода, и он применим в тех случаях, когда современная эпоха может дать необходимый материал для сравнения» (стр. 149). Таким же образом должна пониматься роль актуализма в геоморфологических исследованиях наших дней. При этом необходимо еще раз подчеркнуть, что так как областью применения актуализма в науке о рельефе является главным образом палеогеоморфология, которую, как и другие «палеонауки» о Земле, следует причислить к геологическим дисциплинам, цитированное положение целиком относится к палеогеоморфологии.

В этом совершенно справедливом положении содержится, однако, некоторая неясность. Она заключается в

том, что точные критерии выбора «необходимого» материала, заимствуемого из современной эпохи, пока отсутствуют, и мы оперируем по преимуществу правилом подобия или, шире, морфологического сходства. Поэтому, например, термин «пенеплен» вряд ли можно безоговорочно применять к поверхности постседиментационного выравнивания, выделяемой в виде поверхности несогласия в разрезах докембрия или, например, видеть в несомненно существовавших в докембрии или даже палеозое вулканических ландшафтах полное подобие и даже аналогии современных вулканических построек и ландшафтов. Автор не возражает против термина С. С. Коржуева «протопенеплен», но полагает, что префикс «прото-» в нем следует понимать не столько в прямом («первичный»), сколько в косвенном смысле, как еще недостаточно изученный и понятый.

Вместе с тем нельзя отрицать сходства геологических (геоморфологических) процессов в прошлом и настоящем. Речь идет, естественно, о принципиальном сходстве, о сущности этих процессов. Как известно, наибольшие изменения в ходе развития Земли претерпел характер воздействия биосферы на земную поверхность, так как именно биосфере присущи особенно сложные закономерности необратимого развития и усложнения. Следовательно, приведенный выше тезис Н. С. Шатского, Ю. А. Косыгина и др. (1951), должен быть целиком отнесен ко всяким попыткам восстановления палеорельефа, причем выбор «необходимого» материала для сравнений, по-видимому, еще надолго останется трудным и не всегда уверенным.

В цитированной выше работе те же авторы пишут, что «...для советских геологов, стоящих на позициях диалектического материализма, неприемлем принцип актуализма как принцип униформизма, как мировоззрение...» (там же, стр. 147). Действительно, было бы грубой ошибкой ставить между тем и другим знак равенства. Но если в XVIII и первой половине XIX в. актуализм и униформизм как бы сливались, образуя в научномировоззренческом отношении нечто целое, то и в настоящее время их нельзя рассматривать как взаимоисключающие, вполне оторванные один от другого методологические принципы. Метод актуализма, освобожденный от своего прежнего крайнего униформистского груза, но не лишен-

ный ограниченной одноименной основы, имеет полное право на существование и широко (с несомненной пользой для дела) используется в науках о Земле. В то же время униформизм, как принцип неизменности, полностью отошел в область преданий.

В своем первоначальном виде актуализм отражал собой механистический эволюционизм в естествознании, в то время как униформизм составлял сущность целого мировоззрения — метафизического материализма. Ляйелевская концепция, для своего времени весьма прогрессивная, была приложением именно механистического эволюционизма к пониманию прошлого Земли. Как мы помним, известного влияния Ляйеля не избежал и один из «отцов» современной геоморфологии В. М. Дэвис.

Так как современные геологические процессы суть вместе с тем современные геоморфологические процессы, то и методологические основы их изучения должны быть едины. Равным образом относительны границы настоящего и прошлого как в геологии, так и в геоморфологии, хотя рамки геологического прошлого в свете данных абсолютной геохронологии неизмеримо шире. Так, данные об абсолютном возрасте древнейших пород Земли не несут, к сожалению, никакой геоморфологической информации. Наконец, историко-геологический анализ отличается от историко-геоморфологического разве только тем, что второй составляет лишь часть первого.

Как же в таком случае геоморфологам следует относиться к принципу актуализма, к его традиционной основе, гласящей, что «настоящее есть ключ к познанию прошлого»? Е. В. Шанцер, внесший особую ясность в понимание роли актуализма в геологии, пишет, что это все же лишь «...частный принцип, который нельзя возводить в абсолют, превращая в основополагающий всеобщий принцип всей геологии» (Шанцер, 1971, стр. 11). Для геоморфологии, предмет которой — современный, рельеф, имеющий, однако, свою историю, и для палеогеоморфологии, изучающей палеорельеф, также имеющий свое прошлое, приведенный принцип имеет огромную ценность, но приложение его к этим двум наукам о рельефе неодинаково во многих отношениях. Так, для понимания прошлого современного рельефа мы отталкиваемся от современной эпохи, а для познания даже в самых общих чертах палеорельефа должны искать его «корни» в

еще более далеком прошлом. В общем случае, следовательно, одинаково важен как подход от настоящего к прошлому (униформистская основа актуализма), так и подход от прошлого к настоящему, а сравнительное значение этих подходов должно быть разным и зависимым от задач исследования. В самом деле, классическому принципу традиционного актуализма, приведенному выше, как бы противостоит принцип противоположный: «прошлое есть ключ к познанию настоящего». На эту сторону дела по существу обратил внимание и Е. В. Шанцер (1971, стр. 13) при рассмотрении объема понятия о современных геологических процессах. В самом деле, не должен ли историко-геоморфологический анализ базироваться не на одном, а на обоих приведенных принципах, формально противоположных, а на самом деле взаимно дополняющих друг друга?

Геология и геоморфология, они также имеют перед собой и памятники прошлого, и современные примеры. Другое дело, что события геологического характера и всегда им сопутствующие геоморфологические преобразования совершаются, как правило, крайне медленно и своими истоками уходят в недостижимую глубь времен. Актуализм черпает силы из современной обстановки, являющейся итогом прошлого. Будучи приложен к событиям прошлого, он должен как действительно научный метод вывести из этих событий и условий современную обстановку. Таким представляется путь «самопроверки» актуалистического метода.

Сочетание взаимодополняющих принципов: а) поступательного развития (от прошлого к настоящему) и б) «униформизма» как признания присущей этому развитию закономерности, выведенной из наблюдения современных явлений (от настоящего к прошлому), и составляют, на наш взгляд, методологическую основу сравнительно-исторического анализа в геоморфологии.

Если, например, исходить из чисто актуалистических позиций в проблеме происхождения речных террас, то из одних наблюдений над современными процессами в речных долинах мы не сможем сделать правильных выводов. В частности, мы не поймем, почему с образованием каждой новой пары террас долина неизменно суживалась. В современных деятельных оврагах мы найдем хорошо оформленные овражные террасы, созданные при измен-

чивом режиме временных потоков. Сравнение овражных террас с речными не даст полного ответа на вопрос о происхождении вторых. Иными словами, ключ «от настоящего к прошлому» не работает. Но сопоставив видимый аллювиальный процесс с теми данными, которые можно получить при изучении всего комплекса террас в данной долине, состава и возраста аллювия на них, т. е. применяя также другой ключ «от прошлого к настоящему», мы сможем понять механизм террасообразования.

В рельефе всех стран и материков мы знаем более или менее обширные поверхности выравнивания. Они — наследие прошлого. Наблюдая их, зная их последовательность, даже установив геологический возраст и отношение к их субстрату (ключ «от прошлого к настоящему»), мы тем не менее многого не поймем. Сами поверхности выравнивания во многих случаях ничего нам не скажут о механизме своего образования. Достоверные сведения мы сможем получить, изучая где-либо, например, в тыловых швах тех же поверхностей выравнивания или в других местах, современные механизмы выравнивания и сравнивая их кратковременные и маломасштабные результаты с тем, что дает геоморфологическое изучение самих поверхностей выравнивания (ключ «от настоящего»). Выводы могут оказаться при этом многозначными, многовариантными, но в этом будут повинны не недостатки «ключей» и представляемых ими методов, а изъяны или неразработанность специального анализа.

Таким образом, отказ от метода актуализма в геоморфологии ненужен и невозможен, так как в нем заложена единственно правильная идея закономерного развития природы. Это развитие в прошлом рассматривалось как вполне однообразный процесс, чуждый внутренним противоречиям, радикальным и качественным перестройкам. Следуя униформизму, метод актуализма исходил из допущения, что «кадры» этого процесса в природе проходят сейчас перед нашими глазами в том же виде, как они разворачивались на ленте времени в сколь угодно далеком геологическом прошлом. Такой метафизический подход, естественно, оказался абсолютно непригодным в современных научных исследованиях. Эволюция всех форм материи протекает по известным законам материалистической диалектики и вместе с тем не только самые общие, но и частные (физические, химические, геологи-

ческие и биологические) законы сохраняют свою силу и значение в эволюции природы в течение огромных промежутков времени. Поэтому они (законы) в известном смысле униформны. Так, для всего обозримого геологического времени сохраняют силу и качество общей тенденции не только гравитационная дифференциация вещества планеты, но и более частные, производные от нее процессы, например, работа воды при ее стекании (падении) с высоких точек земной поверхности на низкие, приводящая к возникновению эрозионных форм рельефа и т. д. Несомненно также, что, пользуясь для палеореконовструкций сравнением однородных явлений настоящего и прошлого, мы тем самым уже отдаем известную дань униформизму, так как утверждаем именно эту однородность явлений, а не только постоянство наиболее общих законов. Однако для «палеонаук» такой путь совершенно неизбежен и важно лишь следовать ему критически. Сейчас мы знаем, что не только климат, состав газов атмосферы и состав воды океанов прошлого не совпадали с таковыми в современную эпоху, что развитие биосферы непрерывно изменяло не только ее самое, но и неорганическую среду. Известно также, что существенным, хотя и периодическим изменениям подвергались в истории Земли ее магнитное и гравитационное поле, величины тепловых потоков и другие геофизические характеристики. Наряду с этим в прошлом вряд ли существенно менялись общие законы существования белковых молекул, механизм фотосинтеза растений, код наследственности, могучий инстинкт размножения. Естественно, что для еще более полного преодоления излишков униформизма было бы очень полезно иметь временные поправочные коэффициенты, хотя бы для каждой геологической эпохи или периода, для каждого типичного природного процесса. Бесспорно, такие поправочные коэффициенты нужно искать и в этом, возможно, заключается одна из главных задач не только палеогеоморфологии и других «палеонаук», но и естественноисторических наук вообще. Вместе с тем нельзя забывать, что палеогеоморфологические реконструкции предпринимаются, как правило, для мезозоя и кайнозоя (в сумме около 200 млн. лет), т. е. хотя и огромного промежутка времени, но все же достаточно хорошо известного даже по живым реликтам не только растений, но и кистеперых рыб, для которого метод

актуализма и обдуманые «униформистские» допущения достаточно справедливы. О последнем свидетельствуют, в частности, геологическая теория и практика. В самом деле, при всех оговорках на необратимую направленную эволюцию даже основных геофизических полей Земли, трудно допустить, что, скажем, грубые конгломератовые толщи в будущем перестанут быть показателями близости горного палеорельефа к месту накопления этих толщ, или что волновая рябь и трещины усыхания на поверхностях напластования мелкозернистых осадочных толщ перестанут свидетельствовать о мелководности водоемов, в которых они образовались.

Таким образом, следует признать, что в современном естествознании вообще и, в частности, в науках о рельефе Земли так же, вероятно, как в будущем геолого-геофизических наук, роль актуализма как метода исследования, составляющего часть более широкого и всеобъемлющего сравнительно-исторического метода, останется очень важной. Умаление такой роли может относиться только к крайностям принципиальной униформистской основы, но отнюдь не к требованию полностью устранить последнюю. Отрицая униформизм в его первоначальном ограниченном и ограничительном виде, мы полностью принимаем, как это подчеркнул, например, Ю. П. Трусов (1971), диалектический принцип закономерности (не однообразия) и, следовательно, известного порядка в ходе вещей, в том числе и в геоморфологическом процессе. Как постоянство (сохранение) всегда связано в любом естественном процессе с изменением (развитием), так и необратимое и направленное развитие поверхности Земли сочетается с сохранением наиболее общих основ в существовании материальной геоморфологической системы или наиболее общих, фундаментальных законов этого развития.

Было бы грубой методологической ошибкой требовать полного «очищения» метода актуализма от всех и всяких остатков униформизма, если понимать этот последний, что и имеет место в настоящее время, как принцип устойчивой закономерности. Это стало особенно ясно в последние годы, когда общность главных законов развития поверхности планет была доказана в принципе одинаковым распределением рыхлых материалов и вулканических продуктов, а также сходством деструкционных форм на Земле, Луне, Марсе и Венере.

РЕЛЬЕФ И БИОСФЕРА

Понятие о биосфере после классических трудов В. И. Вернадского прочно вошло в естествознание, и здесь нет нужды его рассматривать. Напомним лишь, что верхняя граница биосферы, по современным представлениям, совпадает с границей тропосферы (хотя эта оценка в наш космический век должна быть пересмотрена), а нижняя как предел распространения анаэробных бактерий определяется (опять-таки без учета антропогенных воздействий и вторжений) от нескольких сот метров до 2—3 км. Основная масса живого вещества на суше сосредоточена в тонком приземном слое, но зато захватывает всю толщу гидросферы. Если отвлечься от последней, то легко видеть, что биосфера как бы обволакивает сушу (а донная пленка океана таким же образом обволакивает его дно), изгибаясь в соответствии с неровностями рельефа и повторяя неровности их очертаний. Это тесное примыкание, прижатость биосферы к рельефу земной коры как будто не имеет места только в гидросфере, вся толща которой насыщена жизнью. Но необходимо иметь в виду, что, во-первых, планктонная пленка жизни В. И. Вернадского своим положением в пространстве теснейшим образом сама связана с рельефом гидросферы (см. ниже), с морскими волнениями и приливо-отливами и, во-вторых, вся конечная продукция биосферы в океане, не ассимилированная живым веществом, поступает на дно океана в виде органогенного осадка. Следовательно, можно говорить о прямом и постоянном контакте биосферы с земной корой и ее рельефом. Насколько экзоконтакт биосферы простирается в глубь земной коры, т. е. каков нижний предел «давления жизни на косную материю земной коры», по В. И. Вернадскому, кажется, еще не вполне ясно.

Общеизвестно, что непосредственное соприкосновение рельефа земной поверхности и биосферы — первое и постоянное условие их разнообразного взаимодействия.

Структура и состав биосферы во многом зависят от локальной геоморфологической обстановки и, в свою очередь, последняя прямо или косвенно влияет на локальную структуру и состав биосферы. Можно, по-видимому, сказать, что, функционируя за счет лучистой энергии Солнца, биосфера в прямом смысле опирается на рельеф суши и в прямом и косвенном (за счет заполнения водными соответствующих емкостей) смысле — на рельеф дна океана.

В наши дни встал вопрос не только о более глубоком познании, но и об охране биосферы. Защита всей природной среды от антропогенных воздействий как своеобразная беспрецедентная самозащита от самонападения давно переросла рамки отдельных стран, превратившись в международную, общечеловеческую проблему, и во всем мире прогрессивные силы пытаются перевести решение этой проблемы на практические рельсы.

К элементам природной среды, давно и во все большей степени нуждающимся в защите, в настоящее время отнесены атмосфера, океаны и моря, реки и озера, подземные воды, почвы, леса и степи, животный мир, т. е. вся биосфера. До недавнего времени вслух или молчаливо признавалось, что человек как бы противостоит этим элементам природы, будучи чуть ли не их противником (борцом!) и односторонним потребителем их благ. В последнее время человеком делаются попытки стать разумным хозяином природы, в чем наибольшие успехи достигнуты, естественно, в Советском Союзе и других странах социалистического содружества.

В перечне элементов природной среды, нуждающихся в защите от возрастающих антропогенных воздействий, почему-то отсутствует рельеф земной поверхности. И это несмотря на то, что рельеф суши и дна водных бассейнов — один из главных, если не самый главный, элемент природной среды, так как все остальные элементы развиваются, опираясь на рельеф.

В настоящей книге речь шла только о рельефе твердой земной коры, и такое ограничение было сознательно принято автором. Но когда мы говорим о биосфере, должно быть расширено и понятие о рельефе. В самом деле, это понятие приложимо и к изменчивой форме верхней и нижней поверхности гидросферы, вся толща которой, по современным данным, пронизана жизнью. Поверхность

открытого зеркала морских и материковых вод, ледников, подземных вод¹ — все они обладают рельефом в полном смысле слова, и, пожалуй, можно считать, что рельеф гидросферы хотя и изменчивее во времени, но не сложнее такового у твердой земной коры. Его состояние и, как иногда говорят, «стояние» также обусловлены полем силы тяжести, а специфичность и исключительно высокая изменчивость — физической природой воды в парообразном, непереохлажденном, переохлажденном (аморфный лед) и кристаллическом виде. Антропогенные влияния на гидросферу прежде всего сказываются в ее рельефе. Это депрессионные воронки подземных вод вокруг буровых скважин, шахт, колодцев и т. д., перемещение уровней по вертикали при сооружении и эксплуатации водохранилищ, понижение уровня подземных вод при мелиорации, вырубке лесов, сооружении каналов и т. д. Но если вмешательство человека в рельеф гидросферы и литосферы, началось с первого вырытого им колодца, что произошло, наверное, еще в раннем палеолите, то биогенное вмешательство в целом уходит в геологическую даль времен. Коралловые постройки, накопление гуано и других жизненных отходов, жилища животных-землероев, термитные кучи, накопления торфа на суше и биогенных осадков в морских и озерных водоемах — все это говорит само за себя, причем, конечно, строго говоря, не о биогенном вмешательстве в рельефообразующий процесс как о воздействии на земную поверхность чуждого ей фактора, а о естественном биогенном рельефообразующем процессе. Вряд ли первые человеческие жилища-землянки и охотничьи ямы, как и первые колодцы и, возможно, запруды на реках, следует квалифицировать как собственно и, так сказать, вполне антропогенные воздействия на рельеф, поскольку и по своей сложности, и по масштабу влияния на формы земной поверхности они принципиально не отличались от прочих биогенных влияний.

Рассматривая человека как элемент и продукт биосферы, мы вправе оценивать его воздействие на всю природную среду и, в частности, на саму биосферу, как со-

¹ В последнее время выяснено, что напорные воды, бесспорно поверхностного происхождения, распространяются до глубины по крайней мере 6,5—7 км.

вершено естественный процесс, превращение которого в процесс искусственный¹ совершилось, как мы знаем, в очень короткий промежуток времени и определило качественный скачок в развитии человека, а тем самым и качественный скачок в развитии биосферы в целом. Переход естественного (по своей форме, средствам, причинам и масштабам) в искусственное с такой точки зрения представляется сам по себе явлением естественным и лишь как гипертрофированное развитие одного из элементов биосферы, развитие одностороннее и не имеющее аналогий в прошлой истории Земли.

Как известно, только со второй четверти XX столетия, на что указал в свое время В. И. Вернадский, антропогенный фактор, как один из элементов воздействия живой среды на среду «мертвую», по разнообразию своих механизмов, темпу и масштабу ставит себя в некотором смысле даже вне рамок природных процессов. А это ведет к расстройству, ослаблению прямых и обратных связей в биосфере. Тем самым нарушается устойчивость всей природной системы.

Развитие биосферы, как совершенно своеобразной межгеосферной оболочки Земли, началось, как известно, в раннем докембрии, и время ее возникновения не может быть пока определено даже приблизительно. Нельзя сомневаться, что рельеф, какова бы ни была его сложность и специфика, уже существовал при возникновении гидросферы, явившейся колыбелью жизни. Можно утверждать, далее, что развитие биосферы как в смысле ее все возрастающего качественного разнообразия, так и количественного роста биомассы, характеризовалось не только приспособлением к формам земной поверхности (например, ко впадинам, вместившим в себя первые водные бассейны), но и активным взаимодействием с его формами, начиная, по-видимому, с самых малых. Первыми биотопами были первые элементы, вероятно, вулканического рельефа.

Если жизнь на Земле, создавая удачную, т. е. приспособленную и устойчивую к существовавшим экологическим условиям модель, обеспечивала затем на какое-то

¹ Допустимо, по мнению автора, считать искусственными все действия человека, совершаемые с привлечением, кроме собственной, мускульной, других видов и источников энергии.

время «серийный» выпуск ее образцов, т. е. многих поколений живых существ, представляющих отдельный вид, вместе с тем не прекращала создание все новых живых моделей, то иную картину мы видим в геологической истории неорганической природы, морфологические «модели» которой в виде форм земной поверхности если и видоизменялись с течением времени, то сохраняли во всем существенном подобие самих себя, во всяком случае в течение фанерозоя. Здесь имеются в виду не разнообразные комбинации форм рельефа, возникшие в разном пространстве и времени, но сами эти формы. Относительная простота и постоянство основных геологических законов, действующих в относительно постоянном гравитационном поле, с необходимостью вела к созданию ограниченного числа таких «геоморфологических» моделей, а действие этих законов в течение огромных промежутков времени — к однообразию или, точнее, единообразию генетически сходных (однородных) геоморфологических ландшафтов. Эту мысль мы высказывали раньше, утверждая, что вовсе не недостаток фантазии, а интуитивно сознаваемое несомненное сходство прошлых и современных морфологических ландшафтов руководило авторами живописных реконструкций давно минувших геологических эпох и периодов.

Нет, конечно, сомнений в том, что прошлая история Земли в рамках фанерозоя или даже более широких, охватывающих также весь поздний докембрий, протекала при иных пространственных комбинациях, иных планах размещения, других границах и размерах климатических зон, нежели современные. Бесспорно и другое. Во-первых, общий порядок распределения климатических зон и поясов относительно земных полюсов и экватора не мог отличаться от современного. Во-вторых, по основным своим показателям климатические зоны прошлого не могли существенно отличаться от современных. Для всего фанерозоя нельзя вообразить себе существование таких климатических условий, какие бы не встречались в том или другом полушарии в настоящее время: нигде на Земле в течение фанерозоя нельзя представить себе лунный, марсианский или венерианский климат. Но отсюда следует, что сходные с современными климатические обстановки прошлого приводили к образованию, развитию, отмиранию, смене вполне или весьма сходных с современными

«климатогенных» (морфоскульптурных) форм земной поверхности и соответственно сходных с современными ископаемых морфологических ландшафтов, если иметь в виду их глобальные совокупности. Можно лишь думать, что в такие глобальные ландшафтные закономерности вносили своеобразие, да и то главным образом количественное, такие факторы, как массовый (ареальный) поверхностный вулканизм и покровное оледенение. Если бы на Земле даже в далеком прошлом существовали пустыни, по размерам и климатическому режиму подобные современным марсианским, их следы были бы найдены в разрезах осадочных напластований.

Из сказанного следует вывод о том, что хотя развитие биосферы и рельефа земной поверхности идут параллельно и взаимосвязанно, развитие рельефа находится еще под влиянием относительно однообразно действующих абиотических факторов, способность к комбинациям которых ограничена (например, нивальные условия делают почти невозможным химическое выветривание), тогда как развитие биосферы, связанное с энергией Солнца и обусловленное особыми, очень сложными законами и постоянной трансформацией органического вещества, ведет к созданию все новых форм жизни и, соответственно, все новых форм и механизмов их влияния на рельеф земной поверхности. Таким образом, не только тектоника и климатические сдвиги сами по себе говорили новое слово в смене геоморфологических и географических ландшафтов прошлого, но и (в качественном отношении в первую очередь) биосфера, ее разрастание вверх до границы тропосферы, вниз до подошвы осадочной оболочки и вширь — от морских побережий в глубь древних палеозойских материков. Развитие жизни в «толще» все расширяющейся биосферы вело к непрерывной смене форм организмов, их отношений и сообществ (биоценозов), увеличению объемов их остатков, переходящих в ископаемое состояние, к расширению, усложнению и, в конечном счете, к усилению их воздействия на формы твердой земной поверхности через биогенное выветривание, понимаемое в самом широком смысле.

Воздействие биосферы на рельеф, как и обратное воздействие рельефа на биосферу, можно рассматривать, по видимому, двояко — учитывая роль человека, появившегося как биологический вид только в эоплейстоцене, и не

учитывая эту роль, что правомерно для всего прошлого Земли, древнее плиоцена, и что приемлемо только для задач палеогеоморфологии. Механизмы этого воздействия¹ и взаимодействия рассматривались во многих работах, и общепризнано, что наиболее информативным вещественным их результатом являются органогенные отложения и почвы. Эти механизмы и их результаты, как важные, но частные явления в общей проблеме «рельеф-биосфера», мы оставим в стороне. Общая картина изменений их прямых и парагенетических связей раскрывается исторической геологией, хотя в ней остается еще много пробелов и, вероятно, не до конца выясненных связей. Для нас важен основной тезис, заключающийся в том, что в ходе геологического времени влияние биосферы на рельеф необратимо расширялось и усложнялось и что, напротив, воздействие рельефа на биосферу (обратная связь) именно по причине возрастания ее сложности, внутреннего богатства и, наконец, мощи порожденного ею человеческого разума, столь же необратимо ослабевало. Естественное (для здравого смысла, а не течения природных процессов) деление истории Земли и ее биосферы на фактически все ее прошлое — доантропогенный этап и геологически только что наступивший этап антропогенный, правомерно именно в этом отношении: перевес биосферы над рельефом в смысле техногенных воздействий первой над второй становится очевидным. Он сказывается, во-первых, в буквальном (физическом) проникновении человека на все уровни гипсографической кривой (до вершины Джомолунгма и дна Марианской пучины включительно) и в массовом создании искусственного (техногенного) рельефа². При этом с самого начала, еще задолго до наступления эры технического прогресса, че-

¹ Одним из самых ярких примеров воздействия рельефа на биосферу в материковых условиях является пресное море Байкал. Глубина его впадины (1165 м ниже уровня моря), сопоставленная с высоким горным окружением, создает громадные геоморфологические контрасты, строго контролирующие распределение элементов биосферы, в том числе эндемизм фауны Байкала. Интересно, что в своей знаменитой «Биосфере» В. И. Вернадский дважды ссылается на пример Байкала.

² Техногенное вмешательство земной биосферы уже имело место при посадках (и взлетах) космических аппаратов на поверхность Луны, Марса, Венеры.

ловек создавал и выпуклые (инициальные) и полые (терминальные) формы рельефа. Терриконы, отвалы, насыпи, плотины, курганы — общеизвестные примеры первых, шахты, колодцы, котлованы, каналы — примеры вторых. В последнее время в СССР предпринята рекультивация оработанных горными предприятиями участков: заполнение искусственных и естественных углублений массивами отвалов и тем самым ликвидация возвышений, образованных последними.

Техногенные воздействия на рельеф все усиливаются по морским побережьям, вторгаются в рельеф морских мелководий, проникают в вершинные части гор, причем главным направлением таких воздействий являются транспортные нужды и строительство городов.

Города, т. е. долговременные и капитальные человеческие поселения, — явление общее всем человеческим цивилизациям. Сооружение городов и архитектурных комплексов, уходящее в глубокую древность (Египет, Ассирия-Вавилония, Греция, Рим, Индия, Китай), составляло во все времена процесс создания главных элементов антропогенного рельефа. Современные города с их высотными зданиями и многоэтажными улицами — примеры искусственного рельефа, по сложности своей морфологии, пожалуй, превосходящие любые геоморфологические произведения природы. Для Месопотамии, например, такими явлениями, вряд ли многим уступающими современным по разнообразию своей морфологии, были зиккураты Ура, Шумера, Вавилона. Усиленная всемирная урбанизация наших дней, с такой точки зрения, есть расширение сферы антропогенного рельефа за счет естественного, идущее одновременно с большой скоростью из множества центров на всех материках и создающее формы искусственного рельефа даже более однообразные и монотонные, нежели это делают природные процессы. Ажурность, пустотелость выступающих частей городского антропогенного рельефа, несравнимая ни с какой «дырчатостью» подземного карста, требует непрерывного поддержания и сохранения все теми же искусственными мерами. История древней Трои, Ниневии, Вавилона, Гмударакани и других великих городов прошлого ярко свидетельствует о том, насколько эфемерно существование искусственных геоморфологических объектов, преданных (обычно после частичного антропогенного же разру-

шения) на волю природных стихий. Вспомним, что развалины великих древних городов Переднего Востока со временем превратились в холмы столь естественного вида, что были опознаны археологами только по историко-географическим свидетельствам (например, Ниневия, Троя). В настоящую эпоху антропогенное сопротивление разрушительным силам природы уже столь велико, что можно говорить о не только все более расширяющемся по земной поверхности, но и все усложняющемся в своей внутренней морфологии антропогенном рельефе. И здесь важно было бы сопоставить две тенденции, свойственные материковой части биосферы.

Первая тенденция — преимущественная концентрация и расцвет элементов биосферы на равнинном и долинном рельефе. При этом «очеловеченная», антропогенная часть биосферы также выбирает для своего обитания и размножения по возможности выровненный рельеф сознательно. «Дикая» часть живой биосферы утверждается и процветает особенно пышно в условиях равнинного рельефа потому, что из всего арсенала стихийных разрушительных сил на нее обрушиваются в таких условиях обычно только ураганы и наводнения. Лучший пример естественной «концентрации» и богатства «дикой биосферы» — сельвы Амазонки.

Предварительное искусственное выравнивание строительных площадок — явление общеизвестное. При необходимости освоения горных склонов (рекультивация под посевы, при строительстве дорог и зданий) обычно принимается искусственное их террасирование. Вместе с тем такое террасирование усложняет морфологию склона, а сооружение на выровненной строительной площадке архитектурного комплекса приводит к созданию еще более сложного, даже прихотливо-сложного антропогенного рельефа.

Таким образом, наряду с первой тенденцией искусственного выравнивания, существует противоположная и не менее, а, по-видимому, даже более могущественная тенденция антропогенного «расчленения», осуществляемая путем искусственной, крайне дифференцированной в соответствии с архитектурной планировкой аккумуляцией искусственных же строительных материалов. Это расчленение осуществляется, однако, в весьма ограниченном гипсометрическом интервале.

Бесспорно, в интересах человечества поддерживать в разных случаях обе присущие биосфере тенденции воздействия на рельеф. Мы знаем, что такие тенденции свойственны и природным стихиям и целесообразной человеческой деятельности. И, пожалуй, сегодня еще нельзя сделать определенное заключение о равнодействующей таких тенденций. Биосфера в целом «работает» преимущественно на выравнивание, но все прочие агенты рельефообразования — преимущественно и в историческом разрезе — на расчленение рельефа (Тимофеев, 1972). Человечество должно для собственного благополучия поддерживать равновесие в обеих тенденциях. Пока оно занято созданием на выровненных или выравниваемых площадях крайне сложного искусственного мезо- и микрорельефа.

Итак, мы можем констатировать, что характер взаимодействия биосферы и рельефа Земли в течение геологического времени существенно менялся. Эти изменения достаточно ясно прослеживаются уже в палеозое, они привели к подлинно революционным сдвигам с появлением наземной растительности. Выделение из приматов человека не сказалось существенно в течение 2—3 млн. лет на общих зоогенных влияниях на рельеф. Современная эпоха, характеризующаяся научно-технической революцией, является вместе с тем революцией в развитии литосферы и биосферы в целом. Человечество стало одним из самых могущественных геологических рельефообразующих факторов, что давно предвидел В. И. Вернадский.

Парагенезис биосферы и рельефа, как и все на Земле, имеет глубинные пространственные и исторические корни. Условия, сделавшие возможным возникновение и развитие биосферы, — общие с условиями возникновения и развития совершенно самобытного рельефа Земли. И биосфера, и рельеф возникли, существуют и развиваются на той замечательной физической (термодинамической) границе сред, или геосфер, где восходящая с начала геологических времен, создавшая и атмосферу ветвь потока массы — энергии путем гигантского скачка превращается в противоположную ей нисходящую в недра ветвь материального и энергетического потока Земли.

Таким образом, роль биосферы как рельефообразующего фактора в истории Земли не только менялась качественно, но и возрастала, продолжает возрастать коли-

чественно. Можно думать, что современная эпоха уже заложила основу для создания новой антропогенной поверхности выравнивания с ее общим близвысотным уровнем и сложнейшим внутренним мезо- и микрорельефом. Эта отнюдь не гипотетическая поверхность антропогенного выравнивания имеет вполне глобальный охват. Она существует в своем зачаточном состоянии на всех материках и полого, начиная от уровня моря, воздымается в глубь суши.

Возникнув в биосфере, ноосфера В. И. Вернадского будет стремиться все шире и глубже видоизменять естественный рельеф Земли. Но, и это вряд ли нужно подчеркивать, для человека, родившегося в лоне «дикой» биосферы, необходимо сохранить на Земле заповедные пространства столь же «дикого», хотя, возможно, и обезоруженного в своих стихийных капризах доантропогенного рельефа.

В этом очерке мы коснулись далеко не всех и, возможно, даже не самых главных вопросов взаимоотношений биосферы и рельефа Земли. Автор пытался только представить себе самые общие черты их связей в геологическом масштабе времени.

О НЕКОТОРЫХ ОРОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНАХ

Переход от житейских к научным понятиям и от простых слов к терминам мог бы, вероятно, составить особый предмет научных исследований. Некоторые современные научные понятия настолько отделились от житейского опыта, что кажутся утратившими с ним всякую связь, так сложен и длителен был исторический путь постепенного обобщения эмпирического материала и самого научного мышления. Достаточно указать на такие современные понятия-концепции, как «частный принцип относительности», «генетический код», «экологическая система», «геологическая формация». Другие понятия, особенно обладающие «вещностью», и выражающие их слова переходят в науку очень легко и хотя приобретают затем глубокий специальный смысл, тем не менее, остаются «простыми» и широко употребительными в житейском обиходе, сохраняя в нем свой старый смысл. Лучшие примеры дает нам физика. «Вес», «плотность», «скорость», «вязкость», «упругость», «сила» — слова и понятия общедоступные, но в физике — это термины, имеющие строго определенный смысл. Как это происходит, почему судьба слов-терминов различна — вопрос, который не может не интересовать психологов, лингвистов и не может быть решен без их помощи.

Есть науки, необыкновенно отягощенные специальной терминологией, составленной из элементов ныне мертвых языков (например, медицина), и, напротив, науки, в которых большинство терминов — обычные слова, взятые из живого языка и только наделенные дополнительной, иногда очень большой, смысловой нагрузкой.

Роль терминологии в науке огромна и общеизвестна. В наше время особенно замечается введение в науку многих новых терминов, по традиции обычно составляемых из греческих и латинских корней (иногда греческих и латинских в одном слове-термине). Этим грешат и неко-

торые науки о Земле. Среди них я бы назвал тектонику, в которой, по словам В. Е. Хаина (доклад на научной сессии Тектонического комитета, февраль, 1976), стала развиваться своего рода идиосинкразия к новым терминам. То же самое имеет место в некоторых современных географических работах (Сочава, 1975). Издавна сложной номенклатурой терминов отличаются петрография и кристаллография, вдумываясь в предмет которых видишь, однако, что иначе в этих науках и быть не могло.

В научных дискуссиях нередко терминам придается решающее значение, причем именно они оказываются во многих случаях недостаточно точно определенными или общепринятыми. В геоморфологии, например, продолжается такой спор о «поверхности выравнивания», а совсем недавно при обсуждении понятия «возраст рельефа» довольно неожиданно оказалось необходимым вникнуть в смысл и придать чуть ли не терминологический ранг такому, казалось бы общеизвестным, понятиям, как возраст вообще и рельеф вообще.

Обсуждаемый вопрос не является праздным и только на первый взгляд он формален. Научный язык все время усложняется за счет усложнения старых и введения новых понятий. Поэтому автору представляется целесообразным вернуться хотя бы к некоторым применяемым в геоморфологии словам-терминам, поскольку вносимый в них разными авторами разный смысл ведет к путанице и, в конечном счете, сдерживает развитие самой науки. Роль термина состоит, как известно, не только в том, что с его помощью одним словом охватывается сложное научное понятие и достигается огромная экономия языка (что особенно важно в так называемых описательных науках), но также и в том, что термины, образованные за счет корней мертвых классических языков (между прочим, это указывает на несправедливое применение к ним эпитета «мертвый»), получая признание в мировой науке, становятся одним из главных средств международного научного общения. Иногда, впрочем, наука обходится и без греко-латинских корней. Например, такое общее признание и распространение давно получил тектонический термин «грабен», заимствованный из немецкого языка. То же самое относится к русскому слову «степь», ставшему ландшафтным термином: «...чисто русское слово степь перешло во все иностранные языки» (Энциклопедический

словарь Брокгауза и Ефрона, т. XXXI а, стр. 598) с начертанием *steppe*. Из области структурной геоморфологии один из лучших примеров этого — «рифтовая долина», как буквальный перевод с английского *rift valley*, в котором терминологическое значение имеет не только слово «рифт», но также и «долина»¹.

В тридцатых и сороковых годах нашего века имела место кратковременная дискуссия о том, что следует понимать под выражением «горный хребет». В нее включились некоторые видные геологи и географы. Понятие о горном хребте — вполне житейское, образное, (хребет у позвоночных животных) и очень старое — еще М. Ломоносов им широко пользовался, а современную географию, как и геоморфологию, без него просто невозможно представить. Некоторым исследователям, преимущественно геологам, понятие о горном хребте казалось в то время столь элементарным, что дискуссия на эту тему — бессмысленной. Поскольку автор со структурно-геоморфологических позиций также включился в эту дискуссию, то и его, естественно, также осуждали. Например, М. М. Тетяев и Е. А. Пресняков в устной беседе упрекали меня в формализме: «хребет есть хребет, и зачем нужны еще формальные определения?». Но ведь и камень есть камень, и цветок есть цветок, но такое самоопределение вряд ли вносит ясность в сущность явления, если его рассматривать как научный предмет. По-видимому, вопрос этот в целом очень сложен, притом во многих отношениях: узко научном в данной области знания, филологическом, философском и т. д. Например, мы привыкли употреблять слово «терминология», подразумевая под ним совокупность применяемых в той или иной области терминов. Но «терминология», если следовать языковой традиции, есть не столько совокупность, сколько наука о терминах. А таковой, кажется, не существует. И если так, то один из первоочередных вопросов — решить, могут ли быть возведены в терминологический ранг не только сло-

¹ В новом Геологическом словаре (1973) этот тектонический и структурно-геоморфологический термин отнесен к излишним, с чем трудно согласиться. Кроме традиции (термин введен Дж. Грегори в 1894 г.), за это говорит преимущество в данном случае «долины» над «впадиной»: в слове «рифт» уже заключено тектоническое начало, а слово «долина» указывает на вытянутость, линейность отрицательной формы.

ва греко-римского происхождения, но и слова разговорного языка, выражающие житейские понятия, если в данной области знания в них вкладывается специальный смысл. Выше были приведены примеры, показывающие, что этот вопрос фактически уже решен положительно.

Именно с такой необходимостью специального суживания смысла разговорных слов мы на каждом шагу сталкиваемся в геологии и геоморфологии. Гора есть гора, это бесспорно, но сколько структурных и морфологических типов гор мы различаем, сколько частных внешних и внутренних структурных и морфологических элементов в них имеется, сколько с ними связано еще нерешенных проблем образования, роста, снижения, сглаживания, возрождения и т. д.! Орографическая терминология, став уже давно геоморфологической терминологией, с нашей точки зрения, может только обогатить свое содержание как за счет новых, ранее не отмеченных морфологических признаков, так и геолого-структурных и, в самом широком смысле, генетических.

Вернемся к обыденному выражению «горный хребет», которым орография давно пользуется как научным понятием. Автор в сороковые годы включился в дискуссию по поводу его определения не случайно и не ради самого понятия-термина (Флоренсов, 1947а). Причина заключалась в том, что П. С. Макеевым была выдвинута мысль о том, что горные возвышенности Западного Забайкалья не являются отражением своей структурной основы и не могут называться горными хребтами. «Южнее Еравнинских озер располагается система широких плосковершинных массивов, известных под названием различных хребтов». И далее: «...эту общую поверхность можно рассматривать как обширное плоскогорье, только местами расчлененное долинами» (Макеев, 1944, стр. 313). Несколько ниже, на стр. 317 той же работы, П. С. Макеев, указывая, что по поводу положения и места окончания некоторых забайкальских хребтов имеются различные мнения, пишет, что подобные противоречия «есть результат...желания большинства исследователей, как правило, геологов, видеть в хребте тектоническую форму, тогда как в действительности здешние горные возвышенности являются беспорядочно разбросанными эрозионными возвышенностями, не имеющими прямой связи с тектоническим строением страны». Наконец, на стр. 36 тот же автор указы-

вает, что «обычно в общей орографии страны видят отражение дизъюнктивных дислокаций, принимая горные возвышенности за горсты, а широкие междугорные долины за грабены», т. е. исходят «...из понятия хребта, как тектонической складчатой или сбросовой структуры и обычно не считаются с формами возвышенностей». Таким образом, П. С. Макеевым была выдвинута в то время вполне оригинальная точка зрения о том, что поверхность Забайкалья есть эрозионное плоскогорье, формы которого не имеют прямого отношения к тектонической структуре и не могут называться горными хребтами.

Мы привели здесь цитаты, имеющие более чем тридцатилетнюю давность, не только для того, чтобы пояснить причину своего участия в полемике по поводу термина «горный хребет», но и для того, чтобы обсудить вопрос о необходимости уточнить содержание и других орографических терминов, принятых в современной геоморфологии.

В послевоенные сороковые годы, как и в довоенное время, термин «горный хребет» не имел общепринятого определения и даже, пожалуй, научного содержания, т. е., строго говоря, такого научного термина вообще не существовало. Житейское понятие о горном хребте совпадало с тем, которое использовалось в орографии. В этом разделе физической географии злоупотребление иностранными терминами вообще не имело места, лишь сам раздел носил греческое название. С тех пор, надо признать, положение существенно не изменилось. И в наши дни этим и другими орографическими «терминами» пользуются часто произвольно, допуская даже уменьшительные формы названий в строго научных описаниях («хребтики», «горки», «холмики» и т. д.). Стоит ли поднимать этот вопрос снова? Актуален ли он? Да, на наш взгляд актуален — об этом было достаточно сказано в начале этого очерка.

И. С. Щукин, автор наиболее полного и авторитетного руководства по геоморфологии на русском языке, пишет следующее: «Возвышенности большого протяжения, линейно вытянутые и ограниченные по крайней мере с двух сторон глубокими параллельными долинами, называются горными хребтами, а если они имеют значительную длину и протягиваются параллельно друг другу в направлении общего простираания нагорья — горными це-

пиями» (Щукин, 1938, стр. 18). Я. С. Эдельштейн дал термину «горный хребет» приблизительно то же определение и указал, что иногда то же самое содержание вкладывается в термин «горный кряж» и что многие авторы неправильно не делают строгого различия между терминами «хребет» и «горная цепь». Применение термина «хребет» к обозначению целых обширных, весьма сложно устроенных горных систем (Кавказский хребет, Саянский хребет), по мнению Я. С. Эдельштейна (1947, стр. 204—205), едва ли правильно.

И. В. Мушкетов и Д. И. Мушкетов (1935) называли хребтом или вытянутые ровные выпуклости морского дна (например, подводный Атлантический хребет), или гребни горных кряжей. В их описании «горный кряж» то же, что «горный хребет» у И. С. Щукина.

А. А. Крубер называл горным хребтом (или кряжем) определенный тип нагорья, характеризующийся притупленной формой вершинной поверхности (Крубер, 1923).

Иначе подходил к этому вопросу С. В. Обручев, уделивший в одной из своих работ несколько страниц орографической терминологии. Этот исследователь считал горным хребтом «всякое обширное горное поднятие, длина которого значительно превышает его ширину». «При этом его поверхность может быть устроена очень разнообразно..., может заключать гребневые горы, массивы и т. п. Единственная форма его вершинной поверхности, которая является запретной, это плоская — когда хребет может уже считаться плоскогорьем» (С. Обручев, 1937, стр. 516). Близкие приведенному определению хребта дали П. И. Скорняков и Н. В. Тушицин (1936). Здесь уместно отметить, что открытый С. В. Обручевым в конце 20-х годов хребет Черского, оказавшийся при последующем более подробном изучении очень сложным горным сооружением, на современных картах обозначается как нагорье Черского, состоящее из ряда субпараллельных цепей.

Существенно иное, структурно-геоморфологическое, содержание вкладывали в термин «горный хребет» Ю. А. Билибин (1935) и С. С. Ванюшин (1936), считавшие настоящим хребтом только складчатый хребет, резко отличающийся по своему геологическому строению от окружающего пониженного пространства. Эти авторы внесли, таким образом, в понятие «горный хребет» также

и геологический (структурный) элемент, считая его не менее важным, чем орографию.

В Геологическом словаре 1955 г. мы находим более развернутое определение того же термина: «Горный хребет — сложное горное сооружение, представляющее собой линейно-вытянутую возвышенность значительной величины с хорошо выраженной осью, вдоль которой сгруппированы наибольшие высоты». Подчеркивается, что противоположные склоны хребта обычно несимметричны, морфологически выраженные разрывы вдоль оси горного хребта отсутствуют, а в строении его участвуют более мелкие единицы, расположенные в направлении его простирания или под углом и разделенные понижениями и котловинами. В Геологическом словаре 1973 г. специальное определение горному хребту не дается, указывается только, что в орографической таксономии гор он занимает последнее (низшее) место. Ему предшествует горная группа, а высшая тектономическая единица — горный пояс. Р. У. Фейрбридж дает в общем близкие определения понятий «горный хребет», «горная цепь», «массив», «горная система», пользуясь, как это имеет место и в наших геологических словарях, исключительно внешними морфологическими признаками. Подчеркивается линейность и большая высота горного хребта, обыкновенно в виде единичного гребня (ridge), обладающего только двумя отчетливо выраженными склонами на двух противоположных сторонах, хотя последние могут быть очень осложнены долинами. Отмечается, что множественное число «горные хребты» часто применяется к серии горных гребней (ridges), более или менее параллельно направленных. Ссылаясь на Дж. Грегори, этот автор указывает, что геологи часто считают хребтом целый горный пояс, сформированный общим механизмом и имеющий общую историю развития своих частей. Тот же термин применяется для обозначения круто воздымающихся краев высоких плато (краевые хребты П. А. Кропоткина). Столь же близки к русским (Геологический словарь, I, 1955, стр. 147) определения таких терминов, как горная цепь, горная группа, массив, горная система, последняя — в качестве крупнейшей единицы в орографической терминологии (Encyclopedia..., 1968, p. p. 747—748).

Если в основе представления о горном хребте исторически лежит хребет как таковой, то английский орогра-

фический термин *range* скорее всего происходит от ряда выстроенных в одну линию каких-либо элементов или единиц. Несоответствие мы находим в русском и английском определениях термина «горная цепь». У Фейрбриджа это более крупная, нежели горный хребет, орографическая единица, отличающаяся при этом непрерывностью на всем протяжении, тогда как в нашем Геологическом словаре подчеркивается наличие у горной цепи относительно изолированных частей (звеньев). Вебстер приводит четыре различных орографических определения слова *range*: 1 — гористая страна; 2 — иногда в Австралии — одиночная гора; 3 — серия горных цепей и пиков, образующих связанную систему; 4 — горный гребень или кряж (*ridge*), например, Аппалачский хребет (*Webster's New Int. Dict.*, 1958).

Как видим, в этом словаре тоже не совсем ясно различие между *range* и *ridge*. Последний термин рассматривается в Словаре общегеографических терминов (1976) как обособленная форма в пределах хребта, но редко как сам хребет и никогда как горная цепь. В другом английском словаре мы находим определения *ridge* как длинную узкую вершину холма, как горный хребет, водораздел, какое-либо узкое поднятие вообще.

Заметим здесь, что срединно-океанические хребты, несмотря на грандиозные масштабы, обозначаются как *ridge*, а не *range*. Впрочем, в одном из относительно новых словарей (*Dictionary of Mining...*, 1968) для обозначения длинных широких поднятий морского дна с их обширными пологими склонами дается *rise*, причем указывается, что у подводных возвышенностей типа *ridge* склоны круче, а их топография беспорядочна. Таким образом, при достаточно произвольном понимании терминов «хребет», «кряж», «горная цепь» и в нашей, и в английской научной литературе в них не вкладывается какое-либо структурно-геологическое содержание. Это термины общей, сугубо описательной орографии. Таковы же русские термины «гряда», «грива» и т. п.

Несколько иначе обстоит дело с образным английским термином *hogback*, обозначающим моноклинально построенную горную возвышенность небольшого протяжения. От куэсты ее отличает острый гребень, крутой наклон слоев и склонов, достигающий $40-45^\circ$, относительная устойчивость к эрозии, в то время как гомоклинальный

гребень — промежуточная форма между hogback и куэстой со склонами крутизной примерно от 40 до 4—5°. Здесь мы видим ударение на внутреннюю структуру, производной от которой (т. е. от устойчивости и величины наклона слоев) является крутизна склонов подобных морфоструктур и способность миграции их гребня в сторону падения слоев (Cotton, 1948).

Автор, изучая горный рельеф Монголии, обратил внимание на то, что в народном языке этой страны также отчетливо различаются геоморфологические объекты, обозначаемые нами как горный хребет, горная цепь, массив (отдельно стоящая гора, массив, крупный останец). Открытость ландшафта из-за степного характера местности и то значение, которое с древнейших времен играет рельеф в жизни кочевых племен, оставили в народном языке Монголии специальные «ландшафтные термины». Горный хребет, как и некоторое скопление или группа гор, или, наконец, кряж, обозначаются в монгольском языке словом «ул», горная цепь (линейная возвышенность большого протяжения и сложного устройства) — «нуру», останец или островной массив — «тологой»¹.

Мы остановились на всех этих определениях для того, чтобы показать их близость в языках, столь различных, и, следовательно, на большую общность в восприятии различных крупных форм горного рельефа и, наконец, чтобы убедиться в действительно терминологическом значении соответствующих слоев. Из приведенных примеров явствует также, что структурная основа рассматриваемых категорий горного рельефа, как и их геологическая история, в огромном большинстве определений во внимание не принимается. Иными словами, структурно-морфологический элемент не играет в них почти никакой роли. Этот очевидный факт, поскольку речь идет о терминах, обращает на себя особое внимание еще и потому, что едва ли не самым популярным при геоморфологических исследованиях в Советском Союзе является морфоструктурный анализ, ищущий прежде всего связь

¹ Бедленд имеет у монголов наименование «дав», а сходный с бедлендом ландшафт, развивающийся на трещиноватых метаморфизованных толщах и имеющий в условиях сухого климата много совершенно своеобразных черт, обозначается словом «айриг», и т. д.

между формой и геологическим содержанием геоморфологических объектов.

Во всех приведенных определениях, очевидно, много неточного и условного и перечисленные в них свойства «горного хребта» не дают возможности уверенно применять этот термин при конкретном геоморфологическом изучении какой-либо территории. Выше уже приводился пример «перевода» хребта Черского, названного так его первооткрывателем С. В. Обручевым, в более высокий класс нагорий. В самом деле, для того, чтобы отличать горный хребет, скажем, от гряды или кряжа, необходимы какие-то количественные данные о таких элементах, как линейность, ширина, высота, отношение ширины к длине и т. д. Попытки такого рода были, но успеха пока не имели. И тут мы сталкиваемся с еще одной трудностью. Если бы удалось найти действительно рациональные количественные параметры, отличающие друг от друга горные хребты, цепи, кряжи, гряды, массивы и т. д. и, опираясь на этих параметрах, произвести огромную кропотливую работу по «переквалификации» реальных горных возвышенностей в региональном или даже глобальном масштабе, то понадобилась бы и перемена соответствующих орографических названий на географических картах, т. е. вряд ли очень нужный, но гигантский по объему труд целой армии картографов. В этом смысле орографическая переквалификация горных возвышенностей Земли практически нереальна.

Существует, однако, и другая сторона той же проблемы. Рано или поздно количественный подход к геоморфологическому анализу и синтезу станет неизбежностью, и переходной стадией на этом пути будет формализация геоморфологических (орографических) понятий.

Двускатость горной возвышенности при ее значительном протяжении, превосходящем ее ширину во много раз, является важной, но не исключительной особенностью горного хребта. То же самое мы видим у кряжей, горных цепей, гряд и т. д. Роль водораздела, какую часто играют горные хребты, не является надежной характеристикой, так как даже в горных странах известны водоразделы, почти не выраженные в рельефе [один из лучших сибирских примеров — Яблоновый хребет, в старом понимании (Флоренсов, 1947 б)], а с другой стороны, многочисленны случаи, когда мощные горные хребты, будучи

пропилены поперечными долинами, не играют такой роли. Несовпадение гидро- и орографических границ — широко распространенное явление.

Если и этот признак не может быть признан существенным, то еще меньшее значение могут иметь второстепенные морфологические детали, относящиеся к морфоскульптурному классу, хотя среди них есть такая специфическая группа форм, как гляциальная, способная создавать совершенно особый альпинотипный облик горных сооружений, и, вообще говоря, в известном смысле было бы удобно различать крупные возвышенности, несущие активные формы ледникового рельефа, с одной стороны, пассивного (реликтовые формы того же происхождения) — с другой, и лишённые всяких следов гляциальной морфоскульптуры — с третьей. Но и в этом случае трудно было бы провести границу, например, между горным хребтом и горной цепью.

Привычно причислять сложные и очень сложные горные сооружения, по ряду показателей не соответствующие названию горного хребта (если, например, следовать новому Геологическому словарю 1973 г.), именно к этому орографическому классу. Таковы Уральский хребет, Кавказский хребет. Вместе с тем в пределах Уральского «хребта» имеется немало второстепенных хребтов с собственными названиями, имеющих направление, параллельное геометрической оси всего Урала, но все-таки называемых хребтами, а не горными цепями, и это верно в том смысле, что по отношению к Уралу в целом это второстепенные орографические единицы. Таким образом, одна количественная сторона дела, а также и комплекс количественных морфологических признаков, которыми мы обычно оперируем, для точного определения понятий «горный хребет» недостаточны. Для характеристики «хребта» недостаточно учитывать и стадию развития или, так сказать, энергию процесса горообразования, потому что тогда нельзя было бы называть хребтами и Урал, и Кавказ, так как они весьма различны в этих отношениях.

Можно ли, таким образом, выйти за пределы круга условностей и традиционных обозначений различных крупных и сложных форм рельефа и приблизиться к таким объективным характеристикам, которые могли бы придать подобным орографическим явлениям значение

терминов? В этой связи следует вспомнить, что еще в тридцатых годах Ю. А. Билибин и С. С. Ванюшин (см. выше) предлагали считать хребтами только складчатые хребты, отличающиеся по своему геологическому строению от окружающих пространств, а автор пытался расширить эту идею, предложив называть горными хребтами только такие крупные линейные горные сооружения, которые вместе с тем являются положительными формами тектоники земной коры (Флоренсов, 1947 а). При этом подчеркивалось, что во многих случаях именно этим положительным структурным формам горные хребты обязаны своим существованием. Среди таких структурных форм указывались горсты, сложные горсты (в их числе горст-антиклинали), а также линейные сводовые поднятия. Как правило, эти линейные горные поднятия состоят в своих осевых частях из древних метаморфических толщ, и на их поверхности обнажаются (или близки к поверхности) гранитоидные массивы. Автору казалось, что при таком структурно-морфологическом подходе гипсометрический, морфологический и тектонический элементы сливаются воедино и в таком единстве определяют понятие горного хребта. Автор указывал, что при таком подходе (как его назвал И. П. Герасимов,— морфоструктурном) и Урал, и Кавказ, Яблоновый и другие линейно вытянутые возвышенности Забайкалья, в защиту орографической самостоятельности которых я выступал в цитируемой выше работе, мы вправе называть горными хребтами, ибо несмотря на количественную разницу и многие качественные различия их объединяет определенный структурный тип и резкое отличие последнего от структурного типа прилежащих относительно пониженных пространств.

В 1947 г. я отмечал также, что тектонический элемент в этом определении может быть активным (движение) и пассивным (структура), что одновременно активным и пассивным он является для большинства крупных современных хребтов и образуемых ими целых горных систем. Активным началом будет состояние поднятия горной возвышенности, причины которого все явственнее нащупываются в настоящее время (разуплотнение верхней мантии, гранитизация, сжатие пластичных масс между сближающимися плитами литосферы, выдавливание отдельных блоков и клиньев коры при глобальном или региональном сжатии, образование громадных даек мантий-

ного вещества в земной коре и т. д.). Опускание соседних зон, придающее промежуточной полосе орографическое выражение в окружающем рельефе, является также активным началом. Пассивный же фактор имеет то динамическое значение, что готовая, сколь угодно древняя, положительная тектоническая форма одним фактом своего существования содействует появлению положительной формы рельефа. Это происходит по той причине, что положительные структуры, будь то горсты или горст-антиклинали, антиклинали, антиклинории, гранито-гнейсовые купола или линейные своды при своем денудационном разрушении обнаруживают все более глубокие и стойкие метаморфические толщи и магматические тела. Это общеизвестный факт, и можно считать, что чем глубже в пределах данного складчатого или складчато-глыбового пояса денудационный срез, тем медленнее в условиях любого климата протекает денудация.

На ранних стадиях поднятий обширных, скажем, непленнизированных областей или вулканических плато в итоге эрозионного расчленения могут, конечно, возникнуть «эрозионные» хребты, положение и ориентировка которых будет зависеть от плана заложения речной сети. При этом, наряду с эпигенетическими долинами, смогут возникнуть «эпигенетические» же хребты, и мы получим так называемую инверсию рельефа. Но в историческом плане «эпигенетический», или «обращенный», хребет представляет собой явление неустойчивое и кратковременное. При дальнейшем развитии земной поверхности литоморфные и тектонические (активные и пассивные) факторы неизбежно вызовут появление горных хребтов там, где им будут соответствовать положительные формы тектонического рельефа. Следовательно, явления инверсии рельефа, заключающиеся в несоответствии структуры и рельефа страны, не нарушают общего правила и не опровергают мнение о связи горных хребтов с положительными формами тектоники коры.

Таким образом, совпадение достаточно крупных (к этой, очень неопределенной, характеристике мы вернемся ниже) линейных положительных форм рельефа с положительными линейными палео- и неоструктурами земной коры представляется чрезвычайно важным условием при определении понятия «горный хребет». В этом условии особенно существенно, что древние тектонические струк-

туры земной коры остаются фиксированными в течение громадных промежутков времени, значительно превосходящих по своей длительности этапы развития рельефа, и поэтому положительные формы тектоники, будучи «линиями наибольшего сопротивления», непрерывно заключают в себе потенциальную возможность стать (или оставаться) горным хребтом. Добавим к этому, что как ни грандиозны были «великие обновления в тектонической истории земли» (Шейнманн, 1960), значительная часть структурных элементов в складчатых поясах Земли периодически возрождается, что касается в особенности областей завершённой складчатости. Примером таких явлений и служат горст-антиклинальные горные хребты Забайкалья, считавшиеся П. С. Макеевым остаточными эрозионными формами (см. выше), в ядрах которых находятся гранито-гнейсовые купола раннемезозойского возраста. Эти хребты структурно противостоят промежуточным грабен-синклиналям, часто рампового типа, разделяющим их депрессиям, формирование которых закончилось в основном только в самом конце мезозоя. При дальнейших слабых и отчетливо унаследованных поднятиях-опусканиях соответствующих структурных элементов в неоген-плейстоцене эти хребты и депрессии оставались на своих местах.

Следует отметить, что некоторые исследователи видели в антиклинальных и линейно-сводовых структурах линии не наибольшего, а наименьшего сопротивления денудации, ссылаясь при этом на максимальную трещиноватость пород именно в замковых частях таких структур. Отсюда происходила и гипотеза Х. Клооса о возникновении грабенов на вершине сводовых поднятий, представление Л. Кинга о растрескивании вершинных частей его киматогенов и т. д. Эти авторы видят в инверсии рельефа, т. е. в образовании антиклинальных долин (комбов) и синклинально построенных возвышенностей между ними широко распространенное явление. Вряд ли, однако, такое мнение правильно. Геологические исследования и многочисленные геологические карты на каждом шагу убеждают нас в том, что крупные линейно вытянутые горные возвышенности в подавляющем большинстве случаев имеют горст-антиклинальное или антиклинальное строение. Примеров этому — великое множество. И напротив, синклинально построенные крупные возвышенно-

сти встречаются весьма редко и описываются как явления нетипичные и свойственные главным образом глыбовым структурам, где положительной тектонической формой, активно выраженной в рельефе, является горст или тектонический клин, заключающий в себе «мертвую» синклиналиальную складку.

Особый случай инверсии рельефа имеет место во Франко-Швейцарской Юре (Heim, 1919), северо-восточной части горного Дагестана (Щукин, 1933) и в некоторых других местах восточного и западного полушарий. Образование антиклинальных долин и синклиналиальных возвышенностей происходит, по И. С. Щукину, в результате резких различий в составе слоев, образующих здесь чередующиеся антиклинальные и синклиналиальные складки. Подобные случаи, наблюдаемые и в некоторых других районах и частях света, требуют особых различий в стойкости слоев, несомненно редки и в масштабе геологического времени представляют собой эфемерные явления.

Данное выше определение понятия «горный хребет» как устойчивого во времени и пространстве линейного горного сооружения, в котором положительная тектоническая форма совпадает с положительной же формой земной поверхности, включает в себе и исторический подход, и поэтому, как казалось автору в середине сороковых годов, должно было представить интерес для геоморфологии. С развитием морфоструктурного анализа оно не только не утратило своего значения, но приобрело еще более широкую основу. От крайне упрощенных, основанных лишь на внешних (причем очень слабо детализированных) орографических и орометрических представлениях о горном хребте и его отличиях от других форм горного рельефа давно, по-видимому, пора перейти к четкому определению старых орографических терминов, которыми наука так долго пользовалась и, несомненно, будет пользоваться в будущем.

С. В. Обручев, полемизируя с Ю. А. Билибиным и С. С. Скорняковым (см. выше), возражал против привлечения к определению горного хребта геологических признаков. Можно согласиться с С. В. Обручевым в том, что геологических признаков, действительно, для этого недостаточно. Но и без них, как явствует из опыта, накопленного геоморфологией вообще и, в частности, ее структурной ветвью, обойтись нельзя.

В этой связи следовало бы придать структурное или морфоструктурное содержание и таким широко распространенным и столь же произвольно употребляемым понятиям, как «горный кряж», «горная цепь», «гряда», «грива». В английской литературе мы сталкиваемся с подобными примерами, но их очень немного и с ними легко соперничает распространенный в нашей литературе орографический термин «моноклиальный кряж». Вместе с тем, если бы даже мы условились обозначать крупные элементы горного рельефа в зависимости от их внутренней структуры или тектонической природы в более широком смысле, то сразу же пришлось бы решать еще одну, даже более трудную задачу — отыскать критерии размерности тектонических и орографических элементов. И те, и другие бывают, как известно, и большими и малыми, но границы между ними нет или она совершенно условна. Когда мы говорим о возвышенности значительной протяженности и убеждены, что другие нас вполне понимают, то, вообще говоря, для научного языка поступаем совершенно произвольно и недопустимо, пользуясь тем, что эти «другие» находятся в том же положении, что и мы.

Если любой, самый точный термин все же совершенная условность, то условность общепринятая. В орографии этого нет. Разные авторы понимают под одинаковыми терминами лишь приблизительно одно и то же, а порой понимают совсем не так (например, «горная цепь» у разных авторов). Можно, по-видимому, различать «точные» и «неточные» условности в научном языке. Так, выражение «значительный» не только условно, оно совершенно неопределенно и края его как бы размыты, в нем нет даже и условной точности. Если мы поднимемся на одну ступень выше и будем подразумевать под горным хребтом, включающим в себя положительную тектоническую форму, линейно построенную возвышенность протяженностью более 500 км, мы ограничим нашу условность хотя бы с одной стороны и тем повысим ее точность. Такое ограничение «значительной протяженности» носило бы, конечно, формальный характер, а при условном введении еще и другого ограничения (например, протяженность от 500 до 1000 или 1500 км) и тем самым при повышении точности условности соответственно возрастала бы и степень формальности. И какой бы внутренний

протест не вызывали в нас попытки введения «точных» условностей в язык морфологической науки, в будущем нельзя отказаться от этого пути. В. К. Кучай (1976) недавно справедливо указал, что для внедрения в тектонику математических методов (добавим от себя — не путем навязывания, а естественного и, так сказать, спонтанного проникновения) необходимо прохождение через две стадии: 1 — инвентаризацию тектонических явлений и 2 — собственно формализацию. Это совершенно справедливо также для геоморфологии и орографии. Попыткой наметить пути для такой предварительной инвентаризации орографических объектов служит данный очерк.

Инвентаризация каких-либо вещей есть, как известно, действие, направленное на учет всего разнообразия предметов без всяких пропусков и без всяких оценок. Это подготовительный этап к систематизации, к установлению порядка в учете, за которым следует выяснение принципов и осуществление классификации вещей и явлений. Формализацию в данном случае нужно представить как выработку принципов и само осуществление систематизации на количественной, возможно, символизированной (как в алгебре) основе. Поскольку же в мире геоморфологических объектов мы имеем дело со сложными формами и полуформами, с кривыми, как правило, поверхностями и линиями, с явлениями имитации и конвергенции, множественности одновременно действующих и накладывающихся друг на друга рельефообразующих процессов, с постоянным, хотя вобщем очень медленным изменением внешних очертаний земной поверхности, ограничиться одними морфоструктурными связями, даже выраженными количественно, будет невозможно. Развитие теории склонов и познание законов их интеграции и дезинтеграции — главный путь геоморфологии как науки, в которой останется минимум места для субъективных построений, в то время как роль различных классификаций в этом случае (как, впрочем, и во всех других случаях) останется лишь вспомогательной.

В самое последнее время на этот счет появилось много новых предложений и схем классификаций морфоструктур (Юг Дальнего Востока, 1972; Худяков, 1975; Думитрашко, 1975; Живаго, Затонский, 1973; Чичагов, 1976, и др.). В них проявляется ставшая уже чуть ли не традиционной тенденция идти от геологических (тек-

тонических) явлений к формам рельефа, что соответствует, конечно, самому понятию о морфоструктуре, хотя и не совсем одинаково понимаемому разными авторами. С генетической стороны и при условии, что речь идет о крупных формах рельефа (отражающихся, например, на картах масштаба 1 : 10 000 000) это, безусловно, правильный путь, но методологически (учитывая самостоятельную роль геоморфологии среди наук о Земле и особенно для форм более высоких порядков) он является скорее удалением от главного объекта науки, чем приближением к нему. Во всяком случае, неменьший интерес может представить обратный путь, ближе соответствующий задачам и самой сущности науки о рельефе, путь от формы земной поверхности к облакаемой ей и выражаемой ей структуре.

Этот вопрос мы уже рассматривали в предыдущих очерках. Здесь в различных морфоструктурных классификациях особенно неясной, часто недостаточно структурно аргументированной, остается группа так называемых отрицательных морфоструктур и соответствующих им полых форм рельефа. Автор пытался наметить структурно-морфологические отличия отрицательных форм континентального ряда на примере Прибайкалья, но эта попытка была сделана лишь в порядке первого приближения и не охватила рассматриваемые явления во всем их разнообразии (Флоренсов, 1960 в).

В классическом художественно-пластическом понимании формы рельефа — это только более или менее обособленные выпуклости, тогда как вогнутости существуют или имеют значение лишь постольку, поскольку они разделяют выпуклости. В геоморфологии, как и во всех других науках о Земле, дело обстоит, как известно, иначе. Отрицательные формы (углубления или впадины всевозможных размеров от грандиозных до самых малых) имеют не меньшее значение, занимают более 2/3 земной поверхности, обладают вполне определенной структурной характеристикой по отношению к положительным формам и к внутреннему устройству земной коры. Учитывая количественную сторону, можно, по-видимому, сказать даже, что общий геоморфологический фон на поверхности Земли создают именно отрицательные формы. Следовательно, они заслуживают особого внимания, что не особенно вяжется с их наименованием.

Здесь возникают и некоторые другие несообразности. Во-первых, понятия «положительный» и «отрицательный», заимствованные из языка алгебры, имеют (если имеют!) смысл лишь при соотнесении тех или иных геоморфологических объектов с окружающими и прилежащими пространствами. Плато — положительная форма по отношению к ниспадающим к его периферии склонам, их подошвам и ближайшей окружающей, ниже расположенной местности. В то же время это отрицательный элемент рельефа по отношению к остаточным возвышенностям, поднимающимся над поверхностью плато (если таковые существуют). Впадины океанов — гигантские отрицательные мегаформы Земли, но они наполнены внутренними (меньших размеров) как положительными, так и отрицательными формами. Поэтому, вообще говоря, в мире геоморфологических объектов трудно придавать определенный смысл знакам «плюс» или «минус».

То же самое относится, естественно, к понятиям «позитивный» и «негативный», которыми некоторые геоморфологи и геологи широко пользуются. Неточность, неопределенность таких понятий усугубляется еще и тем, что склон как элементарная и главнейшая единица любого рельефа является общим для положительной и смежной с ней отрицательной формы. Выход из такой неопределенности, однако, существует и он довольно прост. Для этого, в первую очередь, нужно отказаться от абсолютизации знаков «плюс» и «минус». Субгоризонтальная поверхность Земли, некоторый элемент сфероида, совпадающий в открытом океане с поверхностью геоида, это традиционный и, так сказать, вынужденный нулевой уровень, причем при точных измерениях далеко не постоянный во времени. Вести от него все отсчеты вверх (от центра Земли) со знаком плюс, а отсчеты вниз (к центру Земли) со знаком минус, как это предлагалось раньше, значило бы заменить морфологию гипсометрией и полностью обезличить рельеф. Для привычного (в первую очередь для нашего зрения) деления форм рельефа на две группы, обозначаемые как положительные и отрицательные, можно найти другие основания. Наиболее объективным в этом отношении критерием является поле силы тяжести Земли, обладающее, как известно, внутренней «структурой» — постепенным с удалением от земного ядра уменьшением потенциала силы тяжести и центро-

стремительным направлением силовых векторов, несколько искажаемом только в случае соседства двух горизонтальных плотностных неоднородностей. Странно, что мы до сих пор не подумали опереться именно на такую возможность.

В предлагаемый новый подход входят два тесно связанных момента — морфологический и динамический. Первый можно сформулировать следующим образом: в одном классе (группе, ряде) форм земной поверхности периферические их части, а в резко обозначенных формах их периметр, расположены на более высоком уровне потенциала силы тяжести, чем центральные их части. Это — «положительные» формы. В другом классе (отрицательные формы) отношения обратные. Периферия или периметр такой, причем сколь угодно большой или малой, формы находится на более низком по значению уровне потенциала силы тяжести, нежели ее центральная часть. Первый класс форм кульминирует в направлении ослабления поля силы тяжести, другой класс — в направлении его усиления. Такое разделение представляется физически объективным. Может показаться, что гипсометрия в таком случае просто подменяется различиями в положении уровней различного потенциала силы тяжести относительно центра Земли, так как и то и другое связаны с расстоянием от центра Земли (точнее — от земного ядра). Но этим их связь и ограничивается. Например, срединно-океанические хребты в приведенном смысле положительны в той же степени, что Гималаи и Анды, Среднесибирское плоскогорье или Валдайская возвышенность. Речные долины материков и подводные каньоны, суходольные и озерные впадины, рифтовые впадины, пересекающие гребни срединно-океанических хребтов, абиссальные равнины и глубоководные желоба, карстовые и суффозионные воронки принадлежат, очевидно, к другому классу; все они «отрицательны», так как их периферии (периметры) расположены относительно центральных частей на более высоком гипсометрически, но на более низком по величине уровне потенциала силы тяжести. Вторым признаком — динамический. Его обоснование в рамках общей концепции саморазвития Земли было изложено выше. Суть дела чрезвычайно проста. Так как все поверхностные толщи земной коры, какими бы ни были их состав и происхождение, в масштабе геологического време-

ни теряют свою связность, разрыхляются и становятся корой выветривания как в субаэральных, так и субаквальных условиях, и при малейшей возможности движутся с высоких уровней на низкие, повинаясь существующим в каждый данный момент геоморфологическим условиям и в то же время преобразуя их, то в «положительных» формах рельефа склоновый литодинамический поток (деятельный или потенциальный) направлен от их центральных частей к периферии, а в «отрицательных», напротив, от периферии к центру. Таким образом, «положительные» и «отрицательные» формы рельефа, независимо от их конфигурации, легко различать по их отношению к направлению (векторной системе) денудационного литодинамического потока. Это свойство неровностей земной поверхности и является их четкой динамической характеристикой. Ее величина зависит от многих факторов и, прежде всего, от факторов климатических, их темпа и ритма, т. е. также и от продолжительности действия.

Д. А. Тимофеев (личное сообщение) обратил внимание на то, что из общей схемы противоположного отношения положительных и отрицательных форм к направлению литодинамического потока выпадают, например, деятельные барханы. На наветренном их склоне поток рыхлого материала идет снизу вверх, на подветренном — сверху вниз. Таким образом, в бархане как будто совмещаются динамические характеристики и положительных и отрицательных, инициальных и терминальных форм. Рассмотрим это «противоречие», или своего рода геоморфологический курьез.

Прежде всего, кроме барханов, мы знаем и иные формы аккумуляции, в которых рыхлый материал какое-то время движется снизу вверх. Так, мощный паводок, затопившая высокоую пойму, оставляет на ней свой осадок. Тонкий вулканический пепел, рассеиваемый при очень мощных эксплозиях по всей планете, месяцами держится в высоких слоях тропосферы. Навевание песка, осуществляемое, видимо, последовательно при многократном возобновлении ветров одинакового направления, способно аккумулялировать эоловый осадок даже на крутых склонах и больших относительных высотах, на что в Забайкалье давно обратил внимание В. А. Обручев, а автор и С. Д. Хилько наблюдали в ряде пунктов Монгольского

Алтая (например, южные предгорья Хайрхан-ула) и западного Хангая. Если в самом деле существуют морены напора, то при их образовании обломочный материал также вздымается вверх. Известны горные обвалы, при которых рыхлые массы приобретают столь большую скорость, что пересекают долину и высоко поднимаются на противоположный склон. Подобные функции могут в принципе выполнять и цунами. Не отменяют ли все эти явления сказанное о «положительных» и «отрицательных» формах и их отношении к литодинамическому потоку? Нет, никоим образом. Если в известном смысле это в самом деле геоморфологические курьезы, возникающие как бы вопреки действию силы тяжести, то вместе с тем явления эфемерные, кратковременные и в общей функциональной геоморфологической цепи суть формы в геолого-историческом и динамическом отношении — транзитные. В самом деле, пока идет пересыпание песка с одного на другой склон, бархан движется. Прекративший свое движение (например, завоеванный растительностью) бархан оказывается вполне подконтрольным полю силы тяжести и развивается как любая другая положительная (инициальная) форма.

Формы положительные (выпуклости) и отрицательные (вогнутости) отличаются, следовательно, и по функциональному признаку, и в этом отношении они как бы нейтральны к гипсометрическим границам своего существования. Так как земная поверхность конечна, как конечна поверхность и других планет, упомянутый литодинамический (денудационный) поток рано или поздно достигает своего нижнего предела и создает слоистые осадочные толщи, долговременность существования которых, в свою очередь, зависит от сохранения прежде существовавшего или же создания нового климато-тектонического режима. И если наряду с морфологическими не упускать из вида динамического критерия в разделении форм рельефа, то вообще говоря, можно было бы пойти и дальше, предложив рассматривать их в качестве членов пространственно-временного и, в конечном счете, генетического ряда. Соответственно в начале его должны находиться формы начальные, или инициальные, на которых литодинамический поток впервые включается в движение. Это возвышенности любого размера, типа, генезиса и гипсометрического положения. Далее следуют неровности, в преде-

лах которых и с помощью которых осуществляется движение литодинамического потока на всем остальном его пути. Это формы транзитные: речные долины, ледниковые долины (для ледниковых покровов вся совокупность неровностей их ложа), подводные каньоны. В конце нашего ряда окажутся формы конечные, или терминальные, в той или иной степени замкнутые, как осадкоприемники: седиментационные бассейны начиная с предгорных и межгорных впадин до дниц морей и океанов, а в геологическом плане — прогибы любого морфологического и структурного типа — синеклизы, краевые прогибы, рифтовые долины, геосинклинали всех разновидностей.

Таким образом, мы как будто имеем в своем распоряжении, кроме принимавшихся во внимание ранее, также и другие критерии для разделения неровностей земной поверхности на основные классы или группы и, соответственно, для уточнения орографических терминов и понятий, пришедших в науку из житейского опыта и разговорного языка. Структурная геоморфология как направление, теснейшим образом связанное со структурной геологией, привнесло в эти понятия и термины очень многое из морфологической тектоники. Этому содействовали инициатива и специальные труды И. П. Герасимова, Ю. А. Мещерякова, С. С. Шульца, С. С. Коржуева, Н. И. Николаева, Г. И. Худякова, Ю. Ф. Чемекова, А. П. Рождественского и многих других. Та же тенденция сохранится, по-видимому, и в ближайшем будущем. Вместе с тем было бы неверно забывать о других задачах и о прогрессе геоморфологии в целом, тем более, что ее теоретические основы, по общему признанию, еще далеки от совершенства. Хотелось бы подчеркнуть еще раз опасность отрыва геоморфологии от своего предмета — собственно морфологии земной поверхности, особые внутренне присущие свойства которой, а также внутренние и внешние связи с другими явлениями природы изучены еще далеко не полно. В смысле точности и объективности характеристик своих объектов как явлений морфологических, современная геоморфология пока недалеко ушла от старой орографии, а синтез морфометрических и морфографических данных с учетом пассивных и активных свойств субстрата пока приложим лишь к статическим ситуациям и бессилён в динамике, следовательно, и в познании истории земной поверхности. Между тем лишь в

объединении этих, на деле мало связанных друг с другом, подходов или аспектов, может быть достигнут настоящий успех и станет возможным создание на новых основах «пластической геоморфологии», т. е. науки о рельефе в прямом смысле слова. В самом деле, формы земной поверхности могут быть описываемы или «литературным» или математическим языком. Первый, язык орографии, неточен, условен, недостаточно объективен, особенно при наличии терминологической путаницы. Второй мертв, но допускает различные степени точности описания, что очень важно при бесконечном множестве степеней подобия в мире геоморфологических объектов (например, эрозионных форм), ведет к осреднению и потере индивидуальности явлений. Тем не менее без этого языка геоморфология, как и все естествознание, обойтись не может. Дело, по-видимому, в том, чтобы «литературный», описательный язык хотя бы приблизить к математическому, и это, на наш взгляд, лучший путь по сравнению с попытками приспособить математический язык к нуждам геоморфологического описания, так как опыты в таком духе, несмотря на их остроумие, пока не оказали заметного влияния на развитие геоморфологии. Математизация геоморфологии, если она необходима и неизбежна, требует формализации основных геоморфологических понятий, и эта последняя неосуществима без уточнения смысла широко распространенных определений терминов или «полутерминов», какими до самого последнего времени остаются обозначаемые ими фундаментальные для науки о рельефе понятия «горный хребет», «равнина», «плато», «терраса», «склон», «овраг» и т. д.

В этом очерке о терминах в геоморфологии автор не отказывается от своего старого предложения связывать с представлением и термином «горный хребет» определенное геологическое содержание — крупную положительную тектоническую форму, сообщающую облакаемой ей форме рельефа устойчивость во времени и пространстве, но признает недостаточность данного, как и подобных ему определений, вытекающую из примитивности и крайней условности старого орографического языка. Автор надеется, что его тревоги разделяют другие, и это приведет к давно назревшему пересмотру и уточнению геоморфологической терминологии.

К ПРОБЛЕМЕ ГОРООБРАЗОВАНИЯ

(на примере Южно-Сибирских
и Северо-Монгольских нагорий)

Происхождение горного рельефа, пространственное размещение его главнейших элементов, процесс дифференциации на отдельные составные части (горные пояса, системы, нагорья, хребты и т. д.) — одна из старейших и сложнейших проблем геологии и географии. С обособлением геоморфологии в особую ветвь наук о Земле в ней, казалось бы, должна была найти свое место и проблема горообразования как очень важный и едва ли не главный раздел науки о рельефе. Однако этого до сих пор не случилось, и геоморфология занимается в настоящее время лишь отдельными частными сторонами названной проблемы. Создание общих представлений на этот счет правомерно остается в ведении тектоники, собственное развитие которой шло и идет по мере накопления данных через построение различных физических моделей Земли и геолого-механических схем процессов, могущих объяснить создание современного лика планеты и строение ее недр в историческом плане. Представление о геосферах (концентрически-слоистая симметричная модель Земли) и учение о геосинклиналях и платформах были главнейшими основами тектоники в период развития геоморфологии. Геодезия и вышедшая из нее идея изостазии, а затем геофизика, особенно гравиметрия, указали новые возможности решения проблемы горообразования. В последние годы очень важную роль в этой области стала играть сейсмология, причем не только геологические, но и физические ее аспекты, в частности, построение по сейсмическим данным динамических моделей (механизмов) очагов землетрясений. Раздел общей тектоники — неотектоника, а также изучение современных движений с помощью точных методов пока также не внесли в проблему горообразования существенно нового, если иметь в виду сущность процесса, а не его следствия. Вместе с тем необходимо отметить в той же связи

плодотворные идеи С. С. Шульца (1962) о большой автономности горообразования в геологической истории Земли, а также выводы о ведущей роли в этом процессе не длительных и медленных (эпейрогенических, колебательных), а эпизодических и быстрых (импульсивных, по Н. И. Николаеву, 1975) движений, выражающихся в виде остаточных деформаций при сильных землетрясениях (Мещеряков, 1972; Солоненко, 1973б). Суммируясь, такие деформации и создают в течение сотен тысячелетий соответствующий геоморфологический эффект.

По мнению геофизиков, истинные причины горообразования, т. е. абсолютного поднятия земной коры в каких-либо линейных и изометричных границах, до сих пор не могут считаться вполне точно установленными, но вместе с тем предложены разнообразные модели, к построению которых привлечена верхняя (иногда и нижняя) мантия, и которые в самом общем виде удовлетворительно решают эту проблему, не претендуя, к чести их создателей, на окончательность решения.

Выдвинувшаяся в последние годы на первый план тектоника плит одной из своих сторон касается проблемы горообразования. Нельзя не обратить внимание на то, что в динамической части ее толкование сторонниками тектоники плит представляет как бы возврат к старому: если во времена Зюсса и последующие два-три десятилетия основой горообразования считались складчатость, т. е. деформация смятия и сморщивания коры под действием горизонтальных сил, то из той же горизонтальности давлений, прилагаемых к толщам горных пород, исходит и тектоника плит. Насколько плодотворным окажется такой возврат к старым идеям на новой основе, покажет будущее.

Во вновь выдвинутой в качестве альтернативы тектонике плит гипотезе расширения Земли (Hilgenberg, 1933; Чудинов, 1976), проблеме горообразования не уделяется внимания, так как поднятия земной коры непосредственно не следуют из ее построений. Последнее, впрочем, вовсе не означает, что другие гипотезы (контракции, дрейфа континентов в старом варианте, тектоники плит и т. д.) успешно разрешают эту сложную проблему. Все они выводят горообразование из элементарных, механических представлений, не указывая точно ни характера, ни направления действующих в земной коре сил, не зная, что

особенно важно, распределения этих сил в пространстве и во времени. Пульсационная гипотеза переменного сжатия и расширения Земли, вновь возрождаемая П. Н. Кропоткиным (1975), остается весьма заманчивой, но она не обеспечена даже сколько-нибудь вероятным механизмом самой пульсации.

Гипотеза спрединга, вызываемого гигантскими дайками мантийного материала, внедряющимися в океаническую кору в срединно-океанических хребтах и расталкивающих эту последнюю в обе стороны, пользуется сейчас большим успехом, но она, очевидно, пригодна (если оставить в стороне расширение океанического дна, в чем ее главное назначение) только для объяснения происхождения самих этих хребтов, и не может осветить проблему горообразования в целом.

И, наконец, можно считать, что единственный до конца понятый механизм образования гор демонстрируется поверхностным вулканическим процессом, неоднократно происходившим в прошлом и происходящим сейчас на наших глазах. Здесь, что называется, нет серьезных геоморфологических проблем, хотя вулканологические проблемы, конечно, остаются, причем вулканизм дает ясное представление как об образовании положительных форм при аккумуляции лав и пирокластики, так и отрицательных — кальдер, кратеров и других форм, создающихся либо в итоге взрывов, либо гравитационных опусканий над опустошенными при извержениях магматическими камерами.

Если принять современные взгляды на общие причины горообразования, то образование «тектонических» гор, созданных интенсивными вертикальными движениями, и формирование собственно вулканических гор в принципе одинаково, так как в первом случае разогретый и разуплотненный глубинный материал не достигает поверхности, только деформирует кору, внедряясь в нее или только приподнимая (или, наконец, преобразуясь на месте в ходе гранитизации), тогда как во втором случае глубинный материал достигает самой поверхности, двигая горы «из самого себя».

Мы все более убеждаемся в том, что механические (тектонические) деформации толщ горных пород или целых частей земной коры — блоков, глыб, плит и т. д. суть лишь следствия очень сложных физических (фазо-

вых) преобразований вещества верхней мантии и земной коры, и что эти следствия в гетерогенной среде верхов коры могут проявляться по-разному. Крайний фиксизм поэтому так же ненаучен, как и экстремальный мобилизм. Из всех существующих гипотез и «теорий», сданных в архив или исповедуемых в настоящее время, можно извлечь лишь одно достоверное положение — изменение достаточно крупного объема в земной коре (гранитизация) или в верхах верхней мантии (аномальная, разуплотненная мантия) неизбежно должно создавать выпуклости земной поверхности, т. е. горообразование. Поэтому геоморфологи, как потребительнице тектонических идей при решении фундаментальных вопросов эндогенного рельефообразования, по-прежнему необходимо считаться в первую очередь с вертикальными силами, вызваны ли они трансформацией горизонтальных сил, например, в процессе сжатия и выжимания масс вверх, или же независимы от горизонтальных.

Если обширные поднятия земной коры, при значительной амплитуде (условно более 1000 м над уровнем моря) непосредственно ведущие к горообразованию, действительно связаны с разуплотнением какого-то объема мантии и всплыванием его к подошве коры, что приводит к выгибанию последней, то подъемная сила оказывается найденной, а силу, ведущую к опусканию и образованию обширных понижений типа прибрежных и предгорных равнин, внутри- и межгорных депрессий, рифтовых впадин и т. д., обычно видят в погружении, вызываемом гравитационными силами (для чего необходим отток подстилающих масс), или в отставании таких участков земной коры от смежных, быстрее поднимающихся блоков, или, наконец, в том, что данный участок оставался неподвижным, находясь рядом или между поднимающимися. Для рифтовых впадин некоторыми авторами принимается механизм растяжения и утонения земной коры с образованием «шейки» (Freund, 1965; Зорин, 1971). В общем можно, по-видимому, констатировать, что если для давно отошедшей в область предания гипотезы контракции известную трудность представляло объяснение подъемной силы, то для всех современных вариантов геотектонических представлений известным камнем преткновения являются, напротив, причины опускания, которое всегда и везде не может быть только относительным.

Если первичной земной корой считать, как это принято, океаническую кору, то и свойственный ей плоский рельеф, демонстрируемый на больших пространствах ложе мирового океана, следует признать первичным и, следовательно, исходным (генетически, а не хронологически) для нашей планеты. Как это было видно еще из гипсографической кривой, ложе океана играет роль плато, или «плоскогогорья», лишь для глубоководных желобов, этих поразительных геоморфологических и всякого другого рода аномалий на поверхности планеты, которые, кстати, трудно объяснить иначе, нежели эффектом абсолютных опусканий. Вместе с тем абиссальные равнины на океанической и промежуточного типа коре, вместе взятые, составляют, что называется, фоневый рельеф Земли в целом, так же как фоновый рельеф суши составляют континентальные равнины и низменности. Поскольку последние приподняты над абиссалью океана примерно на ту же высоту, на которую приподняты высокие нагорья материков над великими материковыми равнинами (при сопоставлении этих высот нужно учитывать более интенсивную субаэральную денудацию), то можно предположить, что процесс создания гор на суше в принципе не отличается от создания материков на «фоне» океанов, от создания вторичного синаля на фоне и за счет симы. Если добавить к сказанному, что «надстройки» материков над океанической корой вторичны и с точки зрения гипотезы спрединга и явлений субдукции, то как бы не относиться ко всем этим старым и новым гипотезам, процесс ареального или регионального возвышения земной поверхности, т. е. горообразования, есть процесс вторичный и производный от глубинных процессов, а горный рельеф — явление производное и вторичное по отношению к рельефу равнинному. Если такой вывод справедлив и плоский рельеф океанической абиссали действительно первичен, а выпуклости материков, с одной стороны, и глубоководные желоба, с другой — вторичны, то впадины океанов, т. е. океаническое ложе надлежит рассматривать не как относительное опускание по сравнению с первыми и не относительное поднятие по сравнению со вторыми, а как некоторый стабильный уровень, если и меняющийся при изменении длины земного радиуса, то в течение огромных промежутков времени. Во всяком случае, поверхностные части планеты исключают возможно-

сти другого выбора, да и вряд ли в поисках иных уровней отсчета есть необходимость.

Не менее труден вопрос о том, действителен ли общий глубинный механизм поднятия земной коры для объяснения частных поднятий (и разделяющих их опусканий) в пределах отдельных горных стран, поясов, систем и т. д.

Мы уже затрагивали этот вопрос выше. Единообразие такого механизма в проявлении и общего, скажем, нагорье Тибет, и частного — отдельные горные хребты в его пределах, требует введения дополнительных условий в виде дифференциации поля тектонических сил и (или) дифференциации свойств деформируемой ими коры. Осложняется использование в наших целях такого общего механизма и тем, что горные возвышенности Земли далеко не всюду линейны. Это свойство присуще только горным поясам большого протяжения (Анды — Кордильеры), горным цепям и хребтам, но не высоким изометричным плоскогорьям и массивным нагорьям, которые мы находим в непосредственной близости и даже тесном соседстве, а также большом структурном сходстве с линейно-построенными возвышенностями (Мексиканское плато и Центрально-Американские Анды, Тибет и Гималаи, Хангай и Монгольский Алтай). Судя по таким чисто орографическим сочетаниям разуплотнение мантии, как механизм поднятия коры, нельзя связывать с движением глубинного разогретого вещества только по линейным зонам глубинных разломов.

Подобное движение может, по-видимому, происходить также по целым системам (совокупностям) разломов, фрагментарно по отношению к их общей длине, или же по другим структурам земной коры, неконтролируемым разломами, а контролирующим эти последние (например, блоки земной коры у А. В. Пейве).

При региональном анализе горных областей, состоящих из возвышенностей, разделенных более или менее обширными внутригорными впадинами, обычно безоговорочно принимается идея дифференцированного движения блоков земной коры по разломам. Для составляющих горную страну или нагорье отдельных хребтов и массивов используется модель горстов или полугорстов как структур выпирания отдельных блоков или клиньев земной коры по ранее заложенным или новообразованным разло-

мам. Считается, что при общем, сводовом или ином под-
нятии преимущественно и на большую высоту выталки-
ваются те блоки, которые слабее связаны с соседними,
менее подвижными блоками. Дифференциация в движе-
нии (и положении в данный момент) блоков по амплитуде,
знаку или амплитуде и знаку вместе и составляет
всю главную суть подобных моделей. Они крайне просты,
практически общеприняты и почти стандартны. В них,
как упоминалось выше, находят свое место и впадины,
внутри- и межгорные, рассматриваемые как блоки, от-
ставшие в своем вертикальном движении от соседних,
т. е. своего рода «неудавшиеся горсты», а в случае аномально
низкого положения своего дна и большой мощности
отложений, коррелятивных окружающему горному рельефу,
относимые к блокам, реже к прогибам, испытавшим
абсолютное погружение. К последним применяется, если
геофизические данные этому не противоречат, иная меха-
ническая модель — растяжение коры под действием гори-
зонтальных сил. Ю. А. Зорин (1966, 1971) успешно при-
менил такую модель к объяснению глубинной структуры
впадин Байкальского рифта, исходя из геологических и
гравиметрических данных. Последующие исследования
методом ГСЗ подтвердили применимость к Байкалу моде-
ли «шейки» коры и возможность объяснения с ее по-
мощью морфологии и механизма образования других риф-
товых структур (Пузырев и др., 1974). Этот пример,
как и многие другие (например, по Средней Азии), пока-
зывает, что в наши дни механизм горообразования (как
и непременно сопутствующего ему впадинообразования)
должен анализироваться с комплексным применением
геоморфологических, геологических и геофизических ме-
тодов, причем, как показал накопленный опыт, первое
слово и первая гипотеза принадлежат обычно логическо-
му построению, прямо вытекающему из морфологических
наблюдений.

Итак, из общей теории дифференциации вещества
Земли, и в частности литосферы, и из существования
относительно тонкой океанической и относительно мощ-
ной континентальной коры непосредственно следует объ-
яснение дифференциации земной поверхности на выпук-
лости материков и вогнутости океанов, а также наличие
горного рельефа на фоне равнинного рельефа планеты в
целом. Сейчас трудно себе представить существование

нных механизмов горообразования. Гораздо труднее, приняв гипотезу разуплотнения вещества коры или мантии под корой, понять причины дифференциации горного рельефа в нем самом. В общем случае, с нашей точки зрения, исследования такого рода должны складываться из трех последовательных стадий: морфологических, кинематических и динамических, цель которых — создание и затем объединение соответствующих моделей. Путь этот, конечно, нелегкий, но представляется единственным. При этом за морфологию, естественно, ответственна геоморфология, за кинематику — неотектоника и за динамику в общем случае — геофизика.

Существует представление о «сопряженности» поднятий и смежных с ними опусканий (те и другие рассматриваются в своих взаимных позициях, т. е. в относительном смысле). Нередко подчеркивается, что во взаимоотношении пары «поднятие — опускание» проявляется компенсация, которая будто бы имеет прямое отношение к изостазии. С такой точки зрения каждое значительное поднятие с физической необходимостью вызывает опускание смежной области и, наоборот, — опускание порождает как обязательное следствие соседнее поднятие. При этом ссылаются на краевые прогибы платформ, поднятые плечи геосинклинальных трогов, рифтовых долин и т. д., на смежность с поднятиями межгорных впадин, само название которых указывает на генетическую связь гор и низин. Вряд ли такое широко распространенное представление правильно. С позиций изостазии подобной компенсации вовсе не требуется. Поднятие создает лишь геоморфологический контраст и условия сноса материала за свои пределы, а опускание влечет за собой усиление эрозионного процесса по своей периферии; в обоих случаях возникает горный рельеф. Лишь при наличии дополнительных тектонических механизмов (например, при рифтогенезе и раздвигах коры под влиянием ее растяжения) или значительном перераспределении нагрузок на сравнительно поздней стадии эволюции горного рельефа (денудация гор и мощное накопление молассоидов близ их подножья), ведущем к нарушению изостазии, соседние блоки смогут вовлечься в противоположные по знаку движения, как бы (и притом только внешне — морфологически) компенсируя друг друга. Таким образом, привлечение механизма «компенсации» для всех случаев, когда мы

имеем дело с контрастными формами в горном рельефе, представляется неоправданным.

Таким образом, как подчеркивалось автором раньше (Флоренсов, 1965), абсолютное исчисление поднятий и опусканий, производимое от уровня моря, само по себе не раскрывает их механизма и не содержит информации о степени самостоятельности движений того и другого знака. Соответственно, генетические связи обломочных фаций и характер их распределения в переходной зоне от гор к межгорной впадине или равнине могут иметь различное толкование, так как для их объяснения пригодны различные модели конседиментационных движений. Лишь метаморфизм и глубинный плутонизм древних толщ ясно указывают на их бывшее абсолютное погружение и последующее воздымание, как это имеет место даже в очень молодых складчатых хребтах. Впрочем, не все массовые выходы на земную поверхность высокометаморфизованных первично осадочных пород могут получить столь простое объяснение. Мы имеем в виду древние щиты, глубокий «срез» которых нелегко объяснить одной длительной денудацией. Совершенно иное объяснение этого явления недавно было предложено В. В. Эзом (1975). Следовательно, только при очень внимательном рассмотрении всего материала, относящегося к генезису данной горной страны, можно решить, что внешняя и внутренняя структура поднятий, как и смежных погружений, будет различной в зависимости от того, являются ли горы «остаточными», обусловленными эффектом внутренних или маргинальных погружений, или же они представляют собой ядра активных поднятий.

В областях новейшего (неоген-четвертичного) горообразования мы знаем две главные формы относительных или даже абсолютных (см. выше) поднятий — своды и горсты, которые могут быть односторонними и двухсторонними, и две основные формы опусканий — прогибы и грабены, также односторонние и двухсторонние. Среди тех и других всегда преобладают асимметричные формы. Для конкретных объектов горного рельефа исследователи выбирают те или иные структурные модели в зависимости от характера тектонических деформаций — наблюдаемых или предполагаемых. При этом, естественно, обращается внимание на структурные ограничения крупных обособленных геоморфологических объектов (морфострук-

тур), поскольку их внутренние, замковые части менее информативны. Но, к сожалению, именно внешние, переходные зоны наиболее искажены наложенными денудационными формами или замаскированы отложениями.

Мы попытались осветить в общих чертах состояние проблемы горообразования в целом и указать на те моменты, которые остаются неясными и требуют дальнейшей разработки. Хотя уже не раз указывалось, особенно Ю. А. Мещеряковым, что единственно правильный путь в этом направлении — совместный анализ морфологических, геологических и геофизических данных, образцов подобного подхода еще очень мало. Попытаемся теперь проанализировать некоторые стороны новейшего горообразования на исключительно благодарном, с нашей точки зрения, примере — области высоких нагорий Южной Сибири и Северной Монголии, сочетающих в себе, как мы увидим ниже, много общих и в то же время индивидуальных черт. Эта интереснейшая во всех отношениях горная система подобна пестрому и многоцветному ковру, в котором при большой сложности орографического рисунка при внимательном рассмотрении выявляется глубокая генетическая общность и ясно уловимое сходство внешних «фамильных» черт.

В рассматриваемую область входят Алтай, Западный и Восточный Саян вместе с Тувинским нагорьем и нагорьем Сангилен, Западное Прихубсугулье, Монгольский и Гобийский Алтай, Хамар-Дабан, хребты Прибайкалья, Хангай, Хэнтэй, Забайкальское среднегорье, Северо-Байкальское и Витимо-Олекминское нагорья. В таком виде границы рассматриваемой области кажутся довольно произвольными, а ее орографическая цельность представляется даже сомнительной. Особенно это касается Станового нагорья, прямые орографические связи которого с горными хребтами и массивами, расположенными к западу от него, подчеркивались еще В. А. Обручевым, выделившим так называемый Становой хребет Сибири. Ниже мы увидим, что объединение названных нагорий и хребтов в единую орографическую область, несмотря на ряд противоречий, генетически правомерно.

Автор предложил понятие о «массивных горах», характерных, по его мнению, для высоких плоскогорий и нагорий Южной Сибири и Центральной Азии, считая, как и многие другие исследователи, что пластика горно-

го, да и всякого другого рельефа всегда в той или иной мере отражает тектоническую природу форм земной поверхности. Под таким чисто морфологическим определением, ранее в орографии терминологически не применявшимся, но по существу, хотя и в неявном виде, содержащимся в понятии о краевых хребтах П. А. Кропоткина, автор подразумевает горы с платообразным характером вершинной поверхности, создающим плоскогорный тип ландшафта, несмотря на то, что такие массивные горы разбросаны на большом пространстве и разделены широкими низкими равнинными поверхностями. В целом такой рельеф может быть назван и плоскогорьем («высокое плоскогорье» И. Д. Черского), но разъединенность гор громадными низинами и морфологическое разнообразие их склонов делают такую характеристику неточной и слишком общей. По той же причине к ним не вполне применим и термин денудационных плато. Слабоволнистая вершинная поверхность, крутые и очень крутые склоны возвышенностей с очень интенсивным эрозионным расчленением, а в Центральной Азии еще отсутствие смягчающего неровности лесного покрова, столь же голые покатоности предгорных равнин — все это столь характерно и вместе с тем столь однообразно на больших пространствах, что такие горы действительно заслуживают выделения в особый морфологический тип (рис. 1). При наличии очень мощных и высоких подгорных косых равнин — бэлей и венчающих их скалистых, но плоских гребней, такие горы называются пьедестальными. На них обратил внимание еще Ф. Рихтгофен, а подробно описали В. А. Обручев и затем многие другие исследователи. В лесостепной и таежной зоне Южной Сибири все перечисленные черты смягчены, причем не только за счет растительного покрова, но и несколько иной морфологии склонов, хотя плоскогорность, массивность очертаний возвышенностей сохраняется в полной мере. Лишь в зоне Байкальского рифта к ним добавляются новые специфические черты, но и они не нарушают общего плоскогорного стиля свойственного всей этой огромной и геологически очень разнородной стране.

В своей старой работе, посвященной горообразованию Внутренней Азии, автор писал, что массивными следует называть такие горы и целые нагорья, которые обладают господством платообразных гребней своих возвышенно-



Рис. 1. Массивные горы Гобийского Алтая. Фото автора.

Вид с юга на массив Ихе-Богдо, в подножии которого видна гряда (форберг), сложенная дислоцированным эоплейстоценовым пролювием.

стей, как главных, так и второстепенных; очень резкими переходами этих гребней во фронтальные склоны, т. е. склоны ограничений, отделяющих возвышенности от ближайших межгорных, внутри- и предгорных впадин; большой крутизной и скалистостью коренных склонов; резко очерченной подошвой, отделяющей такие склоны от подгорной равнины; ясно выраженной или во всяком случае уловимой нижней границей подгорных равнин на их переходе в плоские низины впадин. Всем этим признакам не удовлетворяет понятие о средневысотных горах, хотя оно подразумевает не только относительную умеренную высоту гор, но также и главным образом их смягченную морфологию. Подобно явлению ярусности гор, в массивных горах очень велик контраст между вершинной поверхностью и ооясывающими ее склонами. Термин В. А. Обручева «остаточно-глыбовые горы» подчеркивает реликтовый характер «исходной» вершинной поверхности, что далеко не везде (в том числе и во Внутренней Азии) име-

ет место в действительности, и исключительно глыбовый характер горообразовательных движений — перемещение по разломам крупных блоков земной коры, что также не исчерпывает сущности новейших движений, создающих рельеф рассматриваемого типа, о чем будет сказано ниже. Быть может, со структурной точки зрения к этому типу больше подходил бы термин «глыбовые горы», так как в нем также заключено морфологическое начало, но под словом «глыба» в тектонике принято подразумевать относительно однородное по своей внутренней структуре и жесткое целое. Кроме того, в такой формулировке неясен первоначальный характер связи между отдельными глыбами. Вот почему прилагательное «массивный» нам кажется лучше передающим характер всех крупных возвышенностей рассматриваемой горной системы. Будучи как бы нейтральным, оно объединяет и морфологические и (правда, в неявном виде) структурные их особенности.

Что касается так называемых пьедестальных гор, столь типичных для собственно Центральной Азии, то они характеризуются прежде всего мощным развитием предгорной косой равнины («бэль» у монголов), охватывающей в зависимости от взаимной позиции гор с одной, двух или со всех сторон центральные скалистые массивы и служащие их основанием. Пьедестальные горы — одна из разновидностей массивных, сочетающая в себе плавность очертаний нижних и резкость верхних их частей при плоском или мягковолнистом гребне. В границах рассматриваемой здесь горной системы пьедестальные горы наиболее типично представлены в цепях Монгольского, Гобийского Алтая и их орографического продолжения — хребтов Гурбан-Сайхан, в Заалтайской Гоби, а в несколько более смягченном виде развиты также на южной окраине Тувинского нагорья, по северо-западной и западной периферии нагорья Хангай¹.

Первые исследователи Центральной Азии считали бэли, как и предгорные шлейфы других типов гор в иных

¹ Здесь мы употребляем термин «нагорье» как синоним горной страны (upland — в английской литературе), изометричной в плане, но гораздо более обширной нежели горный массив (1000 км в поперечнике и более) и имеющей сложное внутреннее строение, в частности, неодинаковую ориентировку составляющих линейных элементов и при наличии внутренних массивов, плато и т. д.

тектонических и климатических условиях, чем центральноазиатские, преимущественно или исключительно аккумулятивными формами. Вспомним выражение, применявшееся к островным возвышенностям пустынь: «горы, тонущие в своих обломках». Их образование объяснялось последовательной длительной интеграцией множества плоских конусов выноса и отчасти склонового коллювия, наложенных, в той или иной степени смещенных относительно друг друга при изменении направления старых или возникновении новых каналов стока, и таким образом представленных разными и многими возрастными их генерациями. Их образование в связи с формированием поверхности бэлей недавно весьма обстоятельно было рассмотрено Д. А. Тимофеевым и В. П. Чичаговым (1975). Как всякие иные отложения предгорных шлейфов, рыхлые отложения бэлей коррелируют питающим их горным поднятиям, и их изучение представляет уже поэтому большой интерес. Конусы различных генераций превосходно отличаются на аэрофотоснимках благодаря, во-первых, различиям в их микрорельефе, во-вторых, различному их освоению и различной по составу ксерофитной растительности, в-третьих, различной окраске обломков, связанной не с петрографическим их составом, а различной степенью выветривания и пустынного загара. Чем дальше от гор, т. е. от тылового шва бэля, тем, естественно, лучше в разрезах пролювиального чехла бэлей проявляется слоистость. Мощность этого чехла весьма изменчива, как правило, увеличивается к наружному краю бэлей, достигая (от единиц) нескольких десятков метров (Е. В. Девяткин указывает даже цифру 100 м). Что касается современных каналов стока на бэлях, то с удалением от гор, как отмечалось в той же работе Тимофеева и Чичагова, они все более объединяются, и глубина их вреза, уменьшаясь, сходит постепенно на нет, что может рассматриваться как достижение внешнего края днища межгорной низины или точки, лежащие на внешнем периметре бэля.

Теперь обратим внимание на то, что даже максимальные известные мощности рыхлой покрывки бэлей не идут ни в какое сравнение с их высотой. Эта последняя нередко достигает половины общей относительной высоты пьедестальных гор над дном соседних низин, «холаев», а в отдельных случаях даже превосходит ее в 2—3 раза

(Тимофеев, 1975б) и, следовательно, основной объем пьедесталов-бэлей приходится на долю их коренного субстрата. При наблюдении со стороны и особенно издали становится совершенно ясным, что бэли действительно и в прямом смысле являются пьедесталами для венчающих их скалистых массивов — настоящих «памятников» иного рельефа, нежели современный, настолько тесно они связаны с окружающими низинами и вместе с тем отчуждены от своих скалистых вершинных надстроек. Вместе с тем, как выяснилось из наблюдений в той же Монголо-Алтайской горной системе, близ самих тыловых швов бэлей или на границе их со скалистыми вершинными массивами нередко обнажаются наиболее древние из вскрытых современной эрозией предгорных отложений, т. е. конусы выноса ранних генераций, часто значительно дислоцированные, уходящие в глубь бэля под покров более молодых конусов и даже иногда служащие автохтоном для крутых надвигов со стороны коренных склонов. Подобные явления наблюдались в подножьях гор Джаргалант-ул, близ оз. Хара-ус-нур, Гобийском Алтае и Гурбан-Сайхане (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963; Девяткин, 1974, и др.).

В Гобийском Алтае автор наблюдал, с одной стороны, чрезвычайно малые (менее одного метра) мощности пролювия даже в днищах очень широких и протяженных сайров (например, в стенке сейсмического разрыва — сдвига, пересекшего поперек сайр Тормхон между высочайшими массивами Ихе- и Бага-Богдо), а с другой, — выходы палеозойских метаморфизованных пород на поверхности бэля в значительном удалении от тылового шва последнего (там же, а также на бэлях горной группы Гурбан-Сайхан). Обнажения коренной постели бэля в последних случаях с несомненностью указывают на вовлечение в поднятие подножий хребта и на то, что образование современного предгорного шлейфа происходит на новом относительно более низком уровне и в большем удалении от горных вершин, чем в начальные стадии поднятия.

Другое обстоятельство, свидетельствующее о том, что бэли-пьедесталы не являются только и даже не столько аккумулятивными, сколько тектоническими формами, заключается в том, что даже в сравнительно мелких по своему врезу сайрах пьедестальных гор нередко выходы континентальных юрских, нижнемеловых и особенно верх-

немеловых и палеогеновых отложений. Первые обычно интенсивно дислоцированы. Вторые, верхнемеловые-палеогеновые, либо очень слабо наклонены от гор, параллельно или почти параллельно поверхности бэля, либо обнаруживают местные резкие дислокации. Эти преимущественно красноцветные эпиплатформенные отложения смешанного континентального генезиса (Геология..., 1973) существенно не меняют свой состав и фациальный облик как в удалении от вершинных горных массивов, так и в приближении их к подножьям, что указывает на иную палеогеографию и, конечно, иную палеогеоморфологию этой части азиатской суши в позднем мелу и палеогене. Все сказанное приводит к выводу, что коренная основа пьедесталов — не остаточные массивы денудационного происхождения и не результат обтачивания пролювиальными процессами нижних частей склонов древних «остаточных» возвышенностей, но несомненные и очень выразительные неотектонические поднятия в виде плавных очень пологих преимущественно линейных сводов (arch, dome английских авторов). Вершинные скалистые массивы с всегда ясно обозначенной субгоризонтальной поверхностью, венчающей эти своды, как справедливо указывал В. М. Сеницын (1959), являются горстами. Из всей суммы геологических и морфологических данных следует, что последние не были вовлечены в дифференцированное сводообразование в качестве готовых и тектонически пассивных форм, существовавших в виде менее резко очерченных массивов или, точнее, горных кряжей, еще до начала линейного коробления в позднем неогене — плейстоцене, а являются новейшими формами. Если они и существовали в подобном современному виде в позднем палеогене и раннем неогене (что, вообще говоря, сомнительно по указанным выше причинам — фациальному однообразию платформенного мел-палеогенового чехла), то в качестве потенциальных ядер будущих поднятий, тех стержней или, вернее, тектонических брусьев, которые в начале увлекли за собой прилегающие промежуточные пассивные поверхности эпимезозойской платформы, а затем прорвались наружу в виде «чистых горстов». Таким образом, пьедестальные горы рассматриваемой области следует характеризовать, во-первых, как сложные структурные формы, во-вторых, как минимально искаженные морфоскульптурным рисунком морфоструктуры и, наконец, в-треть-

их, как геоморфологические объекты, прошедшие в своем развитии по крайней мере три стадии развития: первоначальное коробление платформенного чехла, вызванное возмущающим влиянием активных ядер поднятия в фундаменте (плиоцен — эоплейстоцен); протыкание этими ядрами платформенного чехла, его дислокации в зонах разломов близ этих ядер, преобразованных в вершинные массивы (вероятно, ранний — средний плейстоцен); продолжающееся поднятие и расседание вершинных массивов-горстов с образованием новых зон краевого смятия, включающего и раннеплейстоценовые отложения (свита Гошу), и надвигов, как крутых (Гобийский Алтай), так и пологих (Монгольский Алтай), сдвигов и разрывов смешанных типов (верхний плейстоцен — современность).

Что касается отнесения пьедестальных гор к тому или иному структурному типу, то в свете всего изложенного их следует определить как свод-горсты, поскольку ведущим типом деформаций на всех стадиях развития остаются поднятия по близвертикальным разломам.

К аналогичным выводам о тектоническом происхождении бэлей (в виде валов или сводов) Южной и Юго-Западной Монголии пришел также Д. А. Тимофеев (1975б). Этот исследователь рассматривает пьедестальные горы Центральной Азии как выражение первых стадий эпиплатформенного орогенеза.

Изложенная общая схема эволюции пьедестальных гор представляется нам очень близкой к истине. Однако она не учитывает некоторых очень важных деталей горообразовательного процесса, а главное — его общей тенденции, намечаемой именно этими деталями. К этому вопросу мы еще вернемся.

Иную картину мы наблюдаем на большой площади нагорий Хангай и Хэнтей в пределах МНР и во всем Южно-Сибирском горном поясе, для которых плоскогорный геоморфологический стиль остается ведущим. Горы сохраняют свою массивность, но подгорные равнины не имеют столь мощного развития, как на западе и юго-западе Монголии, что непосредственно связано с иным их происхождением. Как неоднократно указывалось в литературе, во всей этой огромной области, лежащей к северу за пределами бессточной собственно Центральной Азии, на скульптуру гор оказывают мощное влияние географические факторы — внешний сток, более влажный

климат, лесостепной и затем, севернее, таежный покров со всеми вытекающими отсюда геоморфологическими следствиями. Ими мы заниматься не будем, поскольку они хотя и непосредственно участвуют в горообразовании, но играют все же резко подчиненную роль.

В последнее время некоторыми авторами начинает забываться очевидное и элементарное положение о том, что хрупкие деформации возникают в каком-либо материале, подвергающемся действию внешних сил, по достижении предела его прочности. И если геологические и тектонические карты гор Южной Сибири и Северной Монголии изображают достоверную (в этом нельзя сомневаться) сетку разломов, то следует помнить не только о том, что она образовалась за громадные промежутки геологического времени, но и о том, что хрупким деформациям, т. е. самим разломам всегда предшествовали деформации пластические или во всяком случае внутренние тенденции земной коры деформироваться пластично и раскалываться только при физической неосуществимости изгиба или смятия. По этому вопросу автор давно выступал в печати (Флоренсов, 1954) и возвращался к нему в последующих публикациях, причем имел поддержку как среди геофизиков (Булмасов, 1968; Зорин, 1966, 1971), так и со стороны геологов, в частности, М. В. Гзовского и В. Н. Даниловича в устных с ними беседах. Уже давно появились высказывания о том, что на больших глубинах механизм образования разломов имеет мало общего с хрупкими деформациями, что там господствуют деформации пластические, отражения которых близ земной поверхности представлены разнообразными разломами. Поэтому автор всегда отстаивал мнение о постоянном сочетании во всех крупных тектонических формах разломов и изгибов, т. е. хрупких и пластических деформаций земной коры. Для последних при наличии сравнительно узких и длинных складкоподобных изгибов земной коры Е. В. Павловским (1948) был предложен термин «аркогенез» (близкий, если не тождественный английскому arching), а В. Н. Даниловичем — линейное коробление. В настоящее время нельзя, конечно, представлять себе подобные геоморфологически выраженные деформации как результат всепроникающего горизонтального давления, так как они (и рассматриваемая горная система дает тому много примеров) имеют разно-

образные, иногда очень значительные размеры, часто изометричны и весьма различно группируются (иногда под прямым углом) и комбинируются. Такими формами, в наибольшей степени сходными со сводами или очень пологими куполами, и являются орографически обособленные нагорья Хангай с его почти изометричными очертаниями и Хэнтэй, отчетливо вытянутый на северо-восток, отдельные крупные, но низкие горные хребты Забайкалья, Байкальский и Восточно-Саянский почти изометричные своды (в интерпретации Н. А. Логачева и др.), громадный сложный свод Алтая и Западного Саяна. Эти обширные по площади и в общем относительно низкие поднятия — вздутия земной коры невозможно представить себе как простые горсты. Это сложные системы горстов и грабен (в приведенном в начале очерка их толковании, как форм относительного поднятия), наложенные на общие выпуклости свода по плану, соответствующему, с одной стороны, форме неотектонической сводовой деформации, а с другой — внутренней очень сложной складчато-разрывной структуре этих крупных областей. Сравнивая эти планы и сетки разломов, имеющих прямое геоморфологическое и, следовательно, горообразовательное значение, нельзя не усмотреть в них определенной, более того — весьма яркой закономерности, — охвата Иркутского выступа Сибирской платформы почти параллельно его контурам упорядоченными системами разрывов с переломом их простираний под тупым углом близ меридиана 105 в. д. Это «обстраивание» южного выступа Сибирской платформы линейными структурными формами ее орографического (отчасти совпадающего и с тектоническим) обрамления давно замечено, описано и послужило основанием для выделения Э. Зюссом Иркутского амфитеатра. Раньше эти структурные формы представлялись как складчатые дуги, теперь они интерпретируются как системы разновозрастных, в том числе неотектонических, разломов, наложенные на овальные или почти изометричные сводовые вздутия, обрамляющие с юга древнюю Сибирскую платформу (Среднесибирское плоскогорье) и Западно-Сибирскую эпигерцинскую платформу, или плиту. В этом, а не только в морфологическом отношении, Южно-Сибирские нагорья составляют как бы единый неотектонический пояс. Вместе с тем нельзя не заметить, что во всей рассматриваемой нами горной ск-

стеме (рамки ее были указаны выше) Алтай занимает несколько особое, гипсометрически «выдающееся» положение. При сложном внутреннем устройстве, каким обладают и другие нагорья той же системы, при наличии внутренних массивов и отдельных альпинотипных хребтов (имеющихся также в Восточном и Западном Саяне Байкальском и Баргузинском хребтах и Кодаре) Алтай отличается особой «морфологической молодостью», наивысшими отметками своих вершин (лежащих, кстати, на общей линии северо-западного простираения с главными вершинами Монгольского Алтая) и наиболее мощным современным оледенением, в чем он как бы противостоит и вместе с тем соответствует Западно-Сибирской плите — мегаструктуре более молодой, чем Сибирская платформа.

Огромную специфику в рельеф описываемой горной системы и в самый механизм здешнего горообразования вносит Байкальская рифтовая зона — система рифтовых долин (или впадин байкальского типа, по терминологии Е. В. Павловского, 1948). Этот вопрос подробно обсуждался во многих работах и особенно подробно и в историческом плане рассмотрен в работе Н. А. Логачева и др. (Нагорья..., 1974). Здесь отметим только главные черты Байкальской зоны.

Во-первых, своим центральным и наиболее древним звеном — впадиной оз. Байкал и окружающими ее резко асимметричными хребтами — эта зона вплотную примыкает к краевому шву Сибирской платформы, а на обоих флангах отклоняется от него, углубляясь на юго-западе и на северо-востоке в область байкальской и раннекаледонской складчатости. Своим положением и главнейшими неотектоническими и морфологическими чертами Байкальская рифтовая зона демонстрирует в разных своих звеньях черты как унаследованности, так и независимости, наложенности по отношению к структурной ткани своего древнего фундамента.

Во-вторых, Байкальская система рифтовых долин и рифтовых гор («плеч»), развиваясь в течение неоген-плейстоцена, оказалась «вложенной» в два крупных сводовых поднятия — собственно Байкальское и Восточно-Саянское (к которому тяготеют также Хамар-Дабан и Западное Прихубсугулье), которые, однако, не предшествовали образованию рифтовых долин, а создавались одновременно с ними. При этом крупнейшая рифтовая струк-

тура — впадина оз. Байкал — находится на перемычке между обоими сводовыми поднятиями, как бы соединяя их своим древнейшим и глубочайшим звеном — Южно-Байкальской котловиной (Нагорья..., 1974).

Плечи рифтовых долин или рифтовые горы — не что иное как обрывы высоких плоскогорий в сторону депрессий, обусловленные сбросами, преимущественно эоплейстоценового и ниже-среднеплейстоценового возраста, сравнимые по геологическому возрасту с пьедестальными горами Монголии. Повсеместно выражена диссимметрия рельефа: крутые борта впадин и их наибольшие глубины примыкают к более крутым и высоким склонам обрамляющих их хребтов.

Плосковершинный стиль гор, массивность их очертаний нарушаются почти исключительно при соседстве с рифтовыми впадинами. Альпинотипные черты местами свойственны обрамлению этих последних, а также межгорных впадин неясного генезиса в Саяно-Тувинском нагорье и, как и повсюду вообще, обусловлены интенсивной эрозией и горно-ледниковой денудацией (рис. 2). За пределами таких альпинотипных цепей и хребтов, абсолютная высота которых нигде не превосходит 3000—3500 м, господствуют плоские и мягковолнистые вершинные поверхности — гольцовые сарамы.

Развитие косых подгорных равнин подчинено совершенно иным закономерностям, нежели в пьедестальных горах Южной и Западной Монголии. Во внерифтовой зоне, т. е. на остальной площади рассматриваемой территории, подгорные равнины формировались и продолжают формироваться исключительно за счет сносимого с гор обломочного материала. При господствующем горстовом типе крупных возвышенностей характер прислонения подгорных равнин к коренным склонам местами еще более резок, нежели у пьедестальных гор. В соответствии с аккумулятивным происхождением тела подгорных равнин выходы на них выступов коренных пород являются редкостью и носят останцовый характер. Массы пролювия, выносимого из гор в условиях гумидного климата и летнего максимума осадков, огромны, и их тонкие фракции достигают самих центральных частей рифтовых долин. Однако интенсивное развитие подгорных равнин для последних вообще не характерно, что связано с энергичными тектоническими движениями по их краям. Так, подгор-



Рис. 2. Рифтовые альпинотипные горы. Хребет Кодар.

ные равнины практически отсутствуют в основании наиболее свежих вдольбросовых уступов, как это имеет место, например, на значительных отрезках северо-западного борта впадины оз. Байкал. На остальной внерифтовой территории и вне зоны древнего оледенения аккумулятивные подгорные равнины вместе с выпуклыми (главным образом) склонами и плоскими водоразделами формирует зрелый среднегорный рельеф с неизменным преобладанием массивных форм.

Мы кратко охарактеризовали общий структурный тип и главнейшие морфологические черты нагорий Южной Сибири и Монголии и увидели, что их массивность, как некоторый характеристический признак, связана и с тем и с другим, т. е. с морфологией и со структурой. В то же время на фоне такого общего «униформизма» в них довольно легко и далеко не только по комплексным ландшафтно-географическим признакам выделяется два подтипа: 1 — пьедестальные и 2 — лишенные настоящих неотектонических пьедесталов собственно глыбовые или

блоковые (горстовые) горы, отличающиеся слабым развитием подгорных равнин, как бы приземистостью, для которых, возможно, было бы удобно название «сибиретипных». Как известно, термин «сибиретипный» уже применялся в геологической литературе для обозначения пространенных в Сибири форм глыбовой тектоники, близкой, но не тождественной «германотипной» тектонике европейских авторов. Перенесение этого названия на структурно-морфологический тип описываемых гор, учитывая их географическое положение и приведенную выше характеристику, по-видимому, вполне возможно. При этом следует, впрочем, иметь в виду два обстоятельства. Если принять термин «сибиретипный» в предложенном смысле, то мы должны отнести именно к этому типу большую часть нагорья Хангай — его внутреннюю часть, восточную и юго-восточную периферию, а также целиком нагорье Хэнтэй. Напомним, что автор тридцать лет назад выделил Хэнтэй-Даурское сводовое поднятие как одну из главных неотектонических структур в восточной части рассматриваемой области (Флоренсов, 1948). Целостность этой морфоструктуры, иногда обозначаемой не совсем точно как горный хребет, не вызывает сомнения у современных исследователей и, между прочим, подтверждена гравиметрически (Зорин, Сизиков, 1965). Следовательно, два крупных нагорья Северной Монголии — Хангай и Хэнтэй — в таком понимании должны быть отнесены к сибиретипным горам. Нельзя при этом не отметить, что и в географическом отношении оба эти нагорья как горные лесостепные ландшафты занимают промежуточное положение между таежной зоной Сибирского Севера и зоной сухих степей и полупустынь юга Монголии.

Второе обстоятельство или существенная оговорка к представлению о известном единстве Монголо-Сибирской горной системы — это региональные структурно-морфологические отличия, которые, естественно, тоже имеют место, часто довольно существенны, придают отдельным элементам как пьедестальных, так и сибиретипных гор некоторую естественную индивидуальность и могут быть основанием для их разделения на подтипы или классы более высокого порядка. Принимая во внимание эти оговорки и имея в виду, что северо-западная и западная периферии нагорья Хангай представлены переходными к пьедестальным или настоящими пьедестальными горами,

мы как будто сводим на нет представление о целостности Монголо-Сибирской горной системы, тем более, что разным ее частям свойственны различные механизмы горообразования (Флоренсов, 1965а). Ниже мы увидим, что это не так.

Очень важным, быть может, наиболее важным геоморфологическим критерием различий между орографически обособленными частями Монголо-Сибирской горной системы, могли бы явиться поверхности выравнивания. Эти замечательные поверхности, широко распространенные в рельефе всей планеты, как известно, во многом остаются загадочными, хотя им посвящено множество работ, в том числе материалов специальных научных совещаний, монографий и сборников. Ни у кого нет сомнений в том, что поверхностями выравнивания отмечены завершения длительных геоморфологических циклов, прерванных уже во время далеко зашедшего денудационного выравнивания. От них ведет свое начало идея о едином пенеппене, эндо- и экзодеформации которого привели к образованию современного глобального рельефа материков. С образованием таких поверхностей связано формирование кор глубокого выветривания и концентрация гипергенных ископаемых, а промежутки времени, относящиеся к образованию крутосклонных форм рельефа между двумя смежными поверхностями выравнивания, по общему мнению, соответствуют эпохам ускоренных тектонических движений.

Важнейшим событием последних лет явилось составление под руководством И. П. Герасимова и А. В. Сидоренко для всей территории СССР «Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания». В итоге этой огромной работы удалось выделить основные этапы выравнивания, провести широкую корреляцию поверхностей выравнивания в разных областях с эпохами образования кор выветривания (Горелов и др., 1970; Горелов, 1971, и др.). Для рассматриваемой в этом очерке площади (в пределах СССР) основными этапами выравнивания и корообразования были мезозойский (преимущественно для Алтая), верхнемезозойско-палеогеновый и неогеновый, причем созданные в течение этих этапов поверхности испытали значительные тектонические деформации, в целом ослабевавшие от древних этапов к молодым, и глубокое, соответственно также неравномерное, экзогенное расчленение.

Что касается монгольских нагорий, то о поверхностях выравнивания на них имеются только отрывочные сведения. В настоящее время ведется составление общей геоморфологической карты для всей территории Монголии и уделяется специальное внимание также поверхностям выравнивания. Однако для их сопоставления данных еще недостаточно. Можно лишь предполагать наличие во всех монгольских нагорьях остатков предпозднемиоценовой, позднемиоценовой-раннепалеогеновой, олигоценовой и, вероятно, миоцен-плиоценовой поверхностей выравнивания и связанных с ними кор выветривания. Морфологически очень ясно выраженные уровни денудационного выравнивания автор наблюдал в горах Монгольского и Гобийского Алтая (например, три уровня в горах Гурбан-Сайхан). Е. В. Девяткин указывает на широко распространенную по южной окраине Хангая и полого снижающуюся к югу поверхность выравнивания, покрытую платформенными красцветами среднего — верхнего олигоцена (Девяткин, 1974). На многочисленные фрагменты поверхностей выравнивания в Хангае и Гобийском Алтае указывают также Н. А. Корина, В. П. Чичагов, Д. А. Тимофеев (устные сообщения).

Сопоставление фрагментов поверхностей выравнивания для обширных площадей связано, как известно, с большими трудностями. Данные о их числе, абсолютных высотах и интервалах колебания последних во многих случаях оказываются разными для одной и той же площади у разных авторов, как это нередко имеет место также и с речными террасами. Как известно, высокие поверхности выравнивания гораздо реже, чем террасы, несут сингенетичные им отложения, которые тем самым мало или редко служат задачам корреляции этих поверхностей. Здесь мы напоминаем об этом для того, чтобы показать, что установление с помощью поверхностей выравнивания единства или, напротив, разнородности и геоморфологической самостоятельности даже соседних нагорий — задача очень трудная. В самом деле, если принять, что в основе генезиса поверхностей выравнивания лежат те или иные экзогенные процессы, стремящиеся, естественно, привести земную поверхность к той или иной уровневой поверхности гравитационного поля, а различие в высоте этих поверхностей — следствие прерванности их развития прежними механизмами на прежнем уровне,

вызванное тектоническими поднятиями, то при попытках морфологической корреляции необходимо допустить, что на больших и очень больших пространствах амплитуда таких поднятий была одинаковой или очень близкой. В нашем случае относительно небольшой разницы в средней да и в максимальной абсолютной высоте нагорий успех таких сопоставлений весьма сомнителен. Три уровня высот выровненных поверхностей материков как свидетельства пережитых сушей трех геоморфологических циклов, по С. К. Горелову и др. (1970) и И. П. Герасимову (1974), несомненно существуют и в Монголо-Сибирской горной системе, но интервалы их высот слишком велики для подобных местных сравнений и корреляций. Главное же заключается в том, что какую бы концепцию развития Земли ни принять (контракцию, расширения общего или частичного, новую глобальную тектонику), характер, а главное — масштаб динамических взаимоотношений верхней мантии и земной коры не может быть совершенно одинаковым и равным по вертикальной амплитуде ни в глобальном, ни в региональном плане и, следовательно, создание блоково-сводовых и сводовых нагорий, происходящее за счет подтока под земную кору разуплотненного вещества снизу, также не может быть повсюду одинаковым. Для широких корреляций поверхностей выравнивания даже при наличии морфологического и гипсометрического их сходства нужны еще надежные лито-биостратиграфические данные.

Таким образом, не отрицая важности теоретического, а во многих случаях и практического интереса сопоставлений поверхностей выравнивания и поисков их исторических связей, мы пока не можем опираться на них, как на главный критерий единства времени, темпа и ритма горообразования в разных областях. Не менее важно, несомненно, сопоставление фрагментов поверхностей выравнивания в пределах одного нагорья, хотя и в этом случае более вероятна диссимметрия последнего по этому признаку. Однако, будучи констатирована, она сама явится очень важным свидетельством диссимметрии процесса горообразования (см. выше очерк «О симметрии в геоморфологии»).

Мы полагаем, что с усовершенствованием морфометрических характеристик рельефа будут найдены более точные морфометрические же методы корреляции фраг-

ментов поверхностей выравнивания, но даже и за доказательствами одно- или разновысотности их все же останется много неясностей. «Геоморфологическая стратиграфия» даст свои плоды только при значительно более высокой степени унификации методов геоморфологического исследования и картирования, чем применяемые разными исследователями в наши дни. Единственно правильный путь уже указан — комплексное изучение как самих поверхностей, так и остаточных накоплений на них.

В итоге мы можем только констатировать, что большая фрагментарность распространения поверхностей выравнивания в Монголо-Сибирской горной системе и очень слабая геоморфологическая изученность территории Монголии, к сожалению, пока не позволяет применить соответствующий метод для сравнения отдельных нагорий по этому признаку. Это интересная задача будущего.

Плоскогорность местных геоморфологических ландшафтов и массивный тип гор стоят как будто в противоречии со всем вышесказанным. Ведь плоские поверхности массивных гор сами суть не что иное, как поверхности выравнивания, и именно в этой горной системе их корреляция, казалось бы, может дать особенно интересный результат. К сожалению, это не так — выровненные поверхности (площадки) здесь имеют весьма разнообразный генезис и возраст. Остановимся кратко на этом вопросе.

Каждый наблюдатель, оказавшийся на платообразной поверхности Южно-Сибирских или Северо-Монгольских гор, чувствует себя попавшим словно в иной мир, удалось ли ему приземлиться здесь с помощью вертолета или подняться до бровки склона из глубокой долины — настолько велик контраст с обычными крутосклонными формами горного рельефа. При этом обычно отсутствуют какие-либо геологические данные о происхождении подобных поверхностей. Искусственное вскрытие поверхностного слоя также не проливает свет на этот вопрос, так как слой, как правило, представлен маломощным щебенчатым элювием. Иногда, впрочем, это легкий суглинок или грубая супесь, на альпийских лугах мелких ложбин прикрытые тонким почвенным слоем. Вместе с тем нельзя преодолеть впечатление, что перед нами очень древняя поверхность денудационного выравнивания, еще нетронутая эрозионным расчленением, поверхность не только сохранившаяся и продолжающая сохраняться, но и медлен-

но развивающаяся в том же направлении. Этому способствуют морозные процессы, эоловый фактор, местами заболачивание, интенсивное физическое выветривание. Морфология таких вершинных поверхностей отвечает теоретическому представлению о пенеплене, но динамически скорее соответствует плоскостному сносу при педипланации.

В исторической основе платообразных поверхностей в описываемой области лежит несомненно длительная континентальная подготовка Внутренней Азии к неоген-четвертичному горообразованию и слабая дифференцированность и медленность движений земной коры в предэоценовое время. Особый случай представляют вершинные лавовые плато, где морфология является прямым отражением близгоризонтальной структуры наслоений, образованных базальтовыми потоками и покровами. В основании лавовых толщ местами обнаружены аллювиальные галечники и мелкозернистые озерно-болотные мио-плиоценовые отложения (Восточный Саян, Хамар-Дабан), а морфология подошвы базальтовых покровов там, где ее удалось реконструировать (Нагорья..., 1974), свидетельствует о том, что миоплиоценовые базальтовые лавы изливались на поверхность далеко не равнинную. При большой мощности лавовой толщи (до 400—600 м) первичные неровности рельефа были погребены, а над ними сформировались плоские лавовые плато. Такой механизм образования вершинных поверхностей имел место и в Прибайкалье (в Байкальской рифтовой зоне и на ее периферии), и в монгольских нагорьях, как в Прихубсугулье, так и за его пределами. Но ему нельзя придавать значение основного фактора выравнивания современных водораздельных высот, так как, с одной стороны, большинство остатков (если это остатки, а не продолжающие свое развитие, подобно педиментам, формы рельефа) поверхностей выравнивания находится за пределами лавовых полей, а с другой — сами лавовые плато расположены на разных, порой незначительных высотах (плато Витимское, Дариганга, плато к востоку от оз. Угэй-нур на южной периферии нагорья Хангай).

Вулканическое происхождение платообразных поверхностей гор — все же только частный и довольно редкий случай в рассматриваемой области. В основе же этого типического явления (массивности гор), несомненно, ле-

жит региональное выравнивание и обусловивший его платформенный режим, который предшествовал новейшему горообразованию. По отношению к территории Южной Сибири наиболее распространено мнение о дат-палеогеновом возрасте эпохи выравнивания и горообразования, а для отдельных частей Сибири и Монголии указываются более узкие его рамки, в общем тяготеющие к олигоцену. С таких позиций горы Монголо-Сибирской системы должны квалифицироваться как возрожденные эпиплатформенные. Несомненно также, что степень выровненности исходной поверхности была очень неодинакова в разных районах, и геологическая неоднородность докайнозойского субстрата в морфологии этой поверхности играла весьма большую роль.

Перейдем теперь к основной задаче настоящего очерка — проблеме механизмов и условий горообразования на примерах Южной Сибири и Монголии, знакомых автору по личным многолетним наблюдениям. Выше мы уже касались относящихся к этой теме отдельных вопросов, но наши рассуждения носили слишком общий характер и базировались во многом на общепринятых представлениях. Они помогли представить общий фон — географические рамки и главные, выраженные в современной морфологии структурные черты арены горообразования, на которой в течение неогена-антропогена сформировались нагорья, лежащие на северной периферии высокой Центральной Азии. Более конкретных и тем самым более частных вопросов, относящихся к этой проблеме, мы касались раньше (Флоренсов, 1965а), им же позже уделил специальное внимание Е. В. Девяткин (1974). Но ни тот, ни другой автор не располагали новыми геофизическими материалами, которые, как увидим ниже, довольно неожиданно пролили свет на проблему горообразования этой области в целом.

Автор в 1965 г. указал на морфологическую общность нагорий Южной Сибири и Центральной Азии¹ и в то же время выделил для этой территории два типа горообразования — байкальский и гобийский, отличающиеся как характером силового поля в земной коре, так и направлением развития: в первом доминирует тенденция к расшире-

¹ По Ю. А. Мещерякову (1972), сюда войдут геоблоки Алтае-Саянский и Байкало-Становой, но с их продолжениями на территории Монголии.

нию межгорных рифтовых впадин за счет их горного окружения, во втором, напротив,— тенденция к расширению площади горного рельефа за счет межгорных понижений. Е. В. Девяткин добавил к этим типам «хангайский» и «алтайский» типы горообразования, выделяемые им по морфологическим и структурным параметрам без учета, за исключением данных, динамической стороны, и совершенно справедливо присовокупил к ним в качестве особого генетического и морфологического типа новейших структур крупные, слабо прогнувшиеся впадины Северо-Восточной Монголии (Девяткин, 1974, стр. 195). Последним было присвоено название впадин «чойбалсанского» типа. Логичность такого присовокупления несомненна, поскольку в указанной работе Е. В. Девяткин перечисляет основные типы новейших структур Монголии, а впадины, если доказано одновременное и параллельное их развитие с возвышенностями, сами являются «отрицательными» элементами гор. Вместе с тем, как мы надеемся показать ниже, обширные впадины восточной, да и всей остальной территории Монголии за исключением Прихубсугульских, не могут быть признаны активными (скорее пассивными, производными) элементами неоген-четвертичного горообразования. Поэтому мы ограничимся рассмотрением его байкальского, гобийского, алтайского и хангайского типов.

Такое рассмотрение, как это ни кажется странным, возможно осуществить с актуалистических позиций, т. е. из наблюдения современных явлений. Мы имеем в виду сейсмологические и другие геофизические данные.

Гобийский тип горообразования был впервые изучен в Гобийском Алтае, в горной группе Гурбан-Богдо в связи с детальным обследованием эпицентральной зоны катастрофического землетрясения 4 декабря 1957 г. Геологическая и геоморфологическая обстановка этой зоны подробно описана в коллективной монографии (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963) и в ряде статей (Солоненко, Тресков, Флоренсов, 1960; Флоренсов, 1965а; Солоненко, 1960, 1962 и др.). Тем не менее научные материалы, собранные двадцать лет назад, продолжают оставаться интересными во многих отношениях, хотя геоморфологическая и тектоническая изученность территории Монголии с тех пор резко возросла. Наши первые выводы подверглись проверке и в большинстве своем подтверждены.

Горы Гобийского Алтая и, в частности, среднее звено этой горной цепи группа Гурбан-Богдо имеют резко выраженный пьедестальный тип: их массивные тела с уплощенной вершинной поверхностью как бы насажены на мощные бэли, которые, в свою очередь, опираются на подгорные низины Долины Озер. В эпицентральной зоне оказалось несколько таких пьедестальных массивов, лежащих на общем запад-северо-западном простирании всей цепи. Объединяющей их структурой является Долиноозерский разлом, при землетрясении проявивший себя как левосторонний сдвиг и трассировавшийся вдоль северных подножий горной цепи на протяжении свыше 270 км. Помимо главного разлома — сдвига, при землетрясении возникла сложная и густая сеть сопутствующих продольных разрывов по обе стороны высочайшего горного массива Ихе-Богдо, причем подавляющее большинство новообразованных сейсмических разрывов протянулось по верхней части бэлей, параллельно их тыловым швам.

Исключительно интересной оказалась морфология бэлей. На переходе вершинных массивов, сложенных в той или иной степени метаморфизованными парапородами, гранитоидами и небольшими массивами гипербазитов герцинского возраста, в подгорные массивы бэли местами образованы бедлендами на красноцветных отложениях верхнего мела и палеогена. В других местах, при отсутствии таких бедлендов, на бэлях возвышаются сравнительно низкие продольные гряды, отделенные от тыловых швов бэлей значительными пониженными пространствами. Такие гряды против северных склонов Ихе-Богдо и Бага-Богдо сложены дислоцированными отложениями раннего плейстоцена (свита Гошу). Первые упоминания о них с указанием на то, что эти предгорные гряды сложены дислоцированными отложениями конусов выноса гор, от подножья которых они в настоящее время удалены, принадлежат Берки и Морису (Berkey a. Morris, 1927). В. П. Солоненко и автор предложили для них название «форберг». Их изучение показало, что состав гряд весьма различен: от метаморфических и вулканогенных пород палеозоя до юры, верхнего и нижнего мела, палеогена и даже раннего плейстоцена, и таким образом форберги связаны с основным горным массивом, на бэле которого они выступают (рис. 3), каким-то особым механизмом. Понять его позволили,

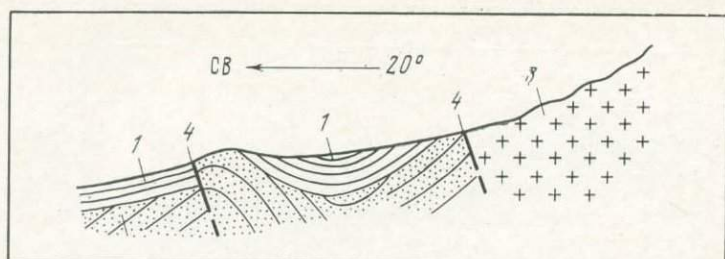


Рис. 3. Разрез через форберг Гошу в северном подножье гор Бага-Богдо, Гобийский Алтай (по Н. А. Логачеву)

1 — пролювиальные отложения свиты Гошу (ранний плейстоцен); 2 — песчано-глинистые отложения свиты Хунг-Курз (плиоцен); 3 — сиениты и граносиениты герцинского возраста; 4 — надвиги

во-первых, геоморфологические данные. Все без исключения, как малые, так и крупные и имеющие разный геологический состав форберги (местное название «дзэргэлэ», что означает «мираж») на бэлях Гурбан-Богдо прорезаны поперечными сайрами, верховья которых уходят к тыловому шву бэлей и в горные долины, уходящие в свою очередь в вершинные массивы, так что продольное тело форберга оказывается разрезанным на несколько частей. При этом сайры не меняют ни своего направления, ни продольного уклона при пересечении форбергов, имеют транзитный характер и являются, таким образом, antecedentными. Во-вторых, раннеплейстоценовый возраст отложений, из которых состоят некоторые форберги (Долои-Туру в северном подножье Ихе-Богдо, Гошу в северном подножье Бага-Богдо), их складчатые дислокации и наклоны под горный массив, а также разрывы типа крутых надвигов с падением сместителей также под горные массивы, т. е. навстречу общей покатости бэлей, составляют геологическую базу для дальнейших суждений. Сказанное с несомненностью указывает на тектоническую природу форбергов. В-третьих, что подчеркивалось автором и В. П. Солоненко в прежних публикациях, сейсмические разрывы при землетрясении 1957 г., следуя общему фронту гор, по приближении к форбергам отклонялись в сторону подгорных низин, выступали на бэль в виде фестонов и в виде крутых (60—70°) надвигов охватывали форберги по их нижнему краю.

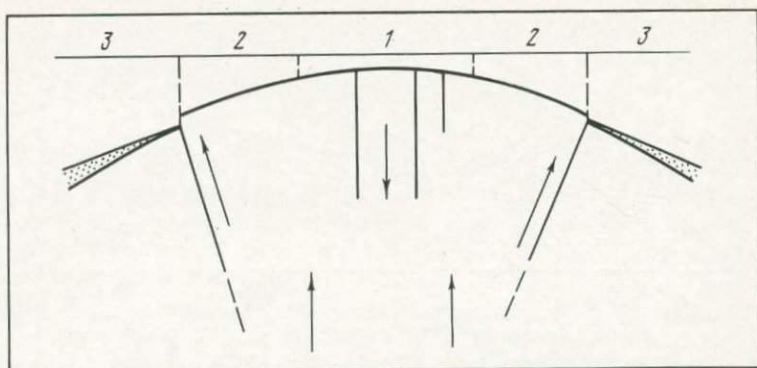


Рис. 4. Схема образования «клины выпирания» при гобийском типе горообразования (надвиги, симметрично развивающиеся на крыльях свода, вызывают образование замковых сбросов).

1 — зона вершинного плато; 2 — зона бедлендов и форбергов; 3 — горный пьедестал (бэля). Стрелки показывают направление движения

Приведенные соотношения изображены на рис. 4. Отсюда следуют непреложные выводы: 1 — форберги и надвиги, срезающие их нижний край, выявляют истинные структурные границы горных массивов, скрытые под аккумулятивным чехлом бэля; 2 — бэли не являются насыпными образованиями, пассивно прислоненными к центральному «коренному» массиву, а действительно представляют собой структурный пьедестал; 3 — судя по морфологической молодости и активному росту форбергов до наших дней (как это показало Гоби-Алтайское землетрясение), пьедесталы гор Гурбан-Богдо продолжают разрастаться под воздействием эндогенных сил как вверх, так и вширь. Эти выводы, в свою очередь, показали, что форберги в том виде, в каком они наблюдались в горах Гурбан-Богдо, наиболее информативные неотектонические морфоструктуры Гобийского Алтая.

Последующие кратковременные наблюдения автора на самой северной окраине Центральной Азии — на южных склонах хребта Танну-Ола, на бэле которого также были обнаружены типичные форберги в разных стадиях развития, привели к возможности выделения специфического гобийского типа горообразования (Флоренсов, 1965а), характеризующегося тенденцией к расширению

сферы горного рельефа вверх и вширь за счет прилегающих подгорных низин и в результате выдвигания по надвигам клиньев субстрата, слагающего пьедесталы гор, и формирования таким путем форбергов. Позже автору удалось провести на базе Советско-Монгольской экспедиции АН СССР и АН МНР наблюдения на восточной окраине, в центральной и северо-западной части Хангая, в горной группе Гурбан-Сайхан, в котловине Больших Озер и в северной части Монгольского Алтая. Эти наблюдения позволили не только подтвердить прежние выводы, но и расширить географическую сферу их применения. Прежде чем перейти в эти другие районы Монголии, необходимо еще раз вернуться в Гобийский Алтай, чтобы лучше представить себе механизм гобийского типа горообразования.

В итоге сейсмических исследований было выяснено, что землетрясение 1957 г. было в известной степени унаследовано от предыдущего неотектонического развития гор Гурбан-Богдо (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963). В глубоких долинах, прорезающих склоны массива Ихе-Богдо, обращенных на юг и на север (и опоясанных сейсмическими разрывами), были обнаружены деформации продольных уровней долинных террас, сближающихся к устьям долин и, соответственно, расходящихся к верховьям, и это обстоятельство, естественно, было истолковано, как следствие медленного и прерывистого сводового изгиба, происходившего в течение среднего (?) — верхнего плейстоцена и запечатленного в деформациях трех террас. Позже пологий сводовый изгиб массива Ихе-Богдо, а также других хребтов Гобийского Алтая — Баян-Цаган-нуру, Арц-Богдо и Гурбан-Сайхан был подтвержден наблюдениями Т. В. Николаевой (1971). Далее было обращено внимание на то, что при некоторой общей диссимметрии массива Ихе-Богдо, т. е. более крутом и коротком северо-восточном и более пологом и длинном юго-западном его склонах, форберги плио-плейстоценового возраста расположены почти симметрично относительно оси массива и столь же симметрично они обрезаны с внешних сторон крутыми новообразованными при землетрясении надвигами с одинаковым наклоном их сместителей навстречу друг другу (около 70°) и с почти одинаковыми (в единицы метров) амплитудами. В вершинной, почти идеально плоской части того же массива образова-



Рис. 5. Форберг в подножье хребта Алаг-Хайрхан (Монгольский Алтай), сложенный метаморфическими сланцами и основными эффузивами девона. Фото С. Д. Хилько.

лись вертикальные сбросы, расклевывшие наиболее растянутую замковую часть свода. В итоге была построена модель (см. рис. 4) и предложена следующая интерпретация всех перечисленных выше фактов: 1 — сводовый изгиб, слагавшийся из отдельных импульсов; 2 — перенапряжение на изгибе и образование «клина выпирания», возможно начавшееся на глубине очага землетрясения; 3 — расползание верхней части «клина» под воздействием выпирания, использовавшего поверхности крутых надвигов; 4 — образование осевых сбросов и трещин раздвигов, как прямое следствие растяжения замка свода при выпирании клина.

Предложенная механическая, точнее — кинематическая модель почти непосредственно (с помощью сейсмодислокаций) наблюдаемого эпизода в горообразовании и сейчас представляется нам наиболее вероятной. В ее пользу говорит и симметрия элементов и форм движения на крыльях свода и тот факт, что именно напротив Ихе-

Богдо, самого высокого массива в Гобийском Алтае, сейсмический левосторонний сдвиг, достигавший против межзвеньевых понижений (седловин) общей горной цепи амплитуды почти 9 м, трансформировался в надвиг, которому соответствовал обратный надвиг на другой стороне хребта. Таким образом, на фоне общей диссимметрии Ихе-Богдо (северный склон круче и короче южного) фюрберги и надвиги по их фронту демонстрировали зеркально-симметричные отношения.

Из приведенных данных следует, что далеко зашедший сводовый изгиб может разрешаться образованием «клина выпирания», выталкиваемого вверх при помощи краевых надвигов. По-видимому, именно такой «гобийский» механизм горообразования породил и продолжает порождать пьедестальные горы и родственные им образования в других районах Центральной Азии, для которых типичны не сбросы, а краевые надвиги на близ- и нижележащие поверхности, не исключая и наружной земной поверхности, играющей во время сильных землетрясений свою самостоятельную «структурную» роль.

Как и следовало ожидать, фюрберги как переходные формы от горных возвышенностей пьедестального типа к днищам межгорных впадин представляют собой своего рода ключ к пониманию новейших движений, создавших горный рельеф рассматриваемого типа. В связи с выясненными работами автора, С. Д. Хилько и Е. В. Девяткина широким распространением фюрбергов среди гор Западной Монголии, а также разнообразием их возраста при сходной морфологии, остановимся на их характеристике более подробно.

Морфологически фюрберги — это холмистые или, реже, низкогорные гряды, разделенные сайрами на отдельные отрезки, всегда параллельные основным горным возвышенностям, своеобразные морфоструктурные авангарды которых они представляют. В одних случаях фюрберги удалены от тылового шва базей на значительное расстояние — до нескольких километров — и внешняя связь со склонами главного хребта или массива у них отсутствует. Таковы, в частности, фюрберги подножий гор Гурбан-Богдо и других частей Гобийского Алтая. В других случаях фюрберги отделяются от самих коренных склонов, но затем выстраиваются в линию, параллельную или субпараллельную этим склонам. Таковы фюрберги в подножьях

гор Цаган-Шибэту и Танну-Ола, имеются они и в других местах (рис. 5).

Вторая особенность — различные размеры фюрбергов от нескольких сот метров до 20—30 км и более. Иногда это просто цепочка низких плоских или округлых холмов и даже бугров, иногда же хорошо оформленная горная гряда, при наблюдении со стороны подгорной низины производящая даже впечатление небольшого «передового» хребта. Таков уже упоминавшийся фюрберг между озером Урёк-нур и хр. Цаган-Шибэту, а также фюрберг в восточном подножье массива Джаргалант-нуру (оба в Монгольском Алтае) и др. При кулисообразном размещении отдельных параллельных хребтов и гряд, крайние из них (приближенные к низинам) играют роль фюрбергов по отношению к внутренним (Гурбан-Сайхан).

Третья особенность — как правило асимметричная форма в поперечном профиле фюрбергов. Их склон, обращенный в сторону подгорной низины, т. е. по уклону бэля, более крут, что находит простое объяснение в структуре фюрберга, как своеобразной надвиговой чешуи.

Четвертая морфологическая особенность, выдающая относительную зрелость или молодость описываемых морфоструктур — наличие или отсутствие террас на отрезках сайров и долин при прорезании ими тела фюрберга. В большинстве наблюдавшихся автором фюрбергов таких террас нет вообще. Но, с другой стороны, в Монгольском Алтае при выходе р. Хархира из хр. Хархара-ул и прорезании ею мощного фюрберга отчетливо выражены три террасы (верхняя до 30—40 м высотой), сложенные горным валуно-галечным аллювием, причем на вершинах самого фюрберга, образованного породами вулканогенного девона, еще сохранились остатки подобного же аллювия на отметках 100—150 м над уровнем р. Хархира.

Приведенный материал свидетельствует, что фюрберги развивались стадийно и что по комплексу признаков среди них могут быть выделены относительно древние, подобные только что описанному, и очень молодые, еле обозначенные в рельефе. К последним нужно отнести цепочки холмов и едва заметных выпуклостей на бэле хр. Танну-Ола, отодвинутые от коренных склонов хребта на 5 км и более, и сложенные из осадков верхнеплейстоценового пролювиального плаща, покрывающего, как видно в соседних оврагах, дислоцированные отложения

фаунистически датированного эоплейстоцена. Как видим, среди новейших морфоструктур форберги являются действительно наиболее информативными.

Все вышесказанное подтверждает мысль о том, какую ценность представляют бэли и форберги при геолого-геоморфологическом изучении гор Западной Монголии и как с их помощью можно выяснить кинематическую картину горообразования в этой области. Сущность последнего заключается, таким образом, в том, что в геоморфологическом отношении происходит экспансия гор в сторону и за счет подгорных низин, а в геологическом — переустройство эоплейстоценовых предгорных прогибов, как бы всасывание их в поднятия, в то время как новые — плейстоценовые предгорные прогибы мигрируют все дальше от главных центров поднятия в сторону впадин.

Данные других исследователей расширяют и уточняют эти представления. Так, Д. А. Тимофеев (1975б) считает, что не менее важной, чем форберги, новейшей морфоструктурной чертой пьедестальных гор Южной Монголии являются «интерберги». Этим названием предлагается обозначать характерный густо расчлененный рельеф, возникающий на перемычках между соседними (по простиранию) сводовыми хребтами и свидетельствующий о начавшемся, еще не законченном объединении таких хребтов в более крупные и протяженные своды-хребты. Таким образом, если форберги характеризуют процесс разрастания сводовых поднятий вширь, то интерберги свидетельствуют о срастании этих поднятий в длину, что в конечном счете ведет к превращению пьедестальных гор в типичные «зрелые» возрожденные горы (Тимофеев, 1975б). В качестве последних указывается Монгольский Алтай, в котором, по наблюдениям автора и С. Д. Хилько, все же нередки характерные морфоструктурные элементы пьедестальных гор.

Перейдем теперь ко второму типу горообразования в рассматриваемой области, названному нами «байкальским» (Флоренсов, 1965а). При нем также возникают массивные горы, хотя механизм горообразования существенно отличается от вышеописанного. Этот механизм можно назвать «остаточно-горстовым», действующим, по-видимому, как самостоятельно, так и в сочетании с общеизвестным сводовым механизмом. В цитированной выше нашей работе предлагалась схема этого процесса, в кото-

ром главную роль играет пара «горст — грабен», развивающаяся на фоне обширного поднятия или обширной плоской антеклизы (с ними сравнивались новейшие поднятия Тянь-Шаня, Алтая, Саяна, Байкальского нагорья, Хангая и др.). Указывалось на примерах относительно хорошо изученных сводовых поднятий, таких как Восточно-Африканский, Байкальский, Шварцвальд — Вогезы, что с самого пачала, а возможно и несколько раньше воздымания, в центральных их частях возникают плоские и обычно вытянутые в плане прогибы, которые затем углубляются, структурно видоизменяются, преобразуясь в грабены, тогда как и сами своды растут в эти поздние стадии особенно быстро. Таким образом, на ранних стадиях процесса неглубоким (в поверхностном их выражении) прогибам соответствуют низкие горы или холмогорья, лишь территориально размещенные в контуре сводового поднятия, которое, как единая общая выпуклость, еще не оформлено. Существовало даже мнение, что горы, окружающие Байкал, моложе, чем впадина самого Байкала (Ламакин, 1968). Это верно только в том смысле, что первоначальные, олигоцен-миоценовые (до раннеплиоценовых) прогибы, существовавшие в то время на месте Байкала, не имели высокого горного окружения, подобного современному. Палеогеоморфологические данные показывают, что существованию древних плоских прогибов здесь соответствовали низкие горы по их окраинам, так же, как современным глубоким (как по отметкам опущенного фундамента, так и по гипсометрии поверхности дна) впадинам-грабенам соответствуют соседние высокие и местами альпинотипные горы. Далее, в той же статье я писал, что при достижении поднятиями максимальной, так сказать, критической величины, в действие вступают гравитационные сбросы, что при плоском поднятии (в качестве которого указывалось Северо-Байкальское нагорье) возникают преимущественно окраинные сбросы и их производные — грабены, тогда как при отчетливо выраженном сводовом криволинейном поднятии, не разрешившимся образованием клина или клиньев выпирания, в замковой части возникают продольные сбросы и осевые впадины, как это следовало из классической схемы Х. Клооса и иллюстрировалось грабенами Восточно-Африканского рифта и системой впадин Байкальского типа. При этом на уровне опущенных блоков по их краям, т. е. сбросо-

вым ограничениям, формируются более или менее выразительные горные ландшафты.

В настоящее время эта модель горообразования «байкальского» типа должна быть несколько видоизменена, поскольку при отсутствии существенного роста геологических знаний по Прибайкалью, в последние годы сильно возросла его геофизическая изученность. Главнейшим итогом явился вывод, основанный вначале на косвенных данных (Зорин, 1971), несогласовавшихся с представлениями об утолщении земной коры под Байкалом (Булмасов, 1959, 1968), а затем и на данных глубинного сейсмического зондирования (Пузырев и др., 1974), о том, что кора под Байкалом не только не утолщена, а заметно утонена по сравнению с Предбайкальем, где соприкасаются Байкальское нагорье и Среднесибирское плоскогорье.

Изучение механизма очагов землетрясений, максимум которых совпадает с зоной впадин байкальского типа, показало, что в этих очагах преобладают близгоризонтальные растягивающие усилия, направленные поперек господствующих оро-тектонических линий и благоприятствующие сбросовой тектонике (Мишарина, 1967, 1972). К этому надо добавить, что были получены как прямые геотермические данные, так и косвенные материалы (магнито-теллурическое зондирование), свидетельствующие об аномально высоком разогреве недр под Байкалом.

На основе всех этих данных Ю. А. Зориным была построена динамическая модель образования впадины Байкала и других подобных ей рифтовых структур, суть которой составляет растяжение земной коры под влиянием оттока в близгоризонтальном направлении (на юго-восток по ряду признаков) разуплотненного, поднявшегося вверх и деформировавшего тем самым земную кору материала верхней мантии, и порожденные таким растяжением раздвиги и сбросы, придавшие рифтовым впадинам их современное, причем все еще незакончившееся, оформление. О последнем свидетельствуют многочисленные наблюдения над новейшими, голоценовыми и современными разломами, преимущественно нормальными сбросами (хотя и имеющими незначительную сдвиговую составляющую), описанными в ряде работ (Сейсмотектоника..., 1968; Сейсмотектоника, глубинное строение..., 1973; Шерман и др., 1973, и др.).

Новая динамическая модель рифтовых структур Байкальской зоны не только не поколебала общих структурно-геоморфологических представлений о «байкальском» типе горообразования, но усилила его доказательность. Главное в этом типе — активная роль не гор, наступающих на подгорные низины, как в гобийских примерах, а самих низин, т. е. межгорных рифтовых впадин, наступающих в процессе своего развития на соседние горы. На примере Байкала, в последнее время ставшего благодаря высокой степени геолого-геофизической изученности одним из тектонотипов континентальных рифтовых структур, мы ясно видим, что и в настоящее время (обратим внимание на одновременность тектонических событий в Прибайкалье и Монголии) происходит углубление дна и расширение акватории Байкала за счет прибрежной суши, включая и коренные склоны его межгорной впадины. Данные по соседним рифтовым долинам Байкальской зоны демонстрируют ту же картину новейших и современных движений, что и во впадине оз. Байкал. Отличие этой картины движений от рассмотренной для области пьедестальных гор Монголии очевидное и принципиальное.

Ведущую роль в процессе горообразования по байкальскому типу играют разломы, создающие резкие рельефные контрасты не только ниже гипсометрического уровня, достигнутого сводовым поднятием, но и значительно ниже уровня океана, поскольку дно озера Байкал более чем на 1200 м, а ложе неоген-четвертичных осадков в нем — на несколько тысяч метров ниже этого уровня. Так возникают массивные рифтовые или «остаточно-горстовые» горы, в создании которых главную роль играют не только они сами, но также в большей степени активные «отрицательные» морфоструктуры — прогибы и грабены. При этом разломы, как непосредственные рычаги горообразования, сами опосредованы более общей динамической обстановкой — растяжением земной коры.

Горообразование в рассматриваемом типе идет главным образом через развитие, углубление, расширение межгорных рифтовых впадин при пассивном обособлении межвпадинных массивов и хребтов. При этом сами рифтовые впадины в соответствии с породившим их полем напряжений в земной коре и структурной тканью своего фундамента группируются в протяженные линейные зо-

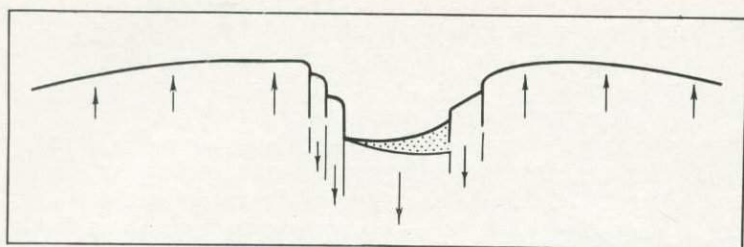


Рис. 6. Схема горообразования по байкальскому типу.

Стрелки — направление и относительные амплитуды перемещения блоков, точки — неогеновые и антропогенные отложения

ны (Прибайкалье, Восточная Африка, Провинция Хребтов и Бассейнов в США). Вокруг них можно наблюдать различные стадии перехода высоких плоскогорий и нагорных плато в массивные горные хребты и, реже, в случае сближения окраинных параллельных сбросов, в хребты с редуцированным платообразным и даже с альпийским гребнем. Сводное поднятие при этом разрушается как бы изнутри (рис. 6).

Мы видим, таким образом, что, несмотря на глубокое отличие двух рассмотренных механизмов поднятия, оба они ведут не только к горообразованию в прямом смысле слова, но и к последующему расширению сферы горного рельефа. Последний распространяется со временем на все новые территории, в стороны как от максимальных первоначальных поднятий (гобийский тип), так и от максимальных погружений (байкальский, африканский типы).

В цитированной выше нашей работе указывалось на важность кинематического аспекта при обсуждении общей проблемы горообразования. Как мы увидели, структурный тип горного рельефа и его общая морфология действительно определяются формой горообразовательных движений, т. е. их кинематикой.

Байкальская система рифтовых долин и прилегающих к ним рифтовых гор, конечно, вполне специфична, тем более, что во всей внутренней Азии пока не обнаружено ни одного ее аналога. Поэтому, рассмотрев гобийский и байкальский типы горообразования, мы еще не решили вопроса о их применимости к остальным частям и нагорьям Монголо-Сибирской горной системы, которые так-

же являются крупными и выразительными орографическими и морфоструктурными объектами. Перейдем к их характеристике.

В своей классификации основных генетических и морфологических типов новейших структур Монголии Е. В. Девяткин (1974) выделил, кроме рифтовых структур Северной Монголии, крупные сводово-блоковые поднятия Хангая и Хэнтэя — «хангайский» тип горообразования, затем линейные сводово-горстовые поднятия Монгольского и Гобийского Алтая («алтайский» тип) и, наконец, морфоструктуры в области локального горообразования на юге Монголии, наследующие черты платформенного режима, отнесенные к гобийскому типу горообразования. Обратим внимание на то, что пьедестальные горы не находят особого места в этой классификации, что объясняется другими, преимущественно структурными, задачами поставленными автором. Гобийский тип горообразования, установленный нами в Гобийском Алтае, у Е. В. Девяткина свойствен только области локального горообразования. В этом случае Е. В. Девяткин руководствовался преимущественно морфологическими признаками (локальность как известная противоположность линейности целостных поднятий), но отнесенными не столько к рельефу, сколько к новейшим тектоническим структурам.

Отнесение Хангая и Хэнтэя к одному типу горообразования, по нашему мнению, совершенно правомерно. Первый представляет собой изометричное в плане, сложное по внутреннему морфологическому устройству нагорье, второй — юго-западную часть Хэнтэй-Даурского сводового поднятия, очень давно выделенного автором, причем преимущественно по морфологическим данным (Флоренсов, 1948). Будучи вытянутым в соответствии со своей геологической структурой на северо-восток, но обладая большой шириной и сложным внутренним устройством, Хэнтэй в морфологическом и неотектоническом отношении как бы «противостоит» Хангаю, несмотря на свою изометрию, все же несколько вытянутого на северо-запад. Хотя Хангай и Хэнтэй разделены близ «критического» 105-го меридиана отчетливой орографической седловиной и геологическое строение их различно (первый сложен преимущественно домезозойскими толщами, второй — палеозойско-мезозойскими), в структурно-геомор-

фологическом отношении они производят впечатление двух звеньев единого целого. Краткое, но четкое описание Хангая и Хэнтэя как неотектонических структур дано Е. В. Девяткиным (1974). Им справедливо подчеркивается первоначально сводовый характер обоих поднятий, орографическая выразительность второго еще на этапе платформенного режима (поздний мел — палеоген), тогда как Хангай несет слабо деформированную поверхность выравнивания этого возраста и испытал последующее осложнение формы свода разрывной тектоникой. Указывается также на формирование Хангая и Хэнтэя в несколько стадий, разделенных остановками поднятий.

В специальной работе по новейшей тектонике Центрального Забайкалья Г. Ф. Уфимцев приводит подробную характеристику северной части Хэнтэй-Даурского сводового поднятия (Уфимцев, 1971). Указывая, что эта неоструктура развивается стадийно с мезозоя, насыщена мезозойскими интрузиями, что ее новейшее поднятие имеет изостатический характер, Г. Ф. Уфимцев находит в ней такие структурно-морфологические черты, которые позволяют ему выделить особый «даурский» тип горообразования. В качестве главных черт Хэнтэй-Даурского поднятия отмечается: очень большой (тысячи километров) радиус кривизны исходной маркирующей поверхности; закономерное развитие на этом фоне блоковых структур (глыбовых антиклиналей, долин-грабен, гольцовых выступов), создающее как прямую ступенчатость на внешних крыльях, так и обратную — преимущественно в центральной части общего сводового поднятия; неуклонное (с мезозоя) расширение границ последнего. Заметим, что такая характеристика вполне приложима и к Хангаю.

Нацаг-Юм (1960) объединял нагорья Хангая и Хэнтэя в единую новейшую структуру — мегаантиклиналь.

Для дальнейших сравнений нагорья Хангай с нагорьем Хэнтэй (несущим, однако, также черты горного хребта) важно помнить, что они при единстве многих общих черт все же принадлежат разным частям единой неотектонической и морфоструктурной системы, располагаясь по разным сторонам Тола-Орхонской перемычки (105-й меридиан). И по множеству второстепенных, но достаточно заметных геологических и геоморфологических черт, они действительно различаются. Хэнтэй по всем этим чертам тяготеет к Забайкалью, часть которого он представляет

географически и, в частности, орографически. Высоты его не превосходят 2500 м. Новейший вулканизм во внутренних частях Забайкальских (к востоку от 105-го меридиана) поднятий подавлен или отсутствует. Обширные, но низкие вулканические плато удалены от главных новейших поднятий на значительное расстояние (Витимское плато и Дариганга). Внутренние и краевые впадины параллельны, либо субпараллельны и имеют в общем выдержанное северо-восточное простирание. Сейсмичность умеренная или слабая.

Иную картину являет собой нагорье Хангай, географически и геологически тяготеющее к Саяно-Алтайской системе нагорий. Помимо более широкого развития докембрийских толщ и вообще большей древности фундамента, чем у Хэнтэя, это нагорье поднято гораздо выше (до 4000 м), ему присущ мощный неоген-четвертичный (по Е. В. Девяткину, даже олигоценый) базальтоидный вулканизм с голоценовыми вулканами почти в самом центре нагорья, внутренние и краевые впадины имеют разнообразную ориентировку — от широтных до меридиональных с преобладанием северо-западных и в меньшей мере — северо-восточных. Сейсмичность, связанная с местными очагами, во внутренних частях нагорья умеренная или высокая, в краевых — очень высокая. Добавим к этому, что если Хэнтэй-Даурское поднятие соседствует с низко- и среднегорными ландшафтами, то Хангай по своей северо-западной, западной и южной периферии охвачен громадными межгорными впадинами, которые с внешней своей стороны примыкают к мощным высокогорьям Прихубсугуля, Сангилен, Монгольского и Гобийского Алтая.

Этой общей характеристике достаточно для того, чтобы видеть в нагорьях Хангая и Хэнтэя и общие и индивидуальные черты и дать им объяснение. По отношению к древнему (докайнозойскому) субстрату оба нагорья обнаруживают явные черты и наложенности и унаследованности, демонстрируя тем самым морфологические черты и нового и старого, свойственные всем природным явлениям.

Первично сводовая морфоструктура обоих нагорий несомненна, а причина образования сводов на современном уровне изученности этого вопроса в целом — гранитизация внутренних ядер и «распухание» над ними земной

коры под влиянием, в случае Хэнтэя преимущественно мантийных флюидов, а в случае Хангая — возможного подтока магматического материала в виде мантийных вылавок, о чем свидетельствует щелочной базальтоидный вулканизм во внутренних и даже центральных частях нагорья. Эта картина близка к общей схеме распространения основных неоген-четвертичных вулканитов в Восточном Прихубсугулье и Саяно-Тувинском нагорье.

Что же специфическое в морфологии наиболее западных монгольских нагорий послужило Е. В. Девяткину основанием для выделения особого «алтайского» типа гор и, следовательно, горообразования? Если плоские, только позже дифференцированные разрывной тектоникой и почти изометричные поднятия Хангая и Хэнтэя по сравнению с типичными пьедестальными горами Западной и Юго-Западной Монголии действительно заслуживают выделения в особый «хангайский» тип, то как быть с пьедестальными в своей массе сооружениями Монгольского и Гобийского Алтая? На предыдущих примерах мы видели, что критериями для определения типа поднятия и образования горного рельефа нам служили два главных признака: форма поднятия и динамическое взаимоотношение последнего с прилегающими опусканиями. У Хангая и Хэнтэя этот переход осуществляется с помощью краевых впадин, ступенчатых опусканий по сбросам, пологих наклонов древних поверхностей выравнивания, широких подгорных педиментов, а также, как это имеет место на северо-западной окраине Хангая, с помощью удлиненных горстов, построенных по пьедестальному типу и несущих типичные форберги. Признаки, как видим, смешиваются, и это особенно характерно для Хангая, для которого Е. В. Девяткин (1974) предполагает даже глубокое проникновение в тело нагорья рифтовых структур (следовательно, рифтовых впадин и гор) из Прихубсугулья. Но все это отнюдь не ведет к отрицанию своеобразия пути, создавшего «комплексные» морфоструктуры, подобные Хангаю. В «чистом» виде хангайский тип свойствен особенно внутренним частям нагорья. Его края как бы заимствуют свои структурно-морфологические черты у смежных нагорий несколько иного типа. Учитывая далее, что исторически центральные и краевые части Хангая (как и Хэнтэя) образовались в разное время и что последние позже были втянуты в поднятие, Хангай в гру-

бой схеме можно представить себе как тектонический купол-диапир, вначале плавно поднимавшийся, а затем «оторвавшийся» от окружающей поверхности молодой платформы, причем по контуру такого отрыва, естественно, образовались наиболее сложные, разнообразные «живые» морфоструктуры разных порядков и простираний.

Мощная высокогорная система Монгольского Алтая, восточная часть которой носит название Гобийского Алтая, построена также очень сложно, но по иному плану и несет другие морфологические черты. Ее общую характеристику как неотектонической структуры первого порядка, мы находим в той же работе Е. В. Девяткина (1974), подчеркнувшего линейный характер всей системы и сложное соотношение внутренних поднятий, т. е. хребтов и цепей, с предгорными и внутренними впадинами. Отметим, что резкая тектоническая и морфоструктурная дифференциация свойственна Монгольскому Алтаю как в продольном направлении, т. е. по его простирацию с север-северо-запада на юго-восток, а затем на восток-юго-восток, так и в поперечном направлении. Таким образом, очень высокая тектоническая и морфологическая дифференциация Монгольского Алтая — первый бросающийся в глаза признак — не идет ни в какое сравнение с таковым не только монгольских, но и южно-сибирских нагорий. Именно к Монгольскому Алтаю лучше всего подходит определение как системы параллельно ориентированных горных цепей, состоящих из прерывистых звеньев, которые, взятые в отдельности, производят впечатление систем второго порядка, «подсистем» или горных групп. Таковы, например, взаимоотношения отдельных частей цепи Гурбан-Богдо (Гобийский Алтай), состоящей из орографически относительно индивидуальных массивов или коротких хребтов Ихе-Богдо, Бага-Богдо и Арц-Богдо, или группа хребтов Гурбан-Сайхан, в которую входят хребты Барун-, Дунд- и Дзун-Сайхан, параллельные один другому, но сдвинутые один относительно другого подобно кулисам, что, с нашей точки зрения, прямо указывает на роль крупных продольных сдвигов в их формировании и косвенно — на высокую, хотя за последнее столетие (или несколько последних столетий) недостаточно проявившую себя сейсмичность. Последнее положение следует из эмпирической закономерности — приуроченности крупнейших сейсмических разрывов Западной Монголии (та же

картина имеет место на западе США) к системам региональных сдвигов. Отметим также тонкое и верное наблюдение В. М. Синицина (1959), указавшего на глубокую структурную связь Гурбан-Сайхана не только с основной частью Гобийского Алтая, но и на родство простираний элементов первого с субширотными структурами Гобийского Тянь-Шаня.

Если отдельные звенья Гобийского Алтая действительно, по верному замечанию С. Д. Хилько, напоминают выстроенные в едином кильватере линейные корабли на фоне гобийских равнин, то в области Предалтайских впадин, как и во внутренней части западной половины Монгольского Алтая трудно отделаться от впечатления морфологической и количественной «равноправности» впадин и возвышенностей, особенно там, где последние не достигают снеговой линии, как это имеет место в цепях Джаргалант-ул, Умну-Хайрхан-ул, Алтан-Хухей-ул, Баян-ул, Цаган-Шибэту-ул и др. и где во впадинах находятся крупные озера. Поэтому, несмотря на ясное выражение в западной половине северной части Монгольского Алтая осевой зоны, несущей высочайшие (до 4000—4200 м) вершины, его следует относить именно к горной системе или сложному нагорью, но ни в коем случае не именовать горным хребтом (см. очерк «О некоторых орографических и геоморфологических терминах»).

Общую, с нашей точки зрения правильную, структурную характеристику Монгольского Алтая дал Е. В. Девяткин (1974), указавший, однако, что при двустадийном формировании этой орографической системы, как это имело место и для других нагорий Монголии и Байкальской рифтовой зоны, происходило изгибание жесткого основания и формирование линейного свода или же системы субпараллельных сводовых поднятий, причем в последнем случае между такими частными волнообразными поднятиями закладывалась, очевидно, структурная основа будущих межгорных впадин, как структур преимущественно «рампового» типа. Это последнее обстоятельство — надвиговый тип структурных ограничений межгорных и предгорных впадин Монгольского Алтая наряду с развитием по их периферии горных пьедесталов и форбергов, в строении которых участвуют местами очень пологие надвиги (например, форберг в южном подножье гор Цаган-Шибэту-ул, к северу от оз. Урёк-нур) возвращает нас к вы-

шеописанным примерам пьедестальных гор и особенностям их развития. Именно систему последних составляет Монгольский Алтай, в котором некоторые черты таких гор подавлены, с одной стороны, более яркими следами сравнительно недавней пльвиальной эпохи (местами очень мощное развитие аккумулятивных и смешанных террас, следы аллювия на значительных высотах близ озерных котловин), а с другой (в наиболее высоких частях) — формами древнего и современного оледенения.

В деталях как структура, так и история формирования Монгольского Алтая очень сложна и ее расшифровка — дело будущего. Еще очень слабо изучены коррелятивные горным поднятиям неогеновые и плейстоценовые терригенные толщи межгорных впадин и совсем плоха геофизическая изученность нагорья. Несомненно очень высокая сейсмическая активность Монгольского Алтая, что следует из наблюдений как современных землетрясений, так и землетрясений, оставивших о себе лишь геологические свидетельства, хотя и происходивших, вероятно, не более пяти веков тому назад. Таким образом, при всей своей особой сложности и ярко выраженных индивидуальных чертах Монгольский Алтай «вписывается» в схему сводово-глыбовых поднятий со всеми специфическими чертами гор центрально-азиатского типа, а тем самым естественно входит в Монголо-Сибирскую горную систему массивных гор.

Современное напряженное состояние земной коры в Монгольском Алтае то же, что в Хангае и в более южных и западных районах Центральной Азии — доминирующее сжатие направлено вкрест оро-тектонических линий.

Нам остается коснуться оставшихся без рассмотрения нагорий Русского Алтая, Западного и северной части Восточного Саяна и Забайкальского среднегорья, но для всех этих крупных горных областей достаточно, по-видимому, сослаться на их историко-геоморфологическую и морфоструктурную характеристику, которая дана в томах недавно вышедшей серии «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока» (Алтае-Саянская горная область, 1969; Нагорья Прибайкалья и Забайкалья, 1974). В одном из этих томов подробно описаны и горы Байкальской рифтовой зоны, но мы сочли необходимым остановиться на них и в данном очерке потому, что они пред-

ставляют как бы противоположность горам пьедестально-го, центрально-азиатского типа.

В целом массивные горы Алтая, Западного и Восточного Саяна и Забайкалья, как теперь известно, развивались также в два этапа, или в две стадии, геологически одновременно с горами Байкальского рифта и нагорьями Монголии, причем и для тех и для других первая стадия (олигоцен — нижний плиоцен) характеризовалась медленными и длительными воздыманиями сводового типа и только начавшимся пробуждением дизъюнктивной тектоники, тогда как вторая стадия (средний плиоцен — плейстоцен) протекала и продолжается в настоящее время при подавлении пластических деформаций разломами, быстрым и все еще незаконченным возрастанием тектонических и геоморфологических градиентов, сложной и контрастной дифференциацией рельефа при сохранении ведущего типа массивных гор. Все эти параллели свидетельствуют об общности глубинных условий и механизмов горообразования в рамках ясно географически очерченной территории — Монголо-Сибирской горной системы. Их общие черты столь же отчетливы, сколь яркие «индивидуальные» отличия.

Вся названная система сейсмична, но современная сейсмичность ее неравномерна, и ее «градиент» колоссален — от 5—6-балльной интенсивности в Восточном Забайкалье, на севере Восточного и Западного Саяна и в Юго-Восточной Монголии, до 11- и, быть может, даже 12-балльной по окраинам Хангая и в Монгольском Алтае. В этом смысле Хангай и Монгольский Алтай представляют собой совершенно исключительную картину. Изометричный свод или отчасти асимметричный «купол» Хангая почти по всему своему периметру «окоптывается» линейными эпицентрными зонами сильнейших землетрясений одного только XX столетия: Таннуольского (1905) на северо-западе, Гоби-Алтайского (1957) на юго-западе, Могодского (1967) на юго-востоке. Если добавить еще эпицентры землетрясений последних лет в районе оз. Урэк-нур (Цаган-Шибэтинское, 1970) и сел. Булган (1972), а также грандиозного Ашаньского землетрясения (1931), опоясавшего своим сейсмическим разрывом Монгольский Алтай по северо-восточной стороне Джунгарии (Китай) и, наконец, 10-балльного Тахийн-Шара-нурского, 1974, то мы получим не просто «сейсмическое кольцо», окружающее

неотектоническое поднятие Хангая, но и своеобразную, тесно связанную с морфологией земной поверхности зону сейсмической активности, по интенсивности землетрясений вообще не имеющую себе равных среди подобных зон в глубине континентов. Это обстоятельство служит дополнительным указанием глубинного «срачивания» Хангая с построенным внешне по иному плану и с иной внутренней морфологией Монгольским Алтаем.

Нельзя, однако, забывать, что сейсмические явления в области, в которой внутренняя часть нагорья Хангай выступает как сравнительно пассивный центр, по своим динамическим характеристикам аналогичны сейсмическим явлениям Центральной Азии, включая среднеазиатские территории. Все они характеризуются однообразием механизмов очагов землетрясений — поперечным (к тектоническим линиям) сжатием и продольным расширением, что хорошо согласуется с развитием в той же области поперечных надвигов и продольных сдвигов при подчиненной роли сбросов. Напротив, в центральной и восточной частях Байкальской рифтовой зоны механизм очагов землетрясений характеризуется преобладанием поперечного расширения, что также соответствует господству в этой зоне сбросов при подчиненной роли сдвигов и крутых надвигов (взбросов). Осложняющий момент в этой динамической картине напряжений в земной коре заключается в том, что западный фланг Байкальской зоны, имеющий несомненно ту же рифтовую природу, что и вся остальная часть зоны, по механизмам очагов сходен с Алтае-Хангайской зоной¹. Здесь, в Прихубсугульском районе и в южной части Восточного Саяна, где меняется характер напряжений в земной коре, происходят и важные изменения в новейшем структурно-геоморфологическом плане: рифтовые и рифтоподобные впадины как бы рассеиваются по площади резко расширившегося Саяно-Хамар-Дабанского свода, а главный широтный ствол рифтовой зоны в районе высот Мунку-Сардыка переламывается под прямым углом: вдоль его западного простирания мы видим построенные в широтный ряд «монгольские подвески» — меридионально ориентированные рифтовые впа-

¹ Автор и В. П. Солоненко истолковали этот факт как свидетельство большей молодости центральноазиатского поля напряжений, по сравнению с байкальским, и «наплыванием» первого на второе.

дины, отмечающие собой затухание западного фланга всей рифтовой зоны (Флоренсов, 1960; Нагорья..., 1974).

Наш очерк, посвященный проблеме горообразования, близится к концу, но остается задуматься еще над тем общим и объединяющим, которые с самого начала позволили нам говорить о Монголо-Сибирской горной системе как некотором орографическом целом. Взгляд на географическую карту указывает на возможность такого подхода лишь в первом приближении. Всматриваясь в детали орографии северной периферии Центральной Азии, мы легко обнаружим внешние, выраженные либо в непосредственном продолжении, либо во взаимной параллельности связи этой горной системы с соседними, например, со Становым хребтом на востоке, с Тянь-Шанем на западе. Но поступая таким образом мы убедимся также в том, что внутренние орографические связи между нагорьями Монголо-Сибирской горной системы значительно теснее внешних. К тому же выводу приведут и структурно-тектонические сопоставления. Таким образом, начав с «формального» признака — массивности очертаний гор рассматриваемой области и их пространственной близости, мы перешли к выяснению внутренних структурно-морфологических различий, составляющих эту область нагорий, которые (различия) оказались также существенными. Все же последнее обстоятельство оказывается второстепенным в свете, во-первых, геологической одновременности создания всех частей горной системы и, во-вторых, двухстадийности и сходного в общих чертах механизма горообразования для всех составляющих эту систему нагорий, о чем выше уже упоминалось.

В самые последние годы, в связи с расширением сети сейсмических станций в Южной Сибири и Монголии и общим совершенствованием сейсмологических исследований, получены данные, которые довольно неожиданно пролили новый свет на рассматриваемую проблему. Этими данными мы обязаны Г. Н. Бугаевскому, И. Л. Нерсесову и В. А. Рогожиной (1971). Ими было констатировано систематическое завышение времен пробега продольных сейсмических волн от очагов землетрясений, лежащих южнее (на расстояниях меньше 30°) до регистрирующих станций восточной части профиля Памир — Байкал, и от любых землетрясений до станций Прибайкальской сети. Применяв графический метод построения кривых пробе-

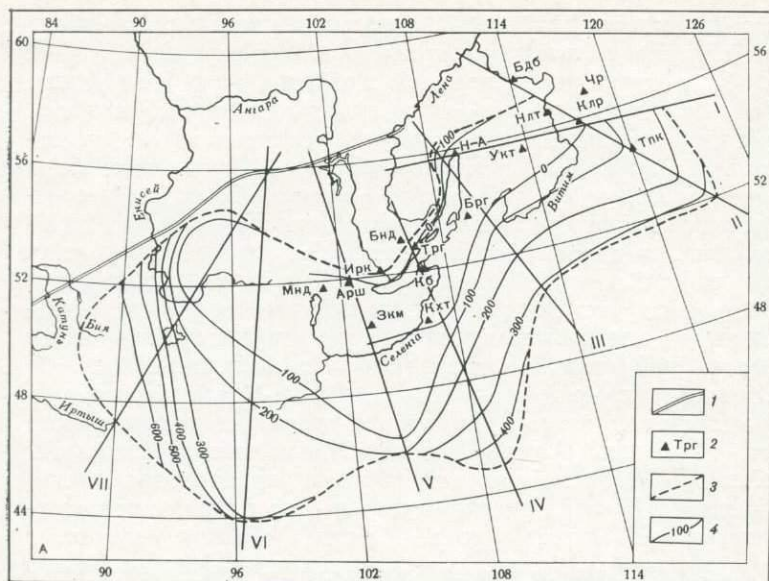
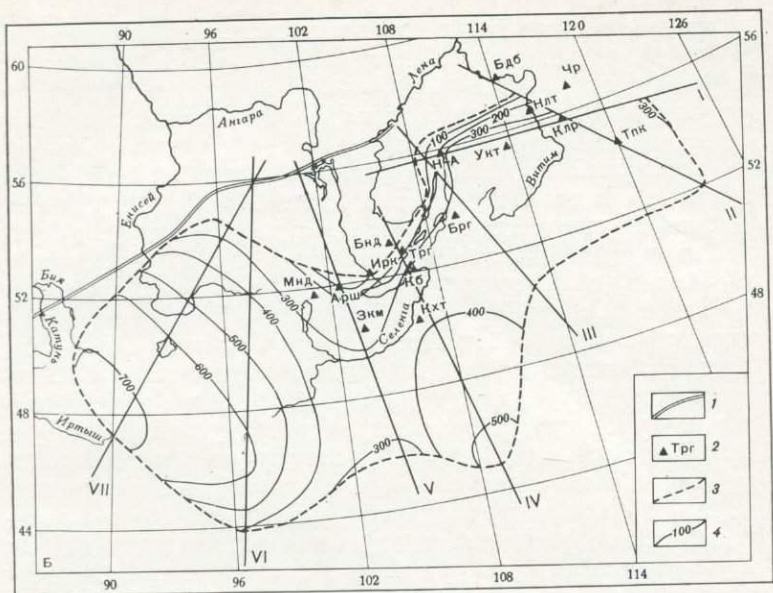


Рис. 7. Схема строения верхней (А) и нижней (Б) границ области аномальной мантии под Монголо-Сибирской горной системой. Составила В. А. Рогожина.

1 — сейсмический профиль Памир-Байкал; 2 — станции Прибайкальской сети: Ирк — Иркутск, Бнд — Байандай, Трг — Тырган, Арш — Аршан, Мнд — Монды, Зкм — Закаменск, Кхт — Кяхта, Кб — Кабанск, Брг — Баргузин, Н.А. — Нижне-Ангарск, Укт — Уakit, Бдб — Бодайбо, Нлт — Нелаты, Клр — Калар, Чр — Чара, Тпк — Тупик; 3 — граница проекции низкоскоростной неоднородности мантии на земной поверхности; 4 — линии равных глубин от подошвы земной коры (км).

га сейсмических волн в виде двумерных вертикальных разрезов, В. А. Рогожина (1975) получила первую пространственную модель этой неоднородности, основанную на некоторых допущениях, но во всяком случае верную в самом главном (рис. 7). Легко видеть, что обе проекции — верхней и нижней границы аномальной низкоскоростной мантии близко совпадают с контурами Монголо-Сибирской горной системы в принятых нами границах. Область неоднородности оказалась несимметричной. Глубина ее подошвы максимально велика на юго-западе и достигает 700 км и более, а в узкой зоне Байкальского рифта верхняя граница находится непосредственно под подошвой земной коры. Намеченный контур аномальной мантии,



конечно, приближителен, но и в таком виде его совпадение с границами рассмотренной выше горной системы поразительно. Ю. А. Зорин (1975) объяснил асимметричную форму мантийной неоднородности тем, что она, возможно, возникла при горизонтальном движении литосферной плиты Центральной Азии к северо-востоку, однако подобный гипотетический механизм для наших построений не имеет значения. Важно лишь общее — пространственно-генетическая связь горообразования в рассматриваемой области с глубинной (до 700 км) аномалией в мантии, ее контуром в плане и рельефом верхней границы, что проливает новый свет не только на происхождение наружного горного рельефа земной поверхности, но и на проблему рифтообразования и характер гравитационного, магнитного и геотермального полей.

Итак, в пределах Монголо-Сибирской горной системы и относящихся к ней разнообразных сведений и несмотря на неравномерную геоморфологическую изученность, мы уже сейчас имеем территорию, исключительно благодарную для обсуждения общей проблемы горообразования во

внутриконтинентальных условиях. Сопоставление некоторого физического единства (т. е. пониженной плотности и вязкости) области аномальной мантии с контурами структурно-генетическими и морфологическими особенностями горной системы над ней, в первом приближении, но с высокой степенью вероятности решает на данном примере и в данных условиях проблему горообразования. Предстоит еще многое сделать для детализации и углубления в существо этой общей картины, но ее главные штрихи, на наш взгляд, убедительны.

Выше мы подчеркивали, что при общем географическом и оро-морфологическом единстве Монголо-Сибирской горной системы ее отдельные части или нагорья отличаются рядом черт, что в известном смысле они противостоят этому орографическому единству, как и вообще части чего-либо диалектически всегда противостоят целому. Полученная схема рельефа мантийной неоднородности, как мы видели, вполне удовлетворительно объясняет отличие генезиса рифтовой зоны и входящих в нее гор от происхождения гор в других районах рассмотренной территории. Вместе с тем в целом, как отмечает сам автор названной схемы, столь обширная неоднородность мантии не может сама быть однородной во всем своем объеме (Рогожина, 1975), а рельеф ее верхней и нижней поверхности в действительности бесспорно гораздо сложнее того, что мы видим на рис. 7 с принятым в нем сечением изолиний глубин в 100 км. Поэтому весьма вероятно, что внутренним неоднородностям в мантии второго порядка и еще не уловленным сейсмологическими методами, но достаточно крупным морфологическим деталям поверхности аномальной мантии соответствуют отдельные крупные морфоструктуры — нагорья над ними, их прошлые и современные геофизические, тектонические и структурно-геоморфологические режимы.

Наконец, из морфологии низкоскоростной мантии под Монголо-Сибирской горной системой следуют и другие важные для нашей темы выводы. Первый заключается в том, что мантийная неоднородность круто обрывается вблизи восточной границы Сибирской платформы в контуре Иркутского амфитеатра. Не следует ли из этого заключить, что плоскогорно-равнинному рельефу Приленской и Приангарской возвышенности соответствуют иные, более «нормальные», т. е. более однородные глубинные условия?

Второй вывод столь же, если не более, интересен. Сопоставляя обе горизонтальные проекции на рис. 7, легко видеть внутреннюю меридиональную перемышку в области низкоскоростной мантии. Здесь ширина аномальной зоны уменьшается, а глубины не превосходят 300—400 км. Именно здесь по оси перемышки аномальной зоны проходит «критический» 105-й меридиан, на котором или вблизи которого орографические и тектонические линии как бы переламываются с северо-западных «саянских» на северо-восточные «байкальские» простирания, с которым совпадает субмеридиональная орографическая седловина, размежевываются возвышенности Восточного Саяна и Прибайкалья, Хангая и Хэнтэя, и которая ощущается еще гораздо южнее в глубине Центральной Азии. На эту меридиональную орографическую «седловину» в пределах Иркутского амфитеатра первым обратил внимание Н. И. Соколов, затем для более южных районов — автор, а в пределах Монголии здесь показал одну из своих близмеридиональных «редукционных» структур погружения В. П. Солоненко (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963). Таким образом, отчетливо наметились глубокие «корни» и этого, доселе непонятого геоморфологического феномена. В свете представлений об облегченной растяжимости земной коры под влиянием повышенного нагрева (Зорин, 1971) биссекторная зона перелома оротектонических линий и сниженных высот вдоль 105-го меридиана может быть истолкована, как своего рода зона растяжения. Что касается возникновения самой аномальной области в мантии, то его причина — подъем с больших глубин разогретого и относительно легкого вещества.

Продемонстрированные в настоящем очерке внутренние зависимости между сходными в целом и несходными в частности поверхностными явлениями — отдельными нагорьями Южной Сибири и Монголии, а также зависимости между последними и глубинными неоднородностями, как нам кажется, могут явиться вкладом в общую комплексную проблему горообразования в целом. Вместе с тем приведенные данные, их анализ и сопоставление превосходно иллюстрируют как частные закономерности в развитии рельефа, так и общие законы развития, всеобщность связи природных явлений, исторически заложенного, ранее сложившегося и новообразованного, наложенного и качественно нового.

НЕКОТОРЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ В ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИИ

Наблюдения над тем, насколько и каким образом сильные землетрясения преобразуют земную поверхность, насколько такие преобразования опасны для сооружений и жизни людей, относятся к незапамятным временам. На почву опыта они стали опираться уже в глубокой древности. Появление в новейшее время раздела геологии, изучающего землетрясения, и инструментальной сейсмологии, приложение к изучению этих явлений геодезии, гидрогеологии, геохимии, изменений газового режима подземных вод, вариаций магнитного поля, космических явлений и т. д. до сих пор существенно не улучшили возможность решения главной задачи — предсказания землетрясений. Вместе с тем направленные на такой прогноз исследования интенсивно ведутся во многих странах, особенно в СССР, США, Японии.

История показывает, что разрушения и человеческие жертвы при землетрясениях связаны не только с непосредственным разрушением зданий и пожарами, но и с деформациями земной поверхности, т. е. с геологическими и геоморфологическими эффектами землетрясений. Недавно этой теме была посвящена специальная статья В. П. Солоненко (1973б), в которой обращается внимание геоморфологов на необходимость специального изучения сейсмических деформаций земной коры.

Соотношением рельефа с сейсмичностью не вообще, а с сейсмичностью, связанной с местными очагами, занимались многие исследователи как в России, в Советском Союзе, так и за рубежом. Все они согласны с тем, что и контрастный горный рельеф, и сейсмическая активность — производные новейшей и современной тектоники, а сама сейсмичность — даже одно из прямых проявлений тектоники. Между рельефом и сейсмичностью связь, конечно, имеет место, но она далеко не прямая, имеет статистический характер, опосредствована целым рядом про-

межуточных и привходящих условий, как и огромное большинство явлений, происходящих в недрах планеты и находящихся то или иное отражение на ее поверхности.

В нашей недавней очень краткой сводке по этому вопросу была сделана попытка показать, что рельеф, сколь угодно сложный и высокий, сам по себе не может быть показателем высокой степени сейсмичности и даже не создает «благоприятствующей» ей обстановки (Флоренсов, Хилько, 1976). Значительно раньше об этом писал Б. А. Петрушевский (1959). Создается впечатление, что горные области сейсмичны лишь в активную стадию своего развития и что в процесс горообразования, даже на самых ранних его стадиях, до появления выразительного горного рельефа (или выразительных впадин) и на материках, и на дне морей обязательно включается сейсмичность, отражая едва начавшиеся глубинные импульсы. Современная концепция давно возникшего и продолжающегося усложняться блокового строения земной коры объясняет неравномерное распределение тектонических напряжений в механически неоднородном субстрате, их местную концентрацию до критических величин, приводящих к кратковременной деформации того или иного объема земной коры.

Если некоторые современные горные области практически асейсмичны (Скандинавские горы, Бырранга, Урал, Альпы и др.), то это, надо думать, означает исчерпанность под ними глубинных энергетических ресурсов, повинных в горообразовании, как, впрочем, и во впадинообразовании.

Геоморфологический аспект в изучении сейсмичности введен давно, пожалуй, даже раньше геологического. История его применения в этой области могла бы послужить темой самостоятельного исследования. В СССР в послевоенные годы ему уделяли много внимания Н. В. Думитрашко, Д. А. Лиленберг, Г. П. Горшков, Б. А. Петрушевский, М. В. Гзовский, Ю. А. Мещеряков, И. П. Герасимов, Е. Я. Ранцман, Н. А. Флоренсов, В. П. Солоненко и многие другие.

В дореволюционной России большинство сведений о землетрясениях поступало из Закавказья, Средней Азии и Восточной Сибири. Но если для Закавказья и Средней Азии с их высокими древними цивилизациями сохранилось множество исторических источников, то из Восточ-

ной Сибири (главным образом, из Прибайкалья) систематические сведения о землетрясениях стали поступать лишь с середины XIX в. — со времени организации Восточно-Сибирского отдела Российского географического общества. И уже в 1862 г. землетрясение на Байкале, в дельте Селенги, поразило своим грандиозным «макроэффектом» — опусканием прибрежной Цаганской степи площадью около 200 км² под воды озера и образованием залива Провал.

После относительного сейсмического затишья в конце XIX в. сильные толчки в Прибайкалье возобновились в начале XX в. В 1905 г. близ границы бывшей Иркутской губернии в Северной Монголии произошло катастрофическое землетрясение, известное в литературе под разными названиями (Таннуольское, Хангайское, Болнайское) и охватившее огромную область, по-видимому, порядка 4 млн. км² (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963). Кроме него, в текущем столетии на территории Прибайкалья и Монголии землетрясения средней и большой силы были в 1902, 1905, 1917, 1950, 1956, 1957, 1958, 1959, 1962, 1967 гг. Подробные сведения о них имеются в специальной литературе, а с геоморфологической стороны по свежим следам лучше других были изучены два землетрясения: 1957 г. — Муйское (бассейн р. Витим) и Гоби-Алтайское с магнитудами соответственно 7,8 и 8,5.

Поучителен опыт «предсказания» первого из них. В 1956 г., составляя общую предварительную схему сейсмического районирования Прибайкалья, автор и В. П. Солоненко, основываясь на общих геологических соображениях и на структурно-геоморфологических особенностях полосы впадин байкальского типа (Павловский, 1948), включили эту полосу целиком в зону высокой сейсмичности. Муйское землетрясение произошло в следующем 1957 г. на восточном фланге этой зоны, в то время геоморфологически почти неизученном, а в сейсмическом отношении казавшимся совершенно спокойным. В дальнейшем, уже в 60-е годы, выяснилось, что издавна известные разломы и межгорные впадины этой полосы, еще в 30-х годах названной В. А. Обручевым «Становым хребтом Сибири», составляют в своей совокупности Байкальскую рифтовую зону, а сейсмичность, как известно, является одной из главных геофизических характеристик рифтовых зон вообще.

Выше подчеркивалось, что очень многие авторы занимались проблемой «рельеф — сейсмичность», видя в них разные, но каким-то образом взаимосвязанные проявления новейшей и современной тектоники. Б. А. Петрушевский, уделивший специальное внимание этой проблеме, убедительно показал, что сильные землетрясения имели место в равнинной и полуравнинной обстановке: Краснодарское, 1885 г., Ганьсуйское (Китай), 1925 г. (Петрушевский, 1959). С. Д. Хилько, изучавший Нюкжинское землетрясение 1958 г., показал, что оно произошло на территории с совершенно невыразительным низкогорным рельефом. Невысокой контрастностью отличается также рельеф местности, где произошло Могодское землетрясение (МНР, 1967 г.), описанное с геолого-геоморфологической стороны Нацаг-Юмом (1971), а позже изучавшееся Н. А. Флоренсовым и С. Д. Хилько (1976).

Опыт изучения сильных землетрясений 1957 г. в Восточной Сибири и западной части МНР показал, что связь между контрастным рельефом, сложившимся в плиоцен-постплиоцене, и сейсмичностью все же несомненно существует, но она выявляется только при относительно мелкомасштабных сопоставлениях. Лишь в этом случае для коротких промежутков времени, которыми мы только и располагаем, и достаточно обширных горных, притом геологически, а не морфологически молодых территорий¹, подобная связь кажется однозначной.

Представляется совершенно очевидным, что современный уровень сейсмической активности и, следовательно, сейсмической опасности отдельных районов, лежащих как внутри Монголо-Байкальской горной области, о которой шла речь выше, так и вне ее, может быть в общих чертах предугадан с помощью сравнительного анализа. Изучение неотектонических особенностей того или иного района, выраженных прежде всего через рельеф, особенно через так называемый осредненный рельеф, как показал Ю. А. Зорин (Нагорья..., 1974), дает возможность вплот-

¹ Имеется в виду морфологический возраст горного рельефа в понимании, близком к дэвисовскому, но отличающемся тем, что «молодой» рельеф в нашем понимании еще слабо отражает дробную неотектоническую дифференциацию земной поверхности по древним (унаследованным) и новым тектоническим линиям, как, например, это имеет место по всей периферии нагорья Хангай (МНР).

ную подойти к оценке современных тектонических тенденций, связанных, в свою очередь, с уровнем современной сейсмичности. Такой метод может быть уверенно применен к районам, где землетрясения в исторический период почему-либо не отмечались, вследствие чего обычный сейсмостатистический метод оказывается бессильным (Флоренсов, 1960б).

Совершенно очевидно, что сравнительный тектонический подход к определению уровня сейсмической активности какого-либо района дает лишь общее, приближительное решение вопроса, что может и должно быть использовано при мелкомасштабном сейсмическом районировании. Решение более узкой и более конкретной задачи — оценки сейсмичности отдельных сравнительно небольших районов и строительных площадок — требует углубления старых методик и, по-видимому, создания новых.

Реально существующий современный уровень сейсмической активности какой-либо территории, знаем мы его или не знаем, является результатом исторического процесса, протекающего в недрах Земли и ведущего к возникновению и развитию в течение неогена и антропогена сейсмовозбуждающих структур. Это положение стало уже общим местом, но его необходимо подчеркнуть еще раз потому, что из него вытекают два пути регионально-сейсмологического анализа: 1 — определение уровня сейсмической активности какого-либо района по ее современным и недавним проявлениям (статистика, опыт древней человеческой истории) в сопоставлении с данными о новейшей тектонике, и 2 — оценка этого уровня по сумме данных, относящихся к геологической предыстории и запечатленных в формах рельефа, осадках, дислокациях молодых толщ и т. д. Идеальной является возможность использовать и сопоставить тот и другой путь. Приближенное, но все же близкое, решение задачи, с нашей точки зрения, может быть (и в отдельных случаях уже было) достигнуто при практической необходимости следовать только одному, второму пути.

Если исторически сложившийся современный уровень сейсмичности оказывается для того или иного района неясным, то не остается ничего другого, кроме специального изучения геологических и геоморфологических предпосылок создания этого уровня. Такой подход автором

был назван «палеосейсмогеологическим», и это название широко применяется в современной литературе. Он отвечает самой сущности геологии и геоморфологии, базирующихся на историческом исследовании и понимании явлений, относящихся к их компетенции. При этом подчеркнем, что основной принцип подобного подхода не может ограничиваться общей геотектонической характеристикой какой-либо области в том виде, какой уже давно был предложен Б. А. Петрушевским (1955). Взгляды, высказанные этим исследователем еще на заре становления новой сейсмогеологии, одним из основоположников которой он явился, были хорошо обоснованы и до сих пор сохранили свое значение, но являются слишком общими для конкретного сейсмогеологического анализа разных частей тектонически достаточно однородной территории. Так, вся Монголо-Байкальская горная система, в настоящее время, после исследований Г. Н. Бугаевского (1976) и В. А. Рогожиной (1976) долженствующая быть причисленной к более обширной и геологически очень сложной Северо-Центрально-Азиатской подвижной области, оказалась отнесенной к одной, а именно — к третьей группе сейсмотектонических областей, по классификации Б. А. Петрушевского (1955).

Сущность приема, предложенного нами в 1960 г., заключается в выявлении геоморфологическими методами следов землетрясений, происходивших на данной территории в доисторическое время, а также, быть может, и относительно недавно, но не оставивших о себе ни письменных, ни устных свидетельств. Именно с последним случаем мы столкнулись в 1976 г. в Монгольском Алтае. Таким образом, речь шла и идет, образно выражаясь, об «ископаемых землетрясениях», о пути их выявления, основанном на знании тех изменений, которые внесли очень сильные исторические землетрясения в строение земной поверхности и которые при благоприятных условиях сами могут захорониться, перейти в ископаемое состояние, или же, пусть в искаженном виде, сохраниться в рельефе. Следуя принципу актуализма с теми ограничениями, о которых говорилось в работах Е. В. Шандера (1970), Н. С. Шатского, Ю. А. Косыгина и др., (1951), Н. А. Флоренсова (1976), мы можем, следовательно, переходить от анализа современных сейсмодислокаций к выявлению и диагностике «палеосейсмодислокаций». По-

следние, как показывают приводимые ниже и впервые должным образом истолкованные примеры, обнаруживаются в разрезах молодых осадочных толщ с завершенным слоеобразованием — преимущественно неогеновых и антропогеновых, носящих признаки молассоидных формаций, т. е. признаки коррелятивной связи с бывшими или доселе существующими соседними горными возвышенностями, что и имеет место повсюду в межгорных впадинах Средней и Центральной Азии.

Автор с самого начала подчеркнул, что палеосейсмодислокации могут быть с значительной достоверностью установлены, во всяком случае «заподозрены» по фактам вторжения грубообломочных образований — крупноглыбовых конгло-брекчий, гигантобрекчий, фангломератов — в ритмически построенный разрез неогеновых и плейстоценовых отложений. Линзы таких образований, представляющих фации горных подножий и обвалов, нередки в разрезах молодых молассоидов Северной и Центральной Азии. Часто встречаются они в составе отложений Северной Монголии, Прибайкалья и Забайкалья, имеющих различный возраст (юрский, меловой, неогеновый, плейстоценовый). Подобные же чужеродные включения очень грубого материала известны кое-где в составе «дикого флиша». Во всех таких случаях поступление в осадок очень грубого материала происходило очевидно внезапно, отмечая катастрофически резкую границу в ходе тектонических движений области размыва. Естественно, что далеко не всюду и не всякое грубообломочное включение в разрезе осадочной толщи можно сразу же отнести за счет обвалов сейсмического происхождения (как известно, мощные обвалы могут иметь экзогенные причины), но подобная догадка, как первое приближение, не исключена, а в ряду других, если их удастся обнаружить, приобретает большую достоверность. Лучший известный автору пример явлений подобного рода — громадная линза гигантобрекчий в ритмично построенном разрезе нижнемеловых угленосных отложений гусиноозерской серии в Забайкалье (Флоренсов, 1960; Нагорья..., 1974). Еще более важным представляется нам прямое выявление палеосейсмодислокаций в виде разрывных деформаций слоев молодого возраста. Почему именно и только молодых — пояснений не требуется. Отправным моментом в диагностике разрывных деформаций, как образований сейсмо-

генного происхождения, могут служить следующие положения.

Во-первых, из опыта изучения сильных землетрясений следует, что наблюдаемые на поверхности сейсмогенные деформации бывают весьма разнообразными, причем сосуществующими часто на очень ограниченных площадях плейстосейстовых и даже самих эпицентральных зон. Практически они бывают любыми из числа тех элементарных и сложных разрывных деформаций, какие известны в структурной геологии: сбросами прямыми и обратными, сдвигами, сбросо-сдвигами, надвигами, раздвигами и т. д.

Во-вторых, разрывные смещения, наблюдаемые в слоистой толще и «подозреваемые» в том, что они имеют прямую связь с «ископаемыми» землетрясениями, наблюдателем должны быть представлены в совершенно определенной геоморфологической обстановке, существовавшей в данном районе во время образования смещений и, естественно, требующей специальной реконструкции палеогеоморфологическими методами. Таким образом, палеосейсмологический анализ, вне всякого сомнения, должен базироваться на принципе актуализма, тем более, что и объекты анализа суть явления, геологически очень молодые (плиоценовые, плейстоценовые). Выявление разрывных палеосейсмодислокаций по сходству их морфологии, масштаба и положения в современном или в палеорельефе с современными поверхностными дислокациями, вызванными сильнейшими историческими землетрясениями, очевидно, требует весьма тщательного и всестороннего изучения деформаций, создаваемых сейсмическими катастрофами современности. Такое изучение, направленное на понимание динамики и кинематики земной поверхности во время землетрясения, и механизма очага, определяемого по методике А. В. Введенской, на фоне современной геоморфологической ситуации должно и может служить, как показывает уже имеющийся опыт, также и орудием распознавания «ископаемых» землетрясений, а через них — средством, помогающим, наряду с другими подходами и приемами, составить определенные представления о современном сейсмическом уровне и дать его прогноз на будущее.

Истории известны землетрясения колоссальной разрушительной силы и, как многими уже предполагалось, «ге-

роями» многих, если не всех, главных легендарных катастроф, фигурирующих в мифологии древних народов, населявших, например, средиземноморья Старого и Нового Света, были именно такие землетрясения. Вторая половина текущего столетия отмечена серией новых «мировых» землетрясений, таких как Гоби-Алтайское, 1957, Чилийское, 1960, Анкориджское, 1958, Перуанское, 1975, Гватемальское, 1976, и др. Автору, совместно с В. П. Солоненко и А. А. Тресковым, удалось наблюдать и картировать различные макроэффекты Гоби-Алтайского землетрясения ($M=8,5$) и убедиться в том, что сейсмогенные разрывные смещения поверхностных слоев и деформации земной поверхности действительно крайне разнообразны, часто переходят одни в другие и что их размещение зависит не только от положения (и, как выяснилось позже, от механизма) очага и трассы древнего Долиноозерского разлома, испытывавшего при землетрясении мгновенное обновление на протяжении 275 км, но также и от современной геоморфологической обстановки (Солоненко и др., 1960; Гоби-Алтайское землетрясение, 1963).

Различные типы деформаций, возникших тогда в пустынной местности и наблюдаемых в полной свежести, описаны В. П. Солоненко (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963), и здесь нет необходимости задерживаться на них. Интереснее напомнить, что понятие о палеосейсмодислокациях и самый подход к их оценке, как структурно-геоморфологическим свидетельствам древних землетрясений, возникли при наблюдении обнажений слоистой плейстоценовой толщи Гошу, затронутой сейсмическими деформациями в том же Гобийском Алтае.

Близ подножий высокогорной цепи Гурбан-Богдо, служащей северной границей и в то же время максимально поднятым блоком Гобийского Алтая, автору, совместно с А. П. Булмасовым, удалось наблюдать в близком соседстве как древние «ископаемые», так и современные, образовавшиеся 4.XII 1957 г., сейсмодислокации. Сходство морфологии, структурного типа, масштаба и геоморфологической позиции тех и других оказалось поразительным (Флоренсов, 1960а, б).

На рис. 8 показаны древние дислокации свиты Гошу (древний пролювий, слой падают под горный массив), поверхностные части которых давно смыты. Дислокация представляет собой сброс с почти вертикальным смести-

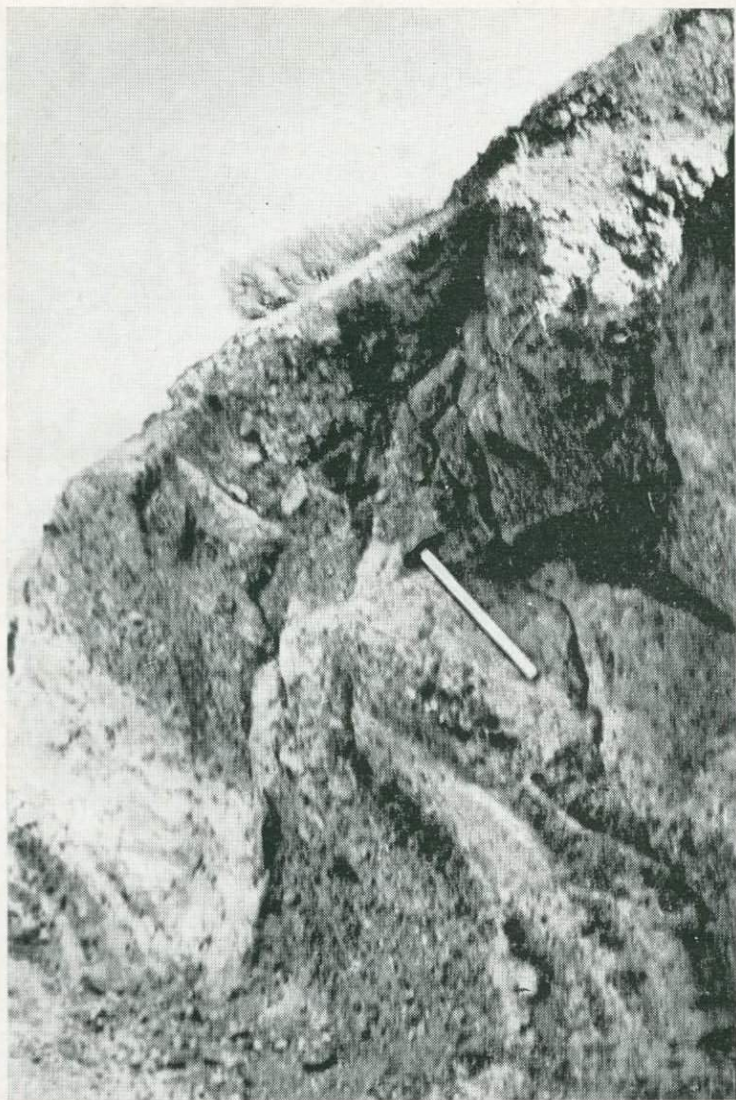


Рис. 8. Обнажение эоплейстоценовых пролювиальных отложений в форберге Долон-Туру близ оз. Орок-нур. Слои падают под горный массив. Фото автора.

Видимый на фотографии сброс по всем показателям подобен сейсмическому разрыву, рассекающему форберг вблизи обнажения



Рис. 9. Обнажение палеогеновых красноцветных отложений в правом борту сайра Шудз-булак к северо-западу от гор Бага-Богдо. Фото автора.

Горы опоясаны с севера сейсмическим разрывом, сходным по своей морфологии, простиранию и амплитуде с видимым на фотографии сбросом

телем и небольшой (0,5—0,8 м) амплитудой. Зона современных сейсмогенных трещин с подобными же смещениями крыльев проходит параллельно простиранию этого древнего сброса (в 200—300 м к северу).

Другой сброс — также типичная по всем своим признакам палеосейсмодислокация (рис. 9) — пересекает гораздо более древнюю, предположительно палеогеновую, красноцветную толщу, падающую на запад-юго-запад под углом 18—20°. Сместитель падает на северо-восток под углом 60—65°. В этом месте современные сейсмогенные разрывы того же простирания и той же амплитуды проходят южнее на 2—3 км. Однако кальцитовые жилки в древнем сбросе в нескольких местах разорваны свежими трещинами растяжения, образовавшимися при землетрясении. Горизонтальная составляющая в этом разрывном смещении (см. рис. 9) очень невелика (левосторонний

микродвиг), в первом случае (см. рис. 8) — не была констатирована, но нельзя было отрицать ее наличие. В ближайших к этому месту отрезках сейсмических разрывов горизонтальная составляющая не была отмечена.

Выяснилось, что простирание, тип, морфология и амплитуда разрывных смещений, изображенных на приведенных фотографиях, совершенно аналогичны таковым в смещениях современных сейсмогенных разрывов. Геоморфологическая позиция как этих последних, так и изображенных на фото, одна и та же. Сухие монгольские вадии — сайры обнажают в своих стенках разрывы в палеогеновых и плейстоценовых толщах, а сходные с этими разрывами современные сейсмогенные разрывы рассекают и сами сайры, деформируя и все новейшие пролювиальные отложения, и рельеф. Из этих простейших наблюдений и возникло понятие «палеосейсмодислокации», а вместе с ним — новый прием сейсмогеологических наблюдений. Там, где существуют современные сейсмодислокации, очевидно, могут быть выявлены и путем сравнения доказаны также и палеосейсмодислокации. Там же, где нет первых, могут быть обнаружены вторые. Наводящим признаком их присутствия служат, в первую очередь, геоморфологические, а точнее — морфоструктурные образования, хотя и различного, но вполне своеобразного характера.

С самого начала мы отмечали, что выявление и описание этих признаков в полевой обстановке не требует никаких новых тектонических приемов. Необходимы лишь внимание к геологическим и геоморфологическим объектам, обычно не уместающимся в масштаб карты при региональной государственной съемке, интерес к не совсем обычным геоморфологическим объектам, а также хорошая наблюдательность.

Таким образом, в итоге сейсмогеологических исследований в конце 50-х и начале 60-х годов был предложен и в самых общих чертах разработан новый геоморфологический подход к оценке сейсмичности слабо изученных территорий, в основе которого лежит очень простая мысль о том, что сильные и очень сильные землетрясения оставляют на земной поверхности ясные, характерные и довольно долго (в зависимости от климатических условий) сохраняющиеся следы. Их обнаружение и диагностика свидетельствуют, стало быть, о ранее быв-

ших в данной местности землетрясениях, а отсюда — о возможности их повторения в будущем¹.

С того времени, когда описанный выше подход к оценке потенциальной сейсмичности ранее необжитых областей был впервые сформулирован, прошло почти 20 лет. За это время он с большим или меньшим успехом применялся при сейсмогеологических исследованиях и сейсмическом районировании Сибири и Дальнего Востока, на Кавказе, в Средней Азии, в МНР, а также в некоторых странах Восточной Европы. Мы сочли уместным вернуться к этому вопросу в данной книге потому, что он имеет прямое отношение как к морфоструктурному анализу и его практическим приложениям, так и к тем общим теоретическим и методическим положениям современной структурной геоморфологии, которые развивались в этой книге, а также потому, что уже довольно продолжительная практика применения подобного подхода в сейсмогеологии сопровождалась дискуссиями и критическими (к сожалению, главным образом устными) выступлениями, в которых автор, в силу ряда обстоятельств, не принимал участия. В этих выступлениях и дискуссиях роль предложенного подхода, с нашей точки зрения, обычно либо преувеличивалась, либо преуменьшалась.

В основе изложенного принципа опознавания древних землетрясений, как мы видели, лежали, собственно говоря, даже не геологические, а на первой стадии наблюдений — чисто геоморфологические данные. Поэтому и самый подход, позже возведенный В. П. Солоненко и его сотрудниками в ранг метода, с неменьшим правом мог быть назван также палеосейсмогеоморфологическим. Подчеркнем еще раз, что основная его идея — морфологическое подобие определенного типа эндогенных дислокаций в неоген-четвертичных (а в принципе — мезозойских и кайнозойских вообще) отложениях современным, при сильных землетрясениях возникающим дислокациям, так же, как подобие возникающих и сохраняющихся при этом геоморфологических эффектов (обычно это более или

¹ В развернутом и детализированном виде, с попыткой количественных характеристик в виде шкалы палеосейсмодислокаций, возникших при землетрясениях с интенсивностью 8, 9, 10, 11, 12 баллов (длина и тип разрывов, амплитуда смещений, величина зияния трещин), палеосейсмогеологический подход был изложен В. П. Солоненко (1966).

менее ясно выраженные на поверхности линейные рвы или желоба, с «оперениями» или без них, по положению и простиранию близко соответствующие или только параллельные местным главнейшим тектоническим и орографическим линиям), и на этом основании — генетическое сходство тех и других явлений — ясный отзвук и хороший пример морфоструктурного анализа и принципа конформности в геоморфологии. А поскольку в примерах, описанных выше по Гобийскому Алтаю, главным же образом приводимых в последующих работах (Солоненко, 1962; Солоненко, 1966; Солоненко, 1973а; Хромовских, 1965; и многие другие), обнаружение и изучение палеосейсмодислокаций начинается с их выделения по морфологическим признакам, за которыми далее следуют геолого-структурные и, в конечном счете, сейсмогеологические выводы, то и сам подход должно также с большим основанием отнести к приложениям не морфоструктурного, а структурно-морфологического анализа¹.

Предложив общую идею нового палеосейсмологического подхода (сохраним это название, ставшее привычным и распространенным), автор, как говорилось выше, был отвлечен другой работой и к сейсмогеологическим исследованиям долго не возвращался. Ясно, что требовалась дальнейшая разработка этой общей идеи. Такую задачу взяла на себя Лаборатория инженерной сейсмологии Института земной коры СО АН СССР, возглавляемая В. П. Солоненко. На очереди стояли следующие вопросы разработки нового палеосейсмогеологического подхода.

1. Разработка диагностики палеосейсмодислокаций с учетом возможности морфологической их имитации иными процессами. Примером последнего могли бы служить так называемые присклоновые валы и сопровождающие их присклоновые рвы, описанные еще В. А. Обручевым в его «Полевой геологии» и, вероятно, во многих случаях получавшие неверное объяснение (Флоренсов, Галкин, 1966).

2. Классификация палеосейсмодислокаций, отвечающая не только морфологическим и геологическим при-

¹ Разница между этими анализами заключается в том, что в первом случае отправным моментом является геологическая структура, а во втором — морфология земной поверхности.

знакам, но и приблизительной интенсивности создавших их землетрясений.

3. Разработка прямых и косвенных методов абсолютной датировки палеосейсмодислокаций.

Решение этих задач представляло немалые трудности, но положительные результаты все же были достигнуты, и отрицать их при объективном отношении невозможно. Вместе с тем, поскольку в такие решения при большой сложности условий возникновения и хода землетрясений (сила и направление толчка, геоморфологическая обстановка, грунтовые условия, обводненность грунтов и т. д. при вероятной важной роли и других неизвестных величин) неизбежно включался субъективный элемент, возможное порой принималось за действительное. Принцип конформности стал применяться по отношению к интересующим нас или сходным с ними объектам иногда механически. Имело место и увлечение некоторых исследователей кажущейся простотой и эффективностью палеосейсмогеологического «метода». Так, наряду с убедительными примерами палеосейсмодислокаций, в отдельных работах и даже в специальных недавних статьях стали приводиться в качестве примеров такие явления, сейсмическая природа которых остается крайне гипотетичной¹. Поэтому в среде некоторых геологов и особенно физиков-сейсмологов к палеосейсмогеологическому подходу стало проявляться все возрастающее недоверие. Предложенный в качестве вспомогательного, пригодного для оценки потенциальной сейсмичности мало изученных территорий только в комплексе с другими приемами и методами, что, впрочем, подчеркивалось и В. П. Солоненко (1962, 1966), палеосейсмогеологический, структурно-морфологический, подход в некоторых работах приобрел значение чуть ли не ведущего, что стало грозить дискредитацией самой, достаточно трезвой, с точки зрения автора, основной его идеи.

Когда после Могодского землетрясения 1967 г. (МНР) встал вопрос о более детальном сейсмическом районировании промышленных районов Монголии и, в частности, Улан-Батора, палеосейсмогеологический подход в изло-

¹ Автор и сам, по-видимому, ошибся, приняв по аэрофотоснимку за палеосейсмодислокацию линейный ров (маргинальный канал) в верховьях р. Оки (Флоренсов, 1960а).

женном выше варианте также был принят во внимание. Участвовавший в этих работах монгольский геолог Нацаг-Юм (1971), уже имевший опыт сейсмогеологических исследований, между прочим, обратил внимание на давно известные монголам линейные микрорельефные формы, имеющиеся в разных частях Монголии и, в частности, очень хорошо выраженные в эпицентральной области Могодского землетрясения 1967 г. Особенно ясно наблюдаемые при косом утреннем и вечернем освещении, эти, довольно загадочные, на больших отрезках прямолинейные, в поперечном разрезе обычно выпуклые, асимметричные формы занимают порой нейтральное положение в рельефе, как бы наложены на него и, на первый взгляд, действительно напоминают древние, почти сnivelированные денудацией разрывы, отразившиеся на поверхности и могущие иметь сейсмическое происхождение. Монголы считают их древними дорогами — например, Чингизий-зам («Дорога Чингиз-хана»), Гунди-зам («Дорога царицы»). Нацаг-Юм отнес эти проблематические образования к палеосейсмодислокациям, ссылаясь (в устной беседе с автором) не только на их линейность, прямолинейность и наложение на разные формы рельефа, но и на то, что в меридиональной долине ручья Хулчжыйн-гол, где находится селение Могод-сомон, «Дорога царицы» тянется рядом (и параллельно) с сейсмической трещиной на протяжении около 40 км.

В 1971 г. автором совместно с Нацаг-Юмом было произведено обследование «Дороги царицы» в разных местах Центральной Монголии и, в частности, в эпицентральной зоне Могодского землетрясения 1967 г. Морфология Гунди-зам оказалась однообразной, ширина всюду приблизительно одинаковой (от 2,0—2,5 до 4,0—4,5 м) при высоте от 0,5 до 1,5 м. Выпуклая центральная часть ограничивается кюветообразной ложбиной с одной и, реже, с обеих сторон. Изгибы Гунди-зам (как и Чингизий-зам в другом районе) то плавные, с рельефом несогласованные, то резкие до прямоугольных. Обследование в районе неогенового вулкана Дулан и близ р. Орхон показало, во-первых, что местами вал Гунди-зам превращается в углубление и в одном пункте с намеком на мощные естественными плитами базальта, во-вторых, что, подойдя к обрыву р. Орхон, «Дорога царицы» исчезла и на противоположном берегу не появилась. Вопрос был решен в

субмеридиональной впадине к югу от селения Могод, где после параллельного следования на протяжении десятков километров сейсмический разрыв пересек Гунди-зам. В обнажении видно, что ложбины («кюветы») Гунди-зам подстилаются бесструктурной массой супесчано-щебнистого элювия, а вал — той же массой, но с преобладанием щебня и более крупных обломков. Это явно искусственный материал, наброс. Таким образом, Гунди-зам, как и сходный с ним во всех чертах Чингизийн-зам, оказались искусственными сооружениями, а народное предание соответствующим истине. Историки, в их числе А. П. Окладников (устное сообщение), также считают описанные образования следами древних дорог. По-видимому, можно пойти в этом направлении и дальше. Из истории известно, что у монгольских ханов в качестве невест особенно ценились иноземные царевны, и к их приезду, возможно, сооружались особые ритуальные дороги. Отсюда и может вести свое начало предание о дорогах царевен.

Мы привели эти данные, чтобы показать, как далеко могло зайти увлечение поисками палеосейсмодислокаций и какие серьезные ошибки могли из этого следовать. Явления естественной имитации и конвергенции в геоморфологии широко известны, и они, в отличие от искусственных сооружений, подобных дорогам царевен и Чингизхана, еще более опасны при поспешных выводах, так как встречаются в природе гораздо чаще и, вероятно, в бесчисленных степенях морфологического сходства с предполагаемыми в нашем случае следами древних землетрясений. Это особенно касается не прямых, а возможных косвенных следов последних, таких как древние обвалы, оползни, сплывы, нагромождения очень грубого пролювия, которые, подобно террасам речных долин, могут иметь и тектоническое (сейсмическое) и экзогенное происхождение.

Как же после всего сказанного следует относиться к изложенному палеосейсмогеологическому подходу и можно ли считать его все-таки *методом* оценки прошлой и, значит, в какой-то степени вероятной современной сейсмичности? Автор никогда не считал его методом в строгом смысле, хотя из лежащей в его основе простой идеи сами собой вытекали приемы практического применения этой идеи при полевых исследованиях. Как новый «угол зрения», он был встречен с интересом и сейсмологами и

геологами. Среди первых назову Е. Ф. Саваренского, А. А. Трескова и С. Л. Соловьева. Известный своими работами в области сейсмогеологии Б. А. Петрушевский также признал правомерность такого вспомогательного подхода в некоторых конкретных условиях. В дальнейшем, в конце 60-х и особенно в 70-х годах, оппозиция палеосейсмогеологическому методу, как называет его В. П. Солоненко, возрастала, перейдя преимущественно в стан сейсмологов. Возможно, что одной из причин такой оппозиции было сдержанное (или просто отрицательное) отношение ко всяким новым качественным подходам, главным же явилось широкое применение в те же годы сейсмогеологического «метода» в области обзорного, регионального и детального сейсмического районирования, казавшееся преувеличенным значение его в области сейсмического прогноза вообще.

С точки зрения автора, прогноз землетрясений является настолько важной проблемой мировой науки, что всякие попытки внести свою лепту в ее решение (в том числе, конечно, и в качественные приемы или подходы) должны поощряться, подвергаться проверке временем и практикой, а уже затем отвергаться или получать полное признание. В этой стадии проверки и находится до сих пор рассматриваемый подход, основанный на поисках и диагностике палео- или даже неосейсмодислокаций¹. Положение осложняется тем, что действительно существует повод для критики этого подхода со стороны сейсмологов и некоторых геологов, о чем будет сказано ниже.

В. П. Солоненко (1973а) утверждает, что всякое землетрясение — процесс прежде всего геологический. Это утверждение, справедливое само по себе, станет еще более убедительным, если определить землетрясение как процесс физико-геологический (вспомним традиционное название общей геологии, как физической или динамической). Отсюда следует общеизвестное положение, что сейсмические явления — предмет изучения геологии, сейсмологии и, добавим, геоморфологии совместными их си-

¹ Эти термины, конечно, условны и не имеют отношения к стратиграфической геохронологии. Слово «палео», т. е. древний, в данном случае принято для обозначения сейсмодислокаций, о которых отсутствуют какие-либо исторические сведения. Под неосейсмодислокациями же подразумеваются следы исторических землетрясений, датированных точно или приблизительно.

лами. В этой связи сейсмологам следует все же напомнить, что все физические модели сейсмического очага исходят из геолого-структурных, геодинамических моделей, известных геологии очень давно из громадного опыта изучения разнообразных дислокаций. Но дело не столько в структурно-геодинамических моделях, сколько в том, что на все явления, происходившие и происходящие в недрах Земли, геология смотрит с исторической стороны. В этом согласны все геологи и сейсмогеологи, и отказаться от такой точки зрения невозможно. Поэтому другой тезис В. П. Солоненко (1973а), что палеосейсмодислокации — это летопись сильных землетрясений, также справедлив в том случае, если наблюдаемые деформации слоев или самой земной поверхности действительно не являются чем-либо иным, если сейсмическая природа данных структур или морфоструктур является доказанной. В доказательстве такой природы вся суть палеосейсмологического подхода (метода), его сила и слабость одновременно. Вот почему такой подход не может с полным правом считаться вполне разработанным научным методом, что, впрочем, относится и к историко-структурному (Белоусов, 1954; Петрушевский, 1955, 1959, и др.), сейсмотектоническому (Губин, 1950, 1960) и тектонофизическому (Гзовский, 1957, 1963) методам.

Правильность общей идеи палеосейсмотектонического подхода представляется нам бесспорной потому, что эта общая идея связана с прямыми фактами — реальными следами древних землетрясений (если они несомненны), а не с общими геологическими соображениями. И, наконец, последнее, что нельзя упустить из вида при критике палеосейсмогеологического приема — возможность и полезность применения последнего лишь в сочетании с другими подходами и «методами». На это указывали и В. П. Солоненко (1962, 1973а), и автор. Другое дело, как эти заявления реализовались на практике.

Теперь рассмотрим доводы против. Уязвимым, возможно, единственным уязвимым местом палеосейсмогеологического подхода является в ряде случаев недоказуемость необычных геоморфологических объектов, как явлений, действительно связанных с древними землетрясениями. В подобных случаях утвердительные решения на том основании, что ни чем иным, кроме землетрясения, такие феномены нельзя объяснить, никого убедить

не смогут. В самом деле, мало ли каких явлений природы мы пока объяснить не можем? Такой путь столь же легок, сколь безответствен. Путь мышления, следующий через вехи: «подозрение» — предположение — уверенность, в зависимости от склада ума и характера исследователя, в описательных и полуописательных науках бывает очень коротким, но и бесплодным. От уверенности до убежденности также один шаг, но и тут до всесторонне доказательного суждения может быть очень далеко. Тем не менее, автору кажется, что уже «подозрение», если оно возникло из прямого наблюдения профессионально опытного исследователя, само имеет научную ценность, пусть даже скоропреходящую. Такой наблюдатель не пройдет мимо необычного, вне морфологических канонов стоящего феномена, каким, в частности, являются палеосейсмодислокации.

Региональная геоморфология знает немало и других парадоксов, до сих пор не получивших правильного или во всяком случае общепринятого объяснения. Таковы, например, антецедентные «долины прорыва», особенно те, которые начинаются на одном склоне возвышенности, спускаясь с него, затем поворачивают под прямым углом вдоль ее подножья, а через некоторое расстояние с помощью второго колена образуют поперечный прорыв той же самой возвышенности¹. Несмотря на многочисленные гипотезы, эти явления остаются во многом загадочными. Они, как и им подобные многочисленные явления, могут быть вполне поняты только с помощью документов, восстанавливающих их геологическую историю. История возникновения настоящей первичной сейсмодислокации, как известно, кратковременна, почти мгновенна, но будучи, как правило, связанными с глубокой и исторически предшествовавшей им тектонической структурой, крупнейшие из палеосейсмодислокаций продолжают затем «жить» столетия, а в специфических климатических и тектонических условиях даже тысячелетия. В этом

¹ Автор наблюдал два великолепных примера таких явлений. Первый — в заведомо и давно гумидных условиях Приморского хребта в Прибайкалье — долина одного из малых притоков Байкала р. Голоустной, второй — безымянная сухая долина в заведомо семиаридных условиях средней цепи горной группы Гурбан-Сайхан в Южной Монголии.

В. П. Солоненко также совершенно прав (Солоненко и др., 1966).

Другое обстоятельство, обострившее критику изложенного приема — увлечение палеосейсмогеологией в описанном варианте и отсюда — имеющиеся в некоторых работах поспешные выводы, вызвавшие справедливые сомнения. Этот недостаток в практике палеосейсмологических исследований — следствие несовершенства диагностики палеосейсмодислокаций. К подобным поспешным категорическим выводам, как нам кажется, нужно отнести, например, причисление к настоящим палеосейсмодислокациям структуры Шартлай и Риты (правильнее Рытый — название соответствующего мыса) на Байкале, хотя на конусе выноса р. Шартлай действительно имеются сейсмодислокации, но в другом месте и другом масштабе (Флоренсов, Галкин, 1966), некоторые особенности неосейсмодислокации Битут в Гобийском Алтае (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963; Солоненко и др., 1966), считавшейся автором сбросо-обвалом, а затем переведенной в разряд настоящих тектонических сбросов с провалом части опущенного крыла в недра под ущелье Битут, так называемые сейсмо-вибрационные структуры на берегах Черного моря (Солоненко, 1973б) и некоторые другие геоморфологические феномены. Их природа, действительно, недостаточно ясна, но этого, конечно, недостаточно для безоговорочного признания в них настоящих палео- или неосейсмодислокаций. Так, если Средне-Кедровский «живой» разлом на склоне Байкальского хребта (впервые обнаружен Л. И. Салопом, описан кратко автором в 1960 г.) действительно не может быть ни чем иным, как разломом, созданным или обновленным при очень сильном землетрясении, то выходы гранитов к северо-востоку от видимого окончания трассы этого разлома могут и не иметь с ним никакой связи (рис. 10). Внимательный осмотр этих оригинальных по форме выходов и расщелин между ними, порой с хорошо выраженными зеркалами скольжения, проведенный автором еще в конце 50-х годов, убедил его в невозможности связывать эти два явления в генетически единое целое. То же самое относится к «сейсмогенной структуре Сарма» (рис. 11, 12), описанной В. С. Хромовских (Сейсмотектоника..., 1968). Таким образом, вывод о том, что лишь некоторая часть из множества палеосейсмодислокаций, описанных до сих

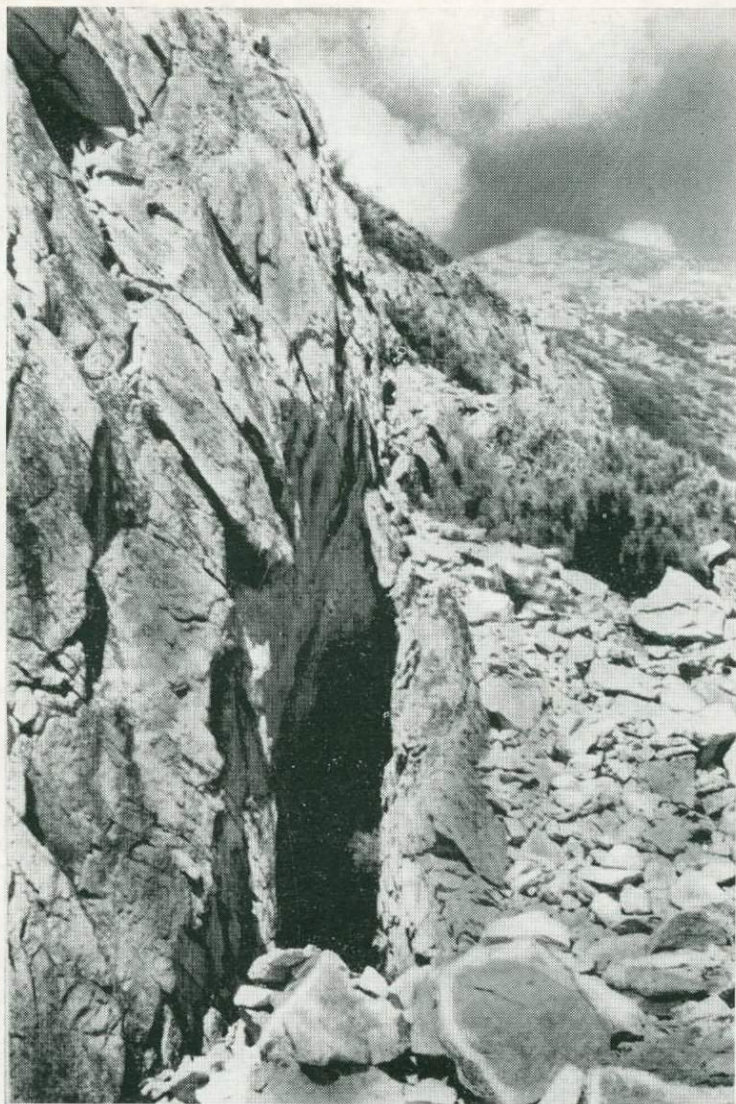


Рис. 10. Обнажение гранодиоритов на приозерном склоне Байкальского хребта. Фото автора.

Трещина в гранодиоритах образует широкую полость. Имеются зеркала скольжения. К палеосейсмодислокациям может быть отнесена весьма условно



Рис. 11. «Палеосейсмодислокации» в структуре «Сарма» (западный берег Байкала).

Видны разрывы и западины, связанные, вероятно, с поверхностными деформациями грунтов (суффозия?). Причисление их к формам древних сейсмических разрывов вполне гипотетично

пор в Прибайкалье, может быть отнесена к этому классу деформаций земной поверхности, а другая их часть в лучшем случае гипотетична, основана на личном знакомстве автора с рядом примеров непосредственно в полевой обстановке.

Из сказанного явствует, во-первых, что в уже довольно давно предложенном палеосейсмогеологическом подходе к оценке сейсмичности ведущая роль принадлежит морфоструктурному или структурно-морфологическому анализу. И этот подход мог бы стать полноценным методом, если бы были найдены точные признаки отличия палеосейсмодислокаций от иных морфологически сходных явлений. Пока это именно подход или прием, во многом еще путь исканий, основанный, однако, на правильной общей идее, заслуживающий не ревнивой и пристрастной, а доброжелательной критики, к сожалению, далеко не всегда имеющей место в научных кругах. На этом

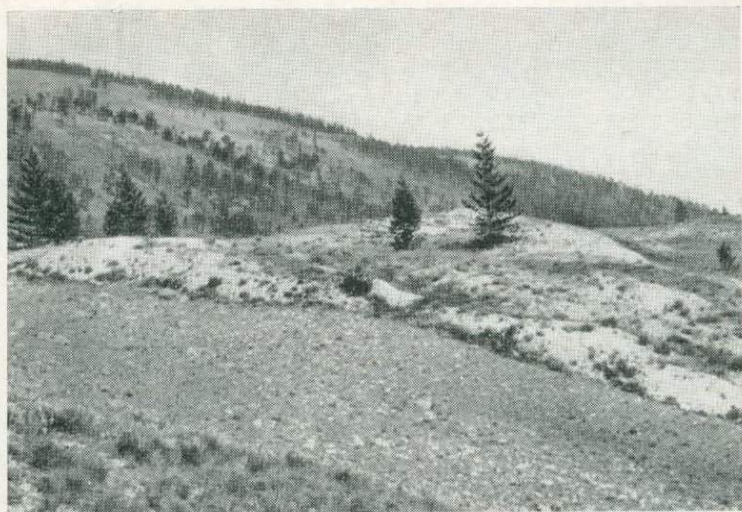


Рис. 12. Вал из мелкообломочного материала, напоминающий тело древнего оползня (тот же район, что и на рис. 11). Фото автора.

Происхождение его легче объяснить обычным гравитационным движением поверхностных масс, нежели эффектом древнего замлетрясения

пути нужны новые факты, мысли и новые разработки, а учет уже достигнутого необходим при сейсмическом районировании любого масштаба. Дальнейший путь при оценке сейсмичности мало изученных территорий — присоединение возможностей описанного подхода к возможностям других, как опирающихся на сейсмостатистику, так и иных геологических подходов, объединение их с физическими методами, в большинстве своем, как известно, также остающимися на уровне подходов или приемов.

Большой заслугой В. П. Солоненко и его сотрудников, взявших сейсмогеологический подход на вооружение с момента его возникновения, является плодотворный и целеустремленный труд по разработке некоторых аспектов этого подхода, его пропаганде, применению в разнообразных по современному сейсмическому режиму районах Советского Союза, а также накопление материала, своего рода коллекционирование очень большого числа фактов, часть которых, с моей точки зрения, может уверенно от-

носиться к палеосейсмодислокациям, а другая часть в этом смысле остается под сомнением. Выше мы уже отмечали элемент чрезмерного увлечения и доверия к возможностям палеосейсмогеологического подхода, что не содействовало укреплению его репутации. Но, с другой стороны, если бы большое число соответствующих статей и монографий не вышло в свет и не обратило на себя внимание, предложенный 18 лет тому назад палеосейсмогеологический подход к оценке сейсмичности неизученных территорий был бы, возможно, вообще забыт. И забыт, конечно, незаслуженно, так как успехи других, и не только геолого-геоморфологических, подходов к прогнозу землетрясений до сих пор отнюдь не превысили конкретных достижений палеосейсмогеологического подхода. В заключение еще раз подчеркнем, что этот подход явился прямым приложением к области сейсмических явлений структурно-морфологического анализа и его основы — принципа актуализма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Что же следует сказать или особенно подчеркнуть в заключение этих очерков? Можно ли сделать на их основании какие-либо общие выводы, имеющие значение для сегодняшнего или даже для завтрашнего дня науки о рельефе? В предисловии упоминалось о том, что с годами, как казалось автору, у него складывалась «система взаимосвязанных представлений» и, следовательно, вопрос в том, действительно ли изложенные в очерках взгляды могут быть объединены в такую систему?

Очерки были посвящены отдельным вопросам геоморфологии, главным образом структурного ее направления, и, с нашей точки зрения, представляют собой не более, чем наброски или этюды, содержащие как критические высказывания (например, очерк о терминологии), так и попытки ввести в теорию и методологию этой науки некоторые позитивные элементы. Вместе с тем автору кажется, что общая идейная линия, на которую, так сказать, «нанизаны» отдельные очерки, все же имеется и ясно в них просвечивает. Эта линия состоит в том, что во главу угла ставится представление о круговороте или обратном потоке массы — энергии, определяющем развитие поверхностных зон Земли, так же, как, несомненно, поверхностных зон других планет. Разнообразные морфологические следствия такого круговорота массы — энергии на поверхности планеты и есть конкретный предмет геоморфологии. Мы условно назвали этот поток литодинамическим. С подобной точки зрения все эндогенные геодинамические процессы суть проявления восходящей ветви литодинамического потока, а все экзогенные процессы — порождение нисходящей его ветви. Рельеф есть прямое, зримое и непосредственное выражение баланса восходящей и нисходящей ветвей литодинамического потока. Этот последний можно сравнить с процессами обмена веществ и энергий в «организме» планеты. Им охва-

тывается все многообразие геологических, геохимических и геофизических явлений в земной коре и верхней мантии, а непосредственно на смыкании и переходе одна в другую восходящей и нисходящей ветвей, т. е. в зоне контакта лито- и атмо-гидросферы, выполняются функции осадочного породообразования (литогенеза) и рельефообразования. Генетически и пространственно с этой зоной связана и биосфера.

В одном из очерков, а также в своих ранних публикациях, автор подчеркивал особую специфику предмета геоморфологии, в котором «рельеф» и «формы рельефа» суть, с одной стороны, исторически развивающиеся природные явления, а с другой — отражения в нашем сознании этих явлений в виде условных, порой мало определенных понятий, обозначаемых расплывчатыми и тем самым довольно беспомощными терминами. Мы видели, что на этом пути предстоит сделать еще многое для вывода геоморфологии, как одной из наук о Земле, из состояния затаившейся незрелости.

Выражение баланса массо-теплопереноса в недра и к поверхности Земли, как и других планет, через морфологию их поверхности из-за своей специфичности определяет особые трудности создания общей теории этой науки и конкретизации ее содержания. Об этом шла речь в очерке о форме и содержании, где ставился вопрос, во-первых, об особом и даже преимущественном внимании к изучению самих форм земной поверхности, а во-вторых, о несводимости геоморфологического содержания к понятию о геологическом субстрате и о «содержательности» свойств форм земной поверхности как таковых. На этом основании выше неоднократно подчеркивалась мысль об особой важности и еще далеко не исчерпанных возможностях собственно морфологического, а не только историко-генетического аспекта в геоморфологии. На трех главных примерах: 1) двойственности процесса рельефообразования, т. е. интеграции и дезинтеграции, рассматриваемых в их противоположности и единстве, 2) направленной функциональной связи элементов рельефа в действующей геоморфологической системе, из которой выпадают недействительные элементы, т. е. реликтовые формы, и 3) симметрично-диссимметричных отношений демонстрировались различные точки зрения или подходы в морфологическом анализе. Указывалось, что проникновение геологического

начала, особенно широко представленного в структурной геоморфологии как одном из направлений в науке о рельефе, и в морфоструктурном анализе как широко распространенном и в настоящее время ведущем ее методе, ни в коем случае не должно поглощать собой все содержание геоморфологии. Автор стремился показать, что учение о формах рельефа тесно связано с учением о их происхождении и изменении, но не тождественно ему.

Далее, была сделана попытка если не углубить, то несколько уточнить некоторые методологические положения науки о рельефе с позиций марксистско-ленинской философии, например, показать действительную роль актуализма как частного, но очень важного принципа сравнительно-исторических исследований природных явлений. Приводимые примеры приложения принципа актуализма к изучению конкретных объектов касались проблемы горообразования и частной, но чрезвычайно актуальной проблемы — геоморфологических критериев в палеосейсмогеологии.

Из всего предыдущего изложения, нам думается, вытекают следующие выводы.

1. В арсенале современной геоморфологии необходимо сохранять и развивать дополняющие друг друга виды анализа рельефа: собственно морфологический, или пластический, исследующий свойства форм как таковых; морфоструктурный, хорошо разработанный и общепринятый; структурно-морфологический — познание геологических структур через их геоморфологическое выражение; наконец, морфоскульптурный в принятом понимании.

2. Одной из самых главных задач современной геоморфологии следует считать отыскание и выбор морфологических эталонов, соответствующих структурно-вещественным сущностям форм рельефа, наблюдаемых в разных тектоно-климатических режимах, с тем чтобы, развивая и совершенствуя систему таких эталонов, совершенствовать визуальную диагностику морфологических объектов на поверхности других планет. Не приходится специально аргументировать важность такого «космического» аспекта структурной геоморфологии.

3. Развитие и совершенствование терминологии, равно как формализация понятий как первоочередная задача, лежит в русле собственно морфологического (пластического) анализа, в поисках связей статического и дина-

мического начал, содержащихся в латентном состоянии в самих формах земной поверхности, в раскрытии их функциональных связей и в становлении, если можно так выразиться, «физической геометрии» рельефа.

4. Насущная для геоморфологии проблема горообразования все еще слабо разработана и остается по существу в ведении тектоники и геофизики. Вместе с тем геоморфологический аспект этой проблемы крайне важен и, как показывает приведенный выше пример характеристики Монголо-Сибирской горной системы, может обеспечить понимание внутренней пластики горного рельефа, а также возможность предвидеть главнейшие морфологические черты глубинных неоднородностей, ответственных за горообразование как эндогенный процесс.

5. Развитие теории склонов, которой автор не занимался сам и поэтому не рассматривал в данной книге, — ведущая проблема и вместе с тем главный путь создания общей теории геоморфологии. Ее успешная разработка возможна только при объединении всех существующих методик исследования под главенством пластического принципа, выражающего однозначную для данных места и времени связь между формой и содержанием геоморфологических объектов. В характере активности пространственно и функционально связанных элементов деятельной геоморфологической системы — ключ к пониманию ее будущего развития.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтае-Саянская горная область. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1969.
- Астахов В. И.* О геоиндикационном значении относительного возраста рельефа.— Геоморфология, 1976, № 2.
- Белоусов В. В.* К вопросу о методах сейсмического районирования.— Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1954, № 3.
- Билибин Ю. А.* О хребтах северо-восточной Азии.— Проблемы сов. геологии, 1935, № 8.
- Биллингс М. П.* Структурная геология. М., ИЛ, 1949.
- Борзов А. А.* К вопросу об асимметрии междуречных плато.— Сб. в честь Д. Н. Анучина. М., 1913.
- Бугаевский Г. И., Нерсесов И. Л., Рогожина В. А.* Горизонтальные неоднородности верхней мантии в Центральной Азии.— Изв. АН СССР. Сер. физика Земли, 1971, № 6.
- Бугаевский Г. И.* Байкальский рифт как частное проявление связей поверхностных структур с особенностями строения мантии.— В кн.: Проблемы рифтогенеза. Иркутск, 1975.
- Булмасов А. П.* Структура земной коры района Байкальской впадины по геофизическим данным.— Труды Иркутск. гос. ун-та, т. XXV. Сер. геол., 1959, вып. 4.
- Булмасов А. П.* Некоторые особенности геофизических полей и структура земной коры Байкальской рифтовой зоны. В кн.: Байкальский рифт. М., «Наука», 1968.
- Ванюшин С. С.* Верхоянский хребет или Верхоянское нагорье.— Проблемы сов. геол., 1936, № 6.
- Воронов П. С.* Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Л., «Наука», 1968.
- Ганешин Г. С., Соловьев В. В., Чемяков Ю. Ф.* Проблема возраста рельефа.— Геоморфология, 1970, № 3.
- Ганешин Г. С.* Состояние и задачи геоморфологического картирования в Сибири и на Дальнем Востоке.— В кн.: Проблемы прикладной геоморфологии (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1976.
- Гегель Г. В.* Энциклопедия философских наук, т. 2. Философия природы. М., «Мысль», 1975.
- Геологический словарь. М., Госгеолтехиздат. 1955.
- Геологический словарь. М., «Недра», 1973.
- Геология Монгольской Народной Республики, тт. 1 и 2. М., «Недра», 1973.
- Герасимов И. П.* Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР.— Проблемы физ. географии, вып. 12, 1946.

- Герасимов И. П.* Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Герасимов И. П.* Структурный анализ рельефа и его содержание.— Методы геоморфологических исследований. Т. 1. Новосибирск, «Наука», 1967.
- Герасимов И. П.* Поверхности выравнивания в современном и древнем рельефе Земли и их историко-геоморфологическое значение.— Геоморфология, 1975, № 1.
- Герасимов И. П., Лавренко Е. М.* Основные черты природы Монгольской Народной Республики.— Изв. АН СССР. Сер. географ., 1952, № 1.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А.* Понятия «морфоструктура» и «морфоскульптура» и использование их в целях геоморфологического анализа.— В кн.: Рельеф Земли. М., «Наука», 1967.
- Гзовский М. В.* Тектонофизическое обоснование геологических критериев сейсмичности.— Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1957, № 2 и 3.
- Гзовский М. В.* Использование новейших и современных тектонических движений при детальном сейсмическом районировании нового типа.— В кн.: Современные движения земной коры. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Гоби-Алтайское землетрясение. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Горелов С. К., Дренов Н. В., Мещеряков Ю. А.* и др. Поверхности выравнивания СССР.— Геоморфология, 1970, № 1.
- Горелов С. К.* Основные этапы выравнивания рельефа СССР и проблема их корреляции с древними эпохами выветривания.— Геоморфология, 1971, № 4.
- Горелов С. К.* Морфоструктурный анализ нефтегазоносных территорий (на примере Юго-Востока Русской равнины). М., «Наука», 1972.
- Готт В. С.* Симметрия и асимметрия. В кн.: Диалектика и современное естествознание. М., «Наука», 1970.
- Губин И. Е.* Сеймотектонический метод сейсмического районирования.— Труды Геофиз. ин-та АН СССР, 1950, № 13 (140).
- Губин И. Е.* Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Девяткин Е. В.* Структуры и формационные комплексы этапа кайнозойской активизации.— В кн.: Тектоника Монгольской Народной Республики. М., «Наука», 1974.
- Дмитриев Г. А.* Основное условие слоеобразования в свете учения о симметрии.— Зап. Ленингр. горного ин-та, 1960, т. XXXVIII, вып. 2.
- Думитрашко Н. В.* Проблема классификации морфоструктур горных стран.— В кн.: Актуальные проблемы теоретической и прикладной геоморфологии. М., «Наука», 1975.
- Ермолов В. В.* Вопросы составления геоморфологических карт при среднемасштабной комплексной геологической съемке северных районов.— Труды Ин-та геологии Арктики, 1958, т. 83.
- Ермолов В. В.* Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании. Новосибирск, Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1964.
- Живаго А. В., Затонский Л. К.* Вопросы классификации рельефа дна морей и океанов и его изображение на геоморфологиче-

- ских картах.— В кн.: Геоморфологическое картоведение СССР и частей света. М., «Наука», 1973.
- Зорин Ю. А.* О глубинном строении впадины озера Байкал по геофизическим данным.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1966, № 7.
- Зорин Ю. А.* Новейшая структура и изостазия Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий. М., «Наука», 1971.
- Зорин Ю. А., Сизиков А. И.* О возникновении и развитии Даурского свода (Центральное Забайкалье).— Вест. научн. информ. Забайкальск. отдела Географ. об-ва СССР, 1965, № 2.
- Зорин Ю. А.* Механизм образования Байкальской рифтовой зоны в связи с особенностями ее глубинного строения.— В кн.: Проблемы рифтогенеза. Иркутск, 1975.
- Кинг Л.* Морфология Земли. М., «Прогресс», 1967.
- Коржуев С. С.* Морфотектоника и рельеф (на примере Восточной Сибири). М., «Наука», 1974.
- Кропоткин П. Н., Ларионов Л. В.* Современное напряженное состояние земной коры и механизм возникновения зон растяжения и рифтов на фоне глобального сжатия.— В кн.: Проблемы рифтогенеза. Иркутск, 1975.
- Крубер А. А.* Общее землеведение, ч. I. М., 1923.
- Кучай В. К.* Тектоника и геометрия.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, № 7.
- Ламакин В. В.* Неотектоника Байкальской впадины. М., «Наука», 1968.
- Леонтьев О. К., Лонгинов В. В.* Геодинамика, литодинамика, морфодинамика и динамическая геоморфология.— Геоморфология, 1972, № 3.
- Лискун И. Г.* Эоплейстоцен межгорных впадин Центральной Азии. М., «Наука», 1975.
- Личков Б. Л.* Основные законы развития рельефа земного шара.— Труды Второго Всесоюзн. геогр. съезда. Т. 2. М., Географгиз, 1948.
- Макеев П. С.* Физическая география СССР. Ч. I. Рельеф СССР. М., ГУГК, 1944.
- Маринов Н. А.* Стратиграфия Монгольской Народной Республики. М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Марков К. К.* Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948а.
- Марков К. К.* История и состояние геоморфологических идей.— Труды Второго Всесоюзн. геогр. съезда. Т. 2. М., Географгиз, 1948б.
- Международный симпозиум в рамках МГС по методам морфоструктурного анализа при поисках минеральных и энергетических источников. Резюме докладов.— Slovenska Akadémia vied-Geografický Ústav. UNESCO. Smolenice, 1976.
- Мещеряков Ю. А.* Структурная геоморфология равнинных стран. М., «Наука», 1965.
- Мещеряков Ю. А.* Рельеф СССР (Морфоструктура и морфоскульптура). М. «Мысль», 1972.
- Мишарина Л. А.* Напряжения в земной коре в рифтовых зонах. М., «Наука», 1967.
- Мишарина Л. А.* Напряжения в очагах землетрясений Монголо-Байкальской сейсмической зоны.— Сейсмология, 1972, № 8.

- Мурзаев Э. М.* Монгольская Народная Республика. Физико-географическое описание. М., 1952.
- Мушкетов И. В., Мушкетов Д. И.* Физическая геология. Л., 1935.
- Нагорья Прибайкалья и Забайкалья (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1974.
- Нацаг-Юм Л.* Рельеф Монгольской Народной Республики в связи с тектоникой и сейсмичностью.—Бюлл. Совета по сейсмологии. 1960, № 10.
- Нацаг-Юм.* Элементы геоморфологии и неотектоники эпицентральной зоны.— В кн.: Сейсмическое районирование Улан-Батора. М., «Наука», 1971.
- Николаев Н. И.* Импульсные тектонические движения и их рельефообразующая роль.— Геоморфология, 1975, № 3.
- Николаев Н. И.* О содержании и основных задачах геоморфологии.— Геоморфология, 1976, № 4.
- Николаева Т. В.* Геоморфологическое строение Центральной Монголии. Л., Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1971.
- Павловский Е. В.* Сравнительная тектоника мезо-кайнозойских структур Восточной Сибири и Великого Рифта Африки и Аравии.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5.
- Обручев В. А.* Орографический и геологический очерк Центральной Монголии, Ордоса, Восточной Ганьсу и Северной Шаньси.— Изв. Русск. географ. об-ва, 1894, т. 30, № 2.
- Обручев С. В.* Объем и содержание понятий «хребет Черского» и «Верхоянский хребет».— Изв. ГГО, 1937, т. 69.
- Пейве А. В.* Тектоника и магматизм.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1961, № 3.
- Петрушевский Б. А.* Значение геологических явлений при сейсмическом районировании.— Труды геофиз. ин-та АН СССР, 1955, № 28, (155).
- Петрушевский Б. А.* К геологической обстановке Ганьсуйского землетрясения 1920 г.— ДАН СССР, 1959, т. 129, № 2.
- Петрушевский Б. А.* О связи землетрясений максимальной силы с геологической обстановкой.— Бюлл. Совета по сейсмологии, 1960а, № 8.
- Петрушевский Б. А.* К сейсмологической характеристике горных сооружений Южной Сибири и Северной Монголии.— Бюлл. Совета по сейсмологии, 1960б, № 10.
- Поздняков А. В.* К теории динамического равновесия рельефообразующих сил.— Геоморфология, 1973, № 4.
- Пресняков Е. А.* Об асимметрии долин Сибири.— Вопросы геологии Азии. Т. 2. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1971.
- Проблемы эндогенного рельефообразования. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1976.
- Пузырев Н. Н., Мандельбаум М. М., Крылов С. В.* и др. Глубинное строение Байкальского рифта по данным взрывной сейсмологии.— Геол. и геофиз., 1974, № 5.
- Рогожина В. А.* О строении верхней мантии под Байкальской рифтовой зоной и прилегающими к ней территориями.— В кн.: Проблемы рифтогенеза. Иркутск, 1975.

- Сейсмотектоника и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. М., «Наука», 1968.
- Сейсмотектоника, глубинное строение и сейсмичность Северо-Востока Байкальской рифтовой зоны. М., «Наука», 1973.
- Синицин В. М. Центральная Азия. М., Географгиз, 1969.
- Скорняков П. И., Тупицин Н. В. Геоморфологический очерк Охотско-Колымского края. Ч. I.—Матер. по изуч. Охотско-Колымского края. Сер. I, 1935, вып. 10.
- Словарь современного русского литературного языка. Т. 16. М.—Л., «Наука», 1964.
- Словарь общегеографических терминов. Т. 1, 2. М., «Прогресс», 1976.
- Солоненко В. П. Определение эпицентральных зон землетрясений по геологическим признакам.—Изв. АН СССР. Сер. геол., 1962, № 1.
- Солоненко В. П. Палеосейсмогеологический метод.—В кн.: Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья. М., «Наука», 1966.
- Солоненко В. П. Палеосейсмогеология.—Физ. Земли, 1973а, № 9.
- Солоненко В. П. Землетрясения и рельеф.—Геоморфология, 1973б, № 4.
- Солоненко В. П., Тресков А. А., Флоренсов Н. А. Катастрофическое Гоби-Алтайское землетрясение 4 декабря 1957 г. М., Госгеол-издат, 1960.
- Сочава В. Б. Учение о геосистемах. Новосибирск, «Наука», 1975.
- Спиридонов А. И. О некоторых теоретических проблемах геоморфологии.—Геоморфология, 1974, № 2.
- Тимофеев Д. А. О некоторых геоморфологических законах.—Геоморфология, 1972, № 2.
- Тимофеев Д. А. Из истории названия науки о рельефе.—Геоморфология, 1975а, № 4.
- Тимофеев Д. А. Пьедестальные горы — начальная стадия развития возрожденных гор.—В кн.: Структурная геоморфология горных стран. М., «Наука», 1975б.
- Тимофеев Д. А., Худяков Г. И. Концепция длительности активного формирования рельефа.—В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1976.
- Тимофеев Д. А., Чичагов В. П. Бэли Монголии.—В кн.: Геоморфология зарубежных стран. М., «Наука», 1974.
- Троицкий С. Л. О предмете и основных методах геоморфологии.—В кн.: Методы геоморфологических исследований. Новосибирск, «Наука», 1967.
- Трусов Ю. П. Диалектическая концепция развития и принцип закономерности как методологические основы актуализма.—В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971.
- Уфимцев Г. Ф. Новейшая тектоника Центрального Забайкалья. Материалы по геологии Центрального и Западного Забайкалья.—Зап. Забайкальск. филиала Геогр. об-ва СССР, вып. 55, 1971.
- Флоренсов Н. А. О структурном типе рельефа Забайкалья и термине «горный хребет».—Бюлл. МОИП, 1947а. Отд. геол., т. 22, вып. 6.
- Флоренсов Н. А. К вопросу о положении Яблонового хребта в Забайкалье.—Изв. Всес. геогр. об-ва, 1947б, № 2.

- Флоренсов Н. А. Геоморфология и новейшая тектоника Забайкалья.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 2.
- Флоренсов Н. А. О роли разломов и прогибов в структуре впадин байкальского типа.— Вопросы геол. Азии. Т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Флоренсов Н. А. Неотектоника Прибайкалья в связи с его сейсмичностью.— Бюлл. Совета по сейсмологии, 1960а, № 10.
- Флоренсов Н. А. О неотектонике и сейсмичности Монголо-Байкальской горной области.— Геол. и геофиз., 1960б, № 1.
- Флоренсов Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. Л., Изд-во АН СССР, 1960в.
- Флоренсов Н. А. К проблеме механизма горообразования во внутренней Азии.— Геотектоника, 1965а, № 4.
- Флоренсов Н. А. Что такое структурная геоморфология? — Изв. АН СССР. Сер. географ. 1965б, № 2.
- Флоренсов Н. А. Некоторые аспекты понятия «возраст рельефа». — Геоморфология, 1976, № 1.
- Флоренсов Н. А., Галкин В. П. Живые сбросы на западном побережье Байкала.— Изв. Вост.-Сиб. отдела ВГО, 1966, т. 65.
- Флоренсов Н. А., Хилько С. Д. Рельеф и сейсмичность.— В кн.: Проблемы эндогенного рельефообразования. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1976.
- Хромовских В. С. Сейсмогеология южного Прибайкалья. М., «Наука», 1965.
- Худяков Г. П. Общие принципы выделения комплексов горных пород, конформных и коррелятных морфоструктур.— В кн.: Структурно-геоморфологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке. М., «Наука», 1975.
- Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры.— Труды Ин-та геол. наук АН УССР, Киев, 1963.
- Чудинов Ю. В. Расширение Земли как альтернатива новой глобальной тектоники.— Геотектоника, 1976, № 4.
- Чичагов В. П. Классификация морфоструктур как центральная задача дальнейшего развития общей теории геоморфологии.— Изв. АН СССР. Сер. географ., 1976, № 1.
- Шанцер Е. В. К методологии историко-геологического исследования.— Геотектоника, 1970, № 2.
- Шатский Н. С. Гипотеза Вегенера и геосинклинали.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 4.
- Шатский Н. С., Косыгин Ю. А., Пейве А. В. и др. К вопросу о периодичности осадкообразования и методе актуализма в геологии.— В кн.: К вопросу о состоянии науки об осадочных породах. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Шафрановский И. И. Универсальный принцип симметрии и форма морской гальки.— Минералогич. сб. 1956, № 1. Изд. Львовского ун-та.
- Шерман С. И., Медведев М. Е., Ружич В. В. и др. Тектоника и вулканизм юго-западной части Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск, «Наука», 1973.
- Шейнманн Ю. М. О характере движений, создавших современный рельеф Средней Азии.— Проблемы сов. геол., 1937, вып. 3.

- Шейнманн Ю. М.* Великие обновления в тектонической истории Земли.— В кн.: Структуры земной коры и деформации горных пород. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Шубников А. В.* О работах Пьера Кюри в области симметрии.— Успехи физических наук. 1956. Т. 59, вып. 4.
- Шульц С. С.* Основные геоструктурные области Земли по данным новейшей тектоники СССР.— Сов. геол., 1962, № 5.
- Щукин И. С.* Общая морфология суши. Т. I. М., 1933; т. II, 1938.
- Щукин И. С.* Общая геоморфология. М., Изд-во МГУ. Т. 1, 1960; т. 2, 1964.
- Эдельштейн Я. С.* Основы геоморфологии. М.-Л., Госгеолиздат, 1947.
- Эз В. В.* Тектоника глубинных зон континентальной земной коры. М., «Наука», 1976.
- Юг Дальнего Востока. (Сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока»). М., «Наука», 1972.
- Яншин А. Л., Гарецкий Р. Г.* Тектонический анализ мощностей. В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Berkey C. P. a. Morris F. K.* Geology of Mongolia.— Nat. Hist. Central Asia. Amer. Mus. Nat. Hist., 1927, 11.
- Cotton C. A.* Geomorphology. New York, 1952.
- Dictionary of mining, mineral and related terms. Compiled and edited by Paul W. Thrust and the staff of the Bureau of Mines.— U.S. Department of the Interior, 1968.
- Emery K. O.* Asymmetrical valleys of San Diego County.— Calif. Bull. S. Calif. Acad. Sci., 1947, 46.
- The Encyclopedia of Geomorphology. Edited by Rhodes W. Fairbridge. Reinhold book corporation. New York — Amsterdam — London, 1968.
- Freund R.* Rift valleys.— The world rift system, a Symposium. Ottawa, 1965.
- Heim A.* Geologie der Schweiz. Leipzig, Tauchnitz, 1, 1919.
- Hilgenberg O. C.* Vow wechseuden Erdball. Verf.— Ver., Berlin, 1933.
- Nicolle J.* La symétric et ses applications. Paris, 1950.
- Paterson M. S., Weiss L. E.* Symmetry Concepts in the structure analysis of deformed rocks.— Geol. Sci. of Am. Bull., 1961, V. 72.
- Tricart J.* Cours de géomorphologie. Paris, 1952.
- Thornbury W. D.* Principles of geomorphology. New York, 1954.
- Webster's New International Dictionary of the English Language. Second edit. Springfield, Mass., USA, 1958.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
Предмет геоморфологии в общей концепции саморазвития Земли	7
О содержании структурной геоморфологии	20
О форме и содержании в геоморфологии	34
О принципе конформности	44
Двойственность процесса рельефообразования	53
О функциональной связи форм рельефа	65
Активное и пассивное в рельефе	77
О симметрии в геоморфологии	88
Метод актуализма в геоморфологии	103
Рельеф и биосфера	111
О некоторых орографических и геоморфологических терминах	122
К проблеме горообразования (на примере Южно-Сибирских и Северо-Монгольских нагорий)	146
Некоторые геоморфологические критерии в палео-сейсмологии	202
Заключение	227
Литература	231

Николай Александрович Флоренсов

ОЧЕРКИ
СТРУКТУРНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Утверждено к печати Лимнологическим институтом
Сибирского отделения АН СССР

Редактор издательства Н. Б. Золотова
Художник В. Е. Самохин
Художественный редактор И. К. Капралова
Технические редакторы О. М. Гуськова, Т. С. Жарикова
Корректор Д. Ф. Арапова

ИБ № 7225

Сдано в набор 28.12.78.
Подписано к печати 02.03.78.
Т-00245. Формат 84×108^{1/32}.
Бумага с меловым покрытием.
Гарнитура обыкновенная
Печать высокая
Усл. печ. л. 12,6. Уч.-изд. л. 13,0.
Тираж 1400 экз. Тип. зак. 12.
Цена 2 р. 30 коп.

Издательство «Наука»
117485, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 94а
2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

25-880

2517

