

ЗОНАЛЬНОСТЬ РЕЛЬЕФА КАВКАЗСКОГО ХРЕБТА

А. И. МАРУАШВИЛИ

Деление Кавказского хребта на зоны и районы с геоморфологической точки зрения должно учитывать не только топографию отдельных морфологических ландшафтов, но также основные генетические предпосылки, определившие каждый ландшафт. На ряду с изучением геологической структуры необходимо иметь ясное представление о внешних (экзогенных) факторах, действовавших и действующих в данный период в различных частях горной страны. Однако при выделении наиболее крупных, т. е. основных зон рельефа, приходится рассматривать не каждый фактор, взятый в отдельности, а комплексы этих факторов, которые определили современные морфологические ландшафты. Исходя из этого, мы выделяем в рельефе Кавказского хребта четыре основные зоны:

1. Высокогорную зону или зону современных ледников,

2. Зону корытообразных долин или зону плейстоценового оледенения,

3. Зону речных теснин (ущелий),

4. Зону долин нижних течений рек.

Разграничение этих четырех зон и их нанесение на карту, разумеется, пока носит характер предварительной схемы и может быть уточнено лишь после того, как все уголки Кавказского хребта будут изучены в геоморфологическом отношении. Но пока основными источниками для выделения и описания зон рельефа служат, с одной стороны, картографические материалы, а именно 1- и 5-верстные топографические карты Кавказа и карта геолкома в масштабе

$\frac{1}{1\,000\,000}$; с другой стороны, кое-какие сведения можно почерпнуть из геологических и геоморфологических региональных монографий различных авторов

(Варданияц, Ренгартен, Шукин, Рейнгард и др.). Наконец, при составлении данного труда были использованы экспедиционные наблюдения автора, произведенные в различных районах Кавказского хребта (Абхазия, Карачай, Сванетия, Балкария, Мегрелия, Рача, Осетия, Казбекский район, Хевсуретия, Кахетия и другие районы).

1. ВЫСОКОГОРНАЯ ЗОНА (ЗОНА СОВРЕМЕННЫХ ЛЕДНИКОВ)

На высоте в среднем около 3000—3200 м над уровнем моря на склонах Кавказского хребта лежит граница, до которой доходит растительный покров и выше которой процессы почвообразования не происходят. В западной части хребта эта граница снижается почти до 2700 м абсолютной высоты, а в Дагестане, т. е. в восточной части Кавказа, поднимается почти до 3800 м. Выше этой границы климат отличается чрезвычайно резким и суровым режимом, выражающимся главным образом в громадных амплитудах колебания температуры, сильнейшей солнечной радиации, в обилии атмосферных осадков, выпадающих почти исключительно в твердом виде (снег, град, иней), и т. п. Значительная часть поверхности высокогорной зоны покрыта вечным снегом и льдом, образующими около 1380 отдельных ледников (около 2000 кв. км); остальная же поверхность представляет голые, лишенные растительного и почвенного покрова скалы, подвергающиеся энергичному воздействию атмосферных агентов.

Высокогорная зона охватывает гипсометрически наиболее развитые части Кавказа, которые совпадают с гребнями крупных антиклиналей, горстообразно поднятых по плоскостям разрыва между продольными грабенообразными впадинами. В высокогорную зону входит

весь гребень Главного водораздельного хребта на протяжении 250 км между верховьями р. Бзыби на западе, и Мамиссонским перевалом на востоке. К западу и к востоку от этой области гребень Водораздельного хребта поднимается выше границы высокогорной зоны лишь в виде отдельных массивов, разбросанных и изолированных друг от друга наподобие гирлянд островов. На востоке последним таким „островом“ является гора Базар-дюзи — единственное место Водораздельного хребта между Тушетией и Каспийским морем, в котором имеются ледники.

К высокогорной зоне относятся также все массивы северного бокового или передового хребта, т. е. массивы Эльбруса, Адыр-су, Коргашил, Дых-тау и Коштан-тау, Дигорский хребет, группа Адай-хоха, Ардоно-Терский (Казбекский) хребет, горы Кистинского и Шанского ущелий, Хевсурский массив, Тушетский, Агдийский и Богосский хребты и массивы Нукатля, Дюльтидага и Шах-дага. Из южных боковых хребтов более или менее значительное пространство с высокогорным ландшафтом имеет только Сванетский хребет, менее значительные пространства находятся на гребнях Абхазского, Мегрельского и Лечхумского хребтов.

В высокогорной зоне можно выделить два основных района: I — район кристаллических пород и II — район глинистых сланцев.

Кристаллический район охватывает центральную часть Кавказского хребта между верховьями р. Белой (левого притока Кубани) и ущельем Ар-дона. В указанных пределах глинистые сланцы в гребневой части хребта почти не играют никакой роли и слагают более пониженные массивы, а именно южные боковые хребты и узкую продольную депрессию между Водораздельным и Передовым хребтами. Зато вся гребневая часть Восточного Кавказа между ущельем Ар-дона и массивом Шах-даг сложена исключительно мощными толщами глинистых сланцев лейаса (нижней юры). Все остальные горные породы играют более подчиненную роль и приурочены главным образом к району юрских глинистых сланцев.

На обнаженную поверхность кавказских вершин интенсивно влияют процессы физического выветривания. Этому способствуют суровые климатические условия высокогорной зоны, особенно мороз. Выветривание быстро разрушает даже такие стойкие породы, как, напр., граниты, диабазы, и др., создавая так наз. альпийский рельеф или ландшафт — крайне неровную, „дикую“ поверхность.

Резкость и „дикость“ рельефа особенно ярко проявляются в районе кристаллических пород, сложенном докембрийскими и палеозойскими гранитами, гнейсами и метаморфическими сланцами. Вершины этого района большей частью представляют остроконечные скалистые пирамиды и купола с отходящими от них острыми и зубчатыми гребнями (отрогами). Лучшими примерами подобных пирамид и куполов могут служить вздымающиеся в „кристаллической части“ хребта величественные горные пики: Ушба, Тихтенген, Дых-тау, Коштан-тау, Чанчахи, Шхельды-тау, Далар, Нахар, Чотча, Мижирги-тау и др. Согласно термину, введенному А. Пенком, вершины этого типа называются „карлингами“ и образуются при интенсивном развитии ледниковых каров с помощью морозного выветривания. В кристаллическом районе все хребты выше 3000 м имеют зубчатый профиль, напоминающий лезвие пилы, каждый хребет увенчан скалистыми башнями, которые во французской Швейцарии принято называть „жандармами“. Поверхность скал, сложенных кристаллическими породами, всегда изрыта, изборозжена так наз. кулуарами и камнями, по которым постоянно движутся сверху вниз продукты выветривания. Вообще микрорельеф кристаллических массивов всегда очень сложен.

Крутизна гранитных склонов настолько велика, что они нередко представляют собой совершенно вертикальные стены. На склонах таких крутых массивов, как Ушба, продукты выветривания не могут нигде остановиться и, раз сорвавшись со скал, мчатся со страшной скоростью до самого подножия горы, питая ледниковые морены. В силу сказанного гранитные осыпи часто совершенно не развиваются, хотя известно, что осыпь

из гранитных обломков может иметь наклон поверхности до 37° .

Такая резкость и расчлененность рельефа кристаллического района объясняется, прежде всего, высоким, приподнятым положением массивов, сложенных кристаллическими породами. Согласно тектонической схеме Кавказа, данной в трудах Варданянца, Ренгартена и других геологов, эти массивы носят характер глыбовых поднятий или выжатых кверху горстов, а так как это поднятие довольно молодого возраста, то рельеф их поверхности также является рельефом молодых гор. Как известно, эти же самые породы в пенепленизированных древних складчатых странах образуют совершенно иной рельеф — слабо холмистый (Финляндия, Карелия). С другой стороны, резкие формы высокогорного рельефа в области распространения гранитов находят свое объяснение в процессах дифференциации кислой магмы, в результате которой одни и те же процессы денудации производят в различных частях гранитных массивов далеко неодинаковый эффект. При этом более стойкие части гор остаются в виде „положительных форм“ рельефа, а более слабые образуют понижения.

В районе глинистых сланцев рельеф в основном носит совершенно иной характер. Здесь таких остроконечных вершин и неровных водораздельных гребней, которыми богат кристаллический район, почти нельзя встретить. Здесь вершины имеют форму вытянутых гребней или площадок. Впрочем, некоторые сланцевые вершины благодаря развитию ледниковых цирков получили форму грандиозных „карлингов“ (горы Тэбуло, Аддала-Шуг-хелл, Дикло).

Резкий альпийский рельеф в подзоне глинистых сланцев все же встречается, а именно там, где юрская осадочная толща прорвана интрузиями глубинно-кристаллических пород. Интрузивные тела в нижнеюрских сланцах носят различный вид, варьируя от небольших пластовых интрузий и подводных эффузий до громадных даек и штоков. Главные слагающие породы этих тел — породы группы диабазов и порфиритов, благодаря чему некоторые сланцевые

свиты в геологической литературе (Варданянц, Ренгартен) получили название „диабазовых поясов“. Отпрепарированные денудацией, эти интрузии отчетливо выделяются на поверхности районов, сложенных глинистыми сланцами. Если вы в этих районах видите высокую и величественную горную вершину, которая крутизной своих утесов и диким видом составляет контраст окружающего сравнительное более спокойного рельефа, то вы можете быть уверены, что она сложена породами диабазово-порфиритовой группы. Типичный представитель таких массивов — гора Чаухи в Хевсурии — описанный Ф. Ю. Левинсон-Лессингом, а также гора Чутхаро на Лечхумском хребте. Резкость рельефа этих диабазовых даек не уступает рельефу гранитных гор кристаллического района. Аналоги Чаухи и Чутхаро должны находиться также в Мегрельских горах (горы Чита-Гвала и Лакумурашис-дуды), в Абхазии в районе горы Ходжал и в нескольких пунктах Восточного Кавказа. Небольшие дайки и пластовые жилы диабазово-порфиритовых пород усложняют микрорельеф сланцевых районов и нередко принимаются местным населением за искусственные сооружения из-за своей формы, напоминающей стену („Исполиновая стена“ в Сванетии близ Ушгула).

Новейшие излившиеся породы в пределах высокогорной зоны имеют ограниченное распространение. Они представлены, с одной стороны, громадным вулканическим массивом Эльбруса, с другой — вулканами казбекского района. Эти вулканические сооружения имеют большей частью вид конусов накопления, чаще всего экстрезивных. Их вершины довольно плоски, склоны пологи. К этому типу относятся Эльбрус, Казбек, Мепис-кало, Сирхисар и др. Но в сильно денудированных вулканах рельеф бывает достаточно резким, — пример этого наблюдается на горе Кабарджин, возвышающейся к востоку от Военно-грузинской дороги между селениями Коби и Сиони, на горе Хорисар у Кельского плато и т. д. Кавказские вулканы сложены преимущественно из пород типа андезитов, дацитов и базальтов.

Известняки, доломиты и мергели в высокогорной зоне встречаются редко, так как верхнеюрские и меловые отложения, в которых эти породы играют главную роль, занимают на Кавказе сравнительно невысокое положение. Все же в Дагестане можно встретить сложенные этими породами массивы, поднимающиеся выше верхнего предела растительности. Гора Шалбуздаг, напр., сложена доломитами и благодаря наличию вертикальных трещин отдельности, как отмечает Щукин, напоминает рельеф тирольских доломитовых Альп. Мерцбахером описан подобный же известняковый массив в высокогорной зоне Дагестана. Аналогичная картина наблюдается также на наиболее высоких массивах Скалистого хребта.

Неровности альпийского рельефа, создаваемые физическим выветриванием, еще больше усиливаются работой ледников. Фирн и лед углубляют понижения поверхности гор и этим увеличивают относительные высоты. С другой стороны, сами фирновые поля и долинны ледники своей сравнительно ровной и „спокойной“ поверхностью составляют разительный контраст с нагромождением возвышающихся вокруг них причудливых скал. Накопление фирновых масс в верховьях ледников ведет к погребению эрозионного рельефа под снежными плато. Одно из таких плато находится к западу от горы Казбек на высоте около 4400 м над уровнем моря. Менее значительное плато находится к северу от г. Ушба, в верховьях ледников Чалаат, Шхельда и Ушба. Можно полагать, что „мягкий“ рельеф Эльбруса также отчасти обязан своим происхождением накоплению снега.

В нижних горизонтах высокогорной зоны, особенно в Западном Кавказе, широко распространены ледниковые цирки или „кары“. Некоторые из них заняты современными ледниками, но большинство каров уже имеет свободное от фирна днище, покрытое глыбами скал, и является переходной формой между высокогорной зоной и зоной плейстоценового оледенения.

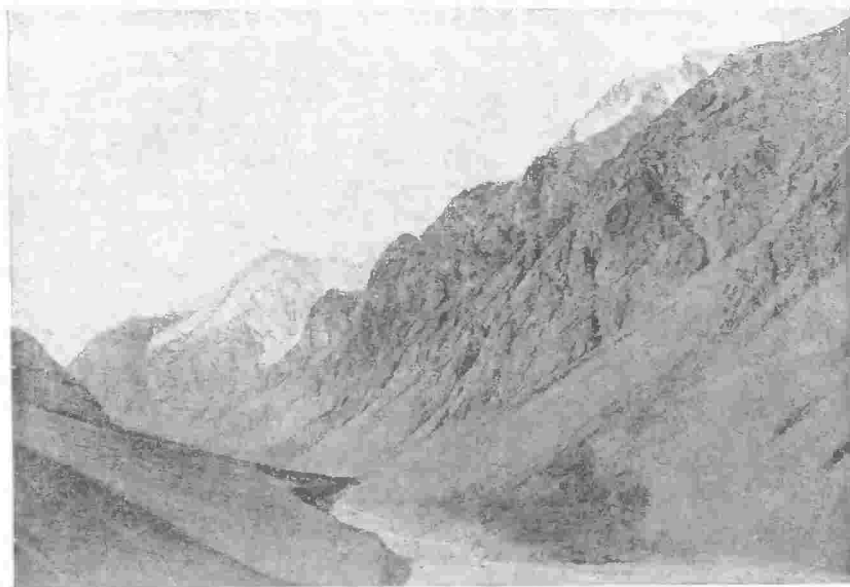
Кар или цирк, иначе кальдера — это нишеобразное углубление в склоне,

которое с трех сторон ограничено крутыми скалами, а с четвертой, обращенной к ближайшей большой долине, стороны — открыто. Нередко в нижней части „кара“ находится напоминающее порог скалистое возвышение, задерживающее сток дождевых и талых вод из кара, вследствие чего с внутренней стороны „порога“ иногда находится небольшое озеро.

„Каровыми озерами“, которые составляют одно из лучших украшений высокогорного ландшафта, особенно богата западная часть Кавказского хребта, преимущественно же южная часть Карачаевской автономной области (верховья Кубани и его левых притоков — рр. Учкулана, Теберды, Аксаута и др.). Общее количество каровых и ледниковых озер Карачая достигает нескольких сотен. Некоторые из озер примыкают непосредственно к языкам современных глетчеров, — примером этого могут служить два озера на северном склоне Нахарского перевала, расположенные на высоте около 2600 м. Каровые озера встречаются, хотя и в незначительном числе, и на южном склоне Кавказского хребта. В Абхазии к ним надо отнести оз. Адуада-Адзиш, в Сванетии — крошечные озера в районе Утвирского перевала на водоразделе между рр. Накрой и Ненскрой. В Мегрелии ледниковое происхождение имеет озеро Тобоварчело, из которого вытекает левый приток Ингура, р. Магана. Это озеро находится у подножия горы Чита-гвала. В восточных частях Кавказа каровых озер почти совершенно нет.

Такое неравномерное распределение каров и каровых озер, т. е. их чрезмерное обилие в Карачае, малочисленность в Грузии и полное почти отсутствие в Восточном Кавказе должно быть объяснено геологическими факторами. Южный Карачай сложен кристаллическими прочными породами, в которых кары и их скалистые пороги дольше выдерживают действие физического выветривания, чем кары Восточного Кавказа, взрезанные большей частью в глинистых сланцах.

Вообще различие в геологических, вернее даже литологических, данных этих двух (кристаллического и сланце-



Фиг. 1. Долина р. Кистинки в Кавказском районе (Кавказ). Заполнение вюрмского трога продуктами физического выветривания нижнеюрских глинистых сланцев. Фот. М. П. Преображенской.

вого) районов высокогорной зоны влечет за собой значительную разницу в их морфологии. Граниты и другие кристаллические породы при выветривании делятся на крупные глыбы и камни, которые образуют крутонаклоненные, но устойчивые осыпи. И без того стойкие породы, скрытые под покровом продуктов выветривания, хорошо защищены от атмосферных агентов, поэтому первичные неровности рельефа долгое время сохраняются в них. Между тем глинистые сланцы в самом же начале процесса физического выветривания распадаются на мелкие плоские обломки, которые легко скользят друг по другу по плоскостям сланцеватости (кливажа) и довольно быстро сползают вниз по склону. Вследствие этого скалы, состоящие из глинистых сланцев, быстро освобождаются от защитного „плаща“ осыпей и вновь подвергаются интенсивному выветриванию. Продукты выветривания сланцев огромными массами скопляются у подножий крутых склонов, смягчая неровности рельефа. Формы, созданные механической деятельностью фирна и льда, быстро исчезают. В Восточном Кавказе, напр. на юговосточном склоне

горы Курос-цвери (4091 м), можно видеть колоссальные осыпи, красноречиво рассказывающие о быстром разрушении глинистых сланцев. В том же районе трог р. Кистинки, образованный вюрмским ледником, быстро заполняется продуктами выветривания, что хорошо видно на прилагаемом фотографическом снимке.

2. ЗОНА КОРЫТООБРАЗНЫХ ДОЛИН (ЗОНА ПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ)

Как уже было отмечено, кары представляют переходную форму от высокогорной зоны к зоне корытообразных долин. Последняя окружает первую зону сплошным поясом и является той областью, в которой рельеф носит явно ледниковый характер, хотя в настоящее время она не имеет ледников и покрыта в большей своей части растительностью. Гляциальная морфология этой зоны обусловлена деятельностью древнего оледенения, достигавшего своего максимума в ледниковых периодах гюнц, миндель, рiss и вюрм. Как известно, 63

в плейстоцене ледниковые периоды охватывали все северные и горные страны северного полушария земли и что размеры этих оледенений значительно превосходили современное оледенение.

В максимальную фазу развития вюрмских ледников линия вечного снега на Кавказе находилась приблизительно на 1300 м ниже современной высоты снеговой границы. В ледниковые периоды громадные альпийские ледники занимали те долины, по которым сейчас текут кавказские реки. Например, Терский ледник достигал современного месторасположения г. Орджоникидзе, а его рукава заполняли боковые долины, ныне занятые реками Кистинкой, Джутисцхали и др. На широте сел. Казбек мощность этого ледника, по исследованию Рейнгарда, достигала 1000 м, вследствие чего вся огромная масса льда не могла протиснуться через узкое Дарьяльское ущелье, излишек ее переползал через Главный водораздельный хребет, в районе современного Крестового перевала на Военногрозинской дороге, и спускался в бассейн Арагвы. Ренгартен предполагает, что такое же явление имело место и на лежащем восточнее Бусарчилском перевале, по которому лед двигался с севера на юг в верховья Гудамкарского ущелья. Оба перевала носят явные следы ледниковой обработки. Если учесть, что и в других районах Кавказского хребта древнее оледенение обладало соответственно мощными размерами, то для нас станет вполне очевидным, что такие гигантские глетчеры не могли не оставить ярких следов своей работы на большом пространстве вокруг области современного оледенения. Действительно, формы гляциального рельефа распространены на Кавказе далеко за пределами современных ледников на всем протяжении хребта, примерно от меридиана Туапсе до меридиана Шемахи и даже восточнее. Ширина области, носящей явные признаки ледниковой обработки, равна 65 км на меридиане Сухума, около 120 км на эльбрусском меридиане, 45 км — между Тифлисом и г. Орджоникидзе и от 40 до 105 км в Дагестане. Эта область охватывает верхние части бассейнов

всех крупных рек Кавказского хребта. Например, в Верхней Сванетии ледниковый рельеф отчетливо проявляется по всему течению Ингура до окрестностей сел. Лахамули. Однако надо заметить, что выделяемая нами „зона корытообразных долин“ имеет меньшую площадь, чем область, которая испытывала оледенение в максимальные фазы плейстоценовых ледниковых эпох. Это объясняется тем, что периферические части области плейстоценовых оледенений уже успели подвергнуться интенсивной речной эрозии, особенно в долинах, где реки врезали глубокие теснины. Поднятия, испытанные Кавказом в четвертичный период, способствовали энергичному размыву трогов, выработанных долинами ледниками самой мощной из ледниковых эпох — рисской. В долине Терека, севернее Дарьяла, рисские террасы лежат на 280—300 м выше современного уровня воды в Тереке. Но выше по течению, где долго находился ледник более поздней вюрмской эпохи, эрозия не успела стереть формы ледникового рельефа.

Верхние части кавказских долин имеют корытообразную форму, т. е. в поперечном сечении напоминают латинскую букву „U“. В противоположность крутым склонам днища таких долин плоски, широки и ровны. Такие долины, как известно, называются „трогами“.

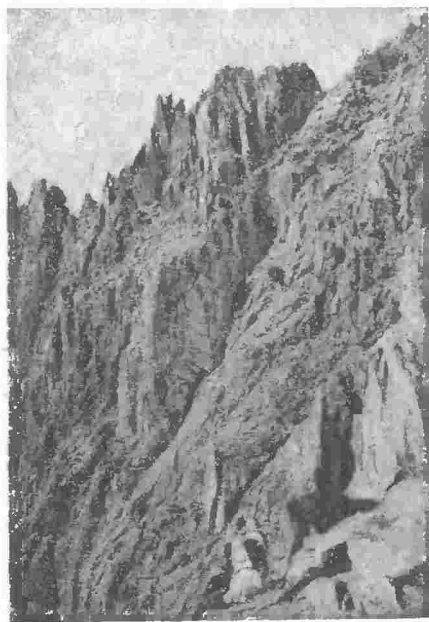
Если трог был покинут ледником в геологическом смысле сравнительно недавно, то в таком случае его днище хранит свою плоскую форму почти без изменения. Оно бывает также вполне горизонтально в тех случаях, когда нижняя часть трога выполнена озерными отложениями, накопление которых обусловлено наличием порога или ригеля в троге. Реки, протекающие по таким трогам, имеют неглубокое и крайне извилистое русло, причем они состоят обыкновенно из нескольких рукавов и разливаются на большое пространство. Направление речного русла весьма изменчиво. Выносы боковых ручьев и притоков и наводнения главной реки заставляют иногда последнюю отклоняться от прежнего направления. Например, в 1933 г. в результате июльских

ливней приток Терека р. Джугтис-цхали внезапно переменяла направление и пошла по новому руслу, причем место впадения ее в Терек передвинулось почти на 2 км.

Примерами таких неизменных трогов могут служить долина Терека к югу от сел. Казбек, Ингура — в окрестностях Ушгуля, Долры — в Бечо и т. д. Некоторые из этих корытообразных долин имеют незначительное падение в направлении речного течения, что создает благоприятные условия для их заболачивания (трог Терека у сел. Казбек, район Штулу в верховьях Терека), а если в трог встречается и порог, то может образоваться и озеро. Однако троговых озер на Кавказе, в противоположность Альпам, почти нет, так как озера подобного типа недолговечны, и реки, выполняя своими осадками озерные впадины, быстро осушают их. В долине Кистинки (Казбекский район) сохранились следы существования нескольких таких озер в виде заболоченных горизонтальных площадок.

Наоборот, если трог был покинут ледником уже давно и особенно если после того произошло поднятие долины, то река в таком трогте течет на дне вырытого ею же каньона или оврага, образование которого могло начаться еще в то время, когда река текла под ледником или вдоль него. Каньоны, врезанные в днища трогов, встречаются повсеместно: напр. около Местии, в Бечо и т. д. Глубина каньона обычно увеличивается вниз по течению реки, и таким образом происходит постепенное превращение трога в речное ущелье. Речной каньон обычно находится ближе к одному из склонов долины, т. е. располагается несимметрично по отношению к трогу. Днище корыта образует над краем каньона широкую террасу, поперечный наклон которой возрастает вниз по долине.

Одно из существенных различий в топографии трогов и речных ущелий состоит в том, что первые никогда не бывают так извилисты, как вторые (Шукин). Находясь на дне корытообразной долины и глядя вдоль нее, вы видите долину на очень большом расстоянии. Посетителям Верхней Сванетии и Казбекского района



Фиг. 2. Микрорельеф гранитного массива Умбы (В. Сванетия).

Фот. Ф. А. Джапаридзе.

хорошо известно, как далеко можно видеть расположенные в трогтах селения, в особенности же стройные сванские башни. Таковы Мулахское и Ушгульское „общества“, также мохевские селения в трогте Терека. Между тем во врезанном рекой ущелье всегда имеются выдающиеся в виде мысов выпуклые склоны, которые омываются рекой, поэтому тальвег такого ущелья можно видеть лишь на крайне незначительном протяжении. Это различие объясняется особенностями механической деятельности льда: в то время, как река стремится удлинить свое течение, более энергично подмывая вогнутые берега и откладывая наносы на выпуклых берегах, ледник, почти лишенный пластичности, наоборот, стремится выплывать и выравнивать все выступы, вдающиеся в его ложе. Лед подчиняется только кривым с большим радиусом.

Плоский характер трогов нередко нарушен различными аккумулятивными формами, главным образом конусами выноса боковых ручьев и потока и старыми конечными моренами.

Конусы выноса образуются у устьев врезанных в склоны трога оврагов. Обычно в таких оврагах постоянного водотока не бывает, и продукты выветривания, образующиеся в бассейне оврага, выносятся дождевыми потоками или талой водой. При выходе на днище трога поток теряет большую часть своей живой силы и отлагает тут вынесенный сверху материал. Вследствие частой изменчивости русла такого потока, его отложения веерообразно распространяются на большую площадь, постепенно растут в высоту и заставляют реку или обогнуть себя, или же река, имея препятствие у противоположного берега, образует путем подмыва обрыв, срезающий периферическую часть конуса выноса. Образование конусов одновременно на обоих склонах друг против друга может привести к запруде реки и образованию „плотинного озера“. (Пример — небольшое озерко в долине Северного Нахара в Карачае.)

Конечные морены древних ледников в трогах встречаются повсюду. Например, в долине р. Ак-Тюбе (система Кубани, Карачай) находятся 4 такие морены, отмечающие фазы неподвижного стояния конца юрмского ледника, спускавшегося с Гвандры. Чем дальше мы пойдем вниз по долине, тем труднее будет отличить морены от форм деструкционного рельефа. В самом низу можно распознавать их лишь там, где их пронзывает река. Практическая роль морен в жизни населения высокогорных районов — двоякая: с одной стороны, они дают дешевый строительный материал, добывать который не представляет большого труда, а с другой стороны, морены затрудняют обработку земли и проведение путей сообщения. В Сванетии и Казбекском районе из собранных во время очистки земельных участков моренных камней выстроены дома и ограды.

Неразлучными спутниками каждого трога являются так наз. „висячие долины“, т. е. долины второстепенных притоков, днища которых располагаются высоко над дном главной долины, образуя своего рода II ярус долин. Их образование должно было происходить так: когда на Кавказском хребте еще не было ледников, речные долины (или

ущелья) соединялись друг с другом на одинаковой высоте, или, иначе говоря, тальвеги этих долин находились в равновесии. Позднее, когда долины эти заполнялись льдом, переуглубление главных долин происходило гораздо быстрее, чем углубление боковых долин, так как в первых масса льда была больше, двигалась быстрее и поэтому обладала большей способностью экзарации. В результате неодинаковых скоростей переуглубления днища второстепенных долин очутились на значительной (иногда до 200—300 м) высоте над тальвегом основной корытообразной долины. После отступления ледников реки врезали в днища „висячих“ трогов узкие каньоны с чрезвычайно крутым падением, в которых реки образуют высокие водопады. Такие крутые части второстепенных долин принято называть „устьевыми ступенями“. Они развиваются путем регрессивной эрозии от главной реки вверх по течению притока.

Верховье висячей долины обычно бывает занято ледником, или озером, или же представляет пустой ледниковой цирк, и в таком случае река питается лишь дождевыми и тальмы водами. Верхняя часть висячей долины нередко носит характер типичного трога, примеры чего видим к югу от сел. Джута на склонах г. Чаухи, а также в бассейне р. Гондарай (Карачай) и во многих других пунктах. Такие трог обычно покрыты свежими моренами отступившего ледника. Более старые трог представляют отличные пастбища.

Верховье крупной корытообразной долины в большинстве случаев представляет скалистый амфитеатр, со стен которого низвергаются водопады. Над амфитеатром находятся цирки и современные ледники, залегающие в обособленных долинах и цирках. Типичным примером является, напр., верховье р. Зикара (система Лиахвы) в Юго-Осетии. К западу от горы Брут-сабдзели трог р. Зикара заканчивается амфитеатром, на стенах которого имеются два грандиозных водопада. Один из них берет начало из ледников, находящихся близ Зикарского перевала, другой — из ледника западного склона Брут-сабдзели. Однако верховья многих крупных тро-

гов заняты языками современных ледников, как, напр., трого рр. Ингура, Долры, Местиа-чалы, Цей-дона, Чегема и др.

Что касается нижних окончаний основных кавказских трогов, определить их иногда довольно затруднительно вследствие того, что здесь гляциальный рельеф постепенно переходит в формы, свойственные эрозионной деятельности текучей воды. Чем дальше мы будем двигаться вниз по корытообразной долине, тем сильнее нарушена „U“-образная форма долины, тем глубже прорытый в ее дне рекой каньон и тем более покаты ледниковые террасы. Такое постепенное превращение трога в речное ущелье особенно видно в бассейне Ингура между Латайским обществом и сел. Лахамули.

Основное свойство зоны, находящейся под плейстоценовым оледенением, ее главное отличие от следующей зоны (см. ниже) состоит в том, что, несмотря на огромные разности высот, поверхность зоны имеет смягченные, округленные формы. Просторные долины и мягкие линии водораздельных хребтов, не поднимающихся выше полосы альпийских лугов, поражают взор путешественника, проникшего к ним через узкие теснины ущелий кавказских рек.

Зона корытообразных долин сложена главным образом породами домелового возраста. В Восточном Кавказе она находится почти целиком в пределах распространения юрских глинистых сланцев. В Центральном и Западном Кавказе в геологическом строении зоны наряду с глинистыми сланцами участвуют более древние породы, а именно граниты палеозоя (?), гнейсы и метаморфические сланцы докембрийского возраста. Ледниковые формы рельефа лучше всего сохранились в гранитах, меньше всего — в глинистых сланцах, что объясняется теми же причинами, которые обусловили резкое различие высокогорного рельефа в кристаллическом и сланцевом районах (см. выше).

С. практическо-хозяйственной точки зрения зона корытообразных долин имеет большое значение и широкие перспективы дальнейшего своего экономического развития. Население высокогорных районов Кавказа сосредоточено главным образом в трогах: напр., в Верх-

ней Сванетии сельсоветы Мулах, Ушгул, Местия, Ленджер, Латал, Бечо и др. расположены на дне корытообразных долин так же, как и большинство осетинских и мохевских селений в Казбекском районе, аулы Балкарии и Карачая, Дагестана и Чечни и пр. В трогах же находится большая часть возделываемой земли, поливные луга, огороды. Наконец, зона альпийских пастбищ и сенокосов, которая в данное время еще мало используется нашим животноводческим хозяйством, целиком входит в зону плейстоценового оледенения. Большинство наиболее богатых альпийских лугов расположено на пологих уступах горных массивов. Эти уступы в виде почти сплошной „террасы“ окаймляют все хребты, входящие в состав Кавказа и находятся всегда на определенной высоте над уровнем моря (напр., в Казбекском районе они находятся на высоте от 2700 до 3100 м). Эти уступы являются остатками днищ древних ледниковых цирков. На Сванетском хребте, вокруг сел. Казбек, в верховьях Кодора и почти везде можно видеть эту „террасу“.

За последние годы выявляются все новые и новые экономические возможности зоны корытообразных долин. В ее пределах открыты и уже разрабатываются месторождения ценных ископаемых (мышьяк, молибден, золото, кровельные сланцы, свинец и пр.). В отношении добычи дешевой энергии эта зона имеет неисчерпаемые возможности благодаря своим топографическим данным. Троги и висьячие долины, как показывает опыт Испании, Франции, Швейцарии, Италии и Австрии, весьма благоприятны для строительства гидроэлектрических станций как большой, так и малой мощности. Вообще экономический расцвет высокогорных районов Кавказа еще впереди.

3. ЗОНА РЕЧНЫХ ТЕСНИН (УЩЕЛИЙ)

Всем крупным рекам Кавказа, особенно же главным рекам, берущим начало в Водораздельном хребте, по пути своего течения к низменности приходится пересекать мощные массивы, которые образуют целую систему боко-

вых или параллельных хребтов (Передовой, Скалистый, Известняковый, Сванетский, Панавский, Лечхумский и другие хребты). В местах пересечения реки текут в узких и глубоких ущельях-теснинах, которые преграждают путь с низменности к зоне корытообразных долин.

Ингур протекает в таких теснинах приблизительно на протяжении 60—65 км (между сс. Лахамули и Джвари), р. Цхенисцхали — между Лентехи и Цагери, Рион — между Алпано и Намахвани. На карте видно, что зона речных ущелий окружает сплошной полосой зону корытообразных долин и что тальвеги теснин находятся в пределах от 0 до 600—700 м высоты над уровнем моря.

Зона речных ущелий имеет весьма сложное геологическое строение. Она сложена разнообразными горными породами, начиная с юрских глинистых сланцев, порфиритовой и мелафировой свит и кончая известняками мальмского и мелового возраста. Также разнообразна и сложна тектоника этой зоны: в ней на ряду с областями однообразного наклона осадочных пластов (северный склон Центрального Кавказа) имеются области с интенсивной складчатостью (Дагестан, южный склон хребта).

Взгляд путешественника, только-что покинувшего просторные троговые долины, бывает поражен теснотой и замкнутостью речных ущелий. Глубина их нередко превышает 1000 м, иногда она достигает 2000 м. Тальвег ущелья очень извилист; поэтому в таких теснинах всегда крайне ограниченный кругозор. Местами ущелья настолько сужаются, что напоминают щель.

В поперечном разрезе эти ущелья обычно имеют характерную для речных долин форму латинской „V“ — хотя в зависимости от геологических условий она сменяется ящikovидной и ступенчатой формами. Склоны ущелий, врезанных в известняковые массивы, нередко совершенно вертикальны (пример — Рионо-Ладжанурское ущелье, Багадские скалы на Кодоре и пр.).

В известняковых районах Грузии и Дагестана водораздельные хребты между главными ущельями отличаются обилием столообразных возвышенностей.

68 Насколько круты склоны известняковых

ущелий, настолько же пологи и ровны гребни сложенных из этих же пород водоразделов, так как в этих районах поверхностный сток атмосферных вод почти отсутствует, и поэтому процессы водной эрозии не в силах расчленить возвышенности. В местностях, сложенных известняками, часто топографическая поверхность точно совпадает с плоскостью залегания известняковых пластов, повторяя их пологие изгибы. Близ г. Цебельды, в верхнем р. Мачара и в долинах рр. Кодора и Амткель, на огромной площади рельеф подчиняется тектонике известняков. В известняковых же областях широко развиты явления карста, придающие рельефу их парадоксальный, на первый взгляд, характер. Такой рельеф не оправдывает тех законов, которым подчиняется развитие земной поверхности при нормальном эрозионном цикле. Эти „аномалии“ выражаются, прежде всего, в наличии замкнутых со всех сторон углублений, в неясности водоразделов между речными бассейнами и в целом ряде других карстовых явлений (воронки с озерами, пещеры, сухие долины, подземные водоотки и водоемы и пр.). Классической карстовой областью в Грузии считается Шаорская котловина в Раче, в которой собрано большое количество карстовых „феноменов“ на сравнительно небольшом пространстве (подземное течение р. Шараулы, озера Харис-твали и Дзрхис-твали и пр.).

Сложные формы рельефа созданы речной эрозией на северном склоне Центрального Кавказа, в области однообразно и полого падающих отложений мелового и третичного периодов. Мы имеем в виду „куэсты“ Северного Кавказа, типичным представителем которых является так называемый Скалистый или Известняковый хребет. Будучи разрезан целым рядом консеквентных рек, он состоит из отдельных разрозненных массивов, вершины которых превышают 3000 м и несут явные следы плейстоценового оледенения. Однако морфология северокавказских куэст создана в основном речной эрозией. Массивы разделены глубокими теснинами с почти отвесными стенами, сами же массивы к югу обрываются очень круто, а к северу опу-

скаются полого, наподобие плато. Продольные второстепенные долины имеют асимметричное строение в поперечном разрезе. Наблюдаются признаки перехвата одних рек другими, более интенсивно эродирующими.

С практической точки зрения зона речных теснин представляет полную противоположность зоне корытообразных долин. В ущельях нет благоприятных условий для сельского хозяйства, поэтому речные теснины Кавказа мало населены. Направляясь по ущельям Кодора, Ингура и других рек, почти не встречаешь крупных населенных пунктов, посевов и других обрабатываемых земель. Население этой зоны сосредоточено близ водоразделов, на плато и широких террасах. В известняковых районах многие населенные пункты находятся в синклиналих впадинах водоразделов, где сравнительно удобны условия водоснабжения и сельского хозяйства. Такие крупные населенные пункты, как, напр., Цебельда, Лайлаши, Никордминистра, Душет, Кисловодск, Хунза, Акуша и пр., находятся вдали от дна главных долин и ущелий, располагаясь на платообразных возвышенностях.

4. ЗОНА ДОЛИН НИЖНИХ ТЕЧЕНИЙ РЕК

Тектонический комплекс Большого Кавказа кончается на той линии, на которой меловые породы граничат посредством надвигов и разрывов с низменностями Колхиды, Восточной Грузии, Азербайджана, Терской и Кубанской степей, в периферических частях сложенными из третичных отложений. На этой же границе существенно меняется и рельеф. Но несмотря на то, что область распространения третичных пород в геологическом отношении принадлежит больше этим низменностям, все же географически она составляет часть возвышенности Большого Кавказа, и поэтому мы выделяем в качестве четвертой морфологической зоны ту полосу, которая окружает первые три зоны.

В этой четвертой зоне находятся низовья долин кавказских рек — широкие и неглубокие долины.

Из теснин третьей зоны реки выходят на весьма незначительной высоте над уровнем моря. Уровень Ингура близ сел. Джвари, напр., находится на высоте всего лишь 270 м. При выходе из теснин берега долины быстро раздвигаются в стороны, падение реки сразу уменьшается, а водоразделы между реками, понижаясь, постепенно затухают. По обеим сторонам рек протягиваются широкие и почти горизонтальные аллювиальные террасы, и вся местность носит характер мягких холмов и равнин, постепенно спускающихся в низменность. Обнажения коренных (третичных) пород в этой зоне редко встречаются, и большая часть поверхности скрыта под четвертичными и современными континентальными отложениями. Это — область интенсивной деятельности дождевых вод, богатая эрозионными формами: оврагами, сухими балками и пр. В долинах больших рек происходит процесс аккумуляции материала, приносимого течением из более высокорасположенных зон. Вследствие своего плавного рельефа, низкого положения по отношению к уровню моря и высокоразвитого почвенного покрова, зона низовьев кавказских горных долин способствовала развитию в ее пределах сильных экономически и культурно районов.

Таким образом мы можем выделить в рельефе Кавказского хребта четыре зоны, закономерно связывающие между собой разнообразные формы и ландшафты рельефа.

Первая из них — зона высокогорная — является наиболее расчлененной ландшафтной единицей, областью механической деятельности современных ледников и разрушительной работы процессов физического выветривания.

Вторая зона представляет собой ту область, которая вполне сохранила типично-гляциальный рельеф, выработанный плейстоценовыми оледенениями. В настоящее время эти ледниковые формы подвергаются интенсивной переработке речной эрозией в присущие последней формы. Эта зона, несмотря на большое свое вертикальное прости-

вание (от 3000 м вниз до 1500, местами даже ниже), обладает плавной поверхностью, что обусловлено деятельностью древних ледников. Эта зона постепенно становится ареной усиленного строительства, благодаря своим природным богатствам и возможностям.

Третья зона — зона речных теснин представляет собой область, в которой эрозионное расчленение земной поверх-

ности дошло до высшей ступени и продолжается и сейчас под знаком углубления ущелий, дальнейшего расчленения горных массивов.

Наконец, четвертая зона характеризуется переходным к равнине рельефом и в ней на ряду с боковой эрозией реки аккумулируют, создавая плоские формы рельефа.

О РОЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ В КРУГОВОРОТЕ ФОСФОРА

Д-р К. И. РУДАКОВ

Фосфор является одним из важнейших элементов, участвующих в развитии жизненных процессов. Различные соединения фосфора встречаются во всех клеточных образованиях и жидкостях животных и растительных организмов. Фосфор — необходимая составная часть плазменного вещества; он входит в состав некоторых простых белков (фосфопротеинов) и, как конституционная часть нуклеиновых кислот, участвует в образовании нуклеинопротеидных комплексов. Весьма большое значение принадлежит фосфору в построении и (повидимому) в функциях клеточных ядер, содержащих значительные количества нуклеиновых кислот. Фосфор входит в состав фосфатидов (липидов) и ряда других важнейших растительных и животных веществ.

Значительные количества фосфора находятся в организме в виде сложных эфиров (фитины, глицеро- и глюкозофосфаты), а также — в минеральной форме.

Соединения фосфора необходимы для построения костной ткани, они участвуют в углеводном обмене организма, необходимы для нормального функционирования нервных и мышечных систем и т. д. Важная роль принадлежит фосфорным солям, как фактору, регу-

лирующему концентрацию Н-ионов и осмотический обмен клетки.

Все находимые в животных или растениях органические соединения фосфора являются результатом синтетических процессов живого организма.

Растения, как правило, усваивают фосфор только в минеральной форме, в виде растворимых солей ортофосфорной кислоты. Животные организмы большую часть необходимого фосфора получают в органической форме с растительной пищей, хотя животное может довольствоваться исключительно минеральными фосфорными соединениями, трансформируя их в органические фосфаты своего тела.

Основными запасами фосфора в природе, откуда развивающиеся организмы могут его получить, являются фосфорсодержащие минералы — главным образом кристаллы апатитов, вкрапленные в горные породы.

Процентное содержание фосфора в массивных горных породах невелико — 0.3% и меньше. Лишь в отдельных случаях приходится сталкиваться с концентрированными залежами апатитов, обуславливающими высокое среднее содержание фосфора в горной породе.

Фосфорная кислота апатитов характеризуется незначительной растворимо-