

Алексеев А.А. Горообразование и горный рельеф (пособие для инструкторов и преподавателей туризма в школе) – М.1999 - 70 с.

#### Оглавление

1. История Земли. Образование гор.
2. Минералы и горные породы – строительные материалы природы.
3. Разрушение горных пород. Формирование и сглаживание рельефа.  
Процессы, ведущие к сглаживанию рельефа.  
Горные реки.  
Ледники и ледниковый рельеф.
4. Формы горного рельефа.
5. Элементы горного рельефа.
6. Приложения.  
Высотно-климатическая зависимость.  
Определение крутизны склона.  
Определение категоричности перевалов.

В основу данного пособия положена лекция на тему "Жизнь гор", читавшаяся автором в школах подготовки туристских общественных кадров в течение 20 лет. В доступной форме излагаются гипотезы происхождения гор, образования и разрушения горного рельефа, сведения о минералах и горных породах, описываются формы горного рельефа и их определения с точки зрения туристских и альпинистских интересов.

Пособие адресовано инструкторам горного и пешеходного туризма в качестве лекционного материала, руководителям школьного туризма и широкому кругу путешественников, желающих систематизировать свои познания и расширить область своих интересов.

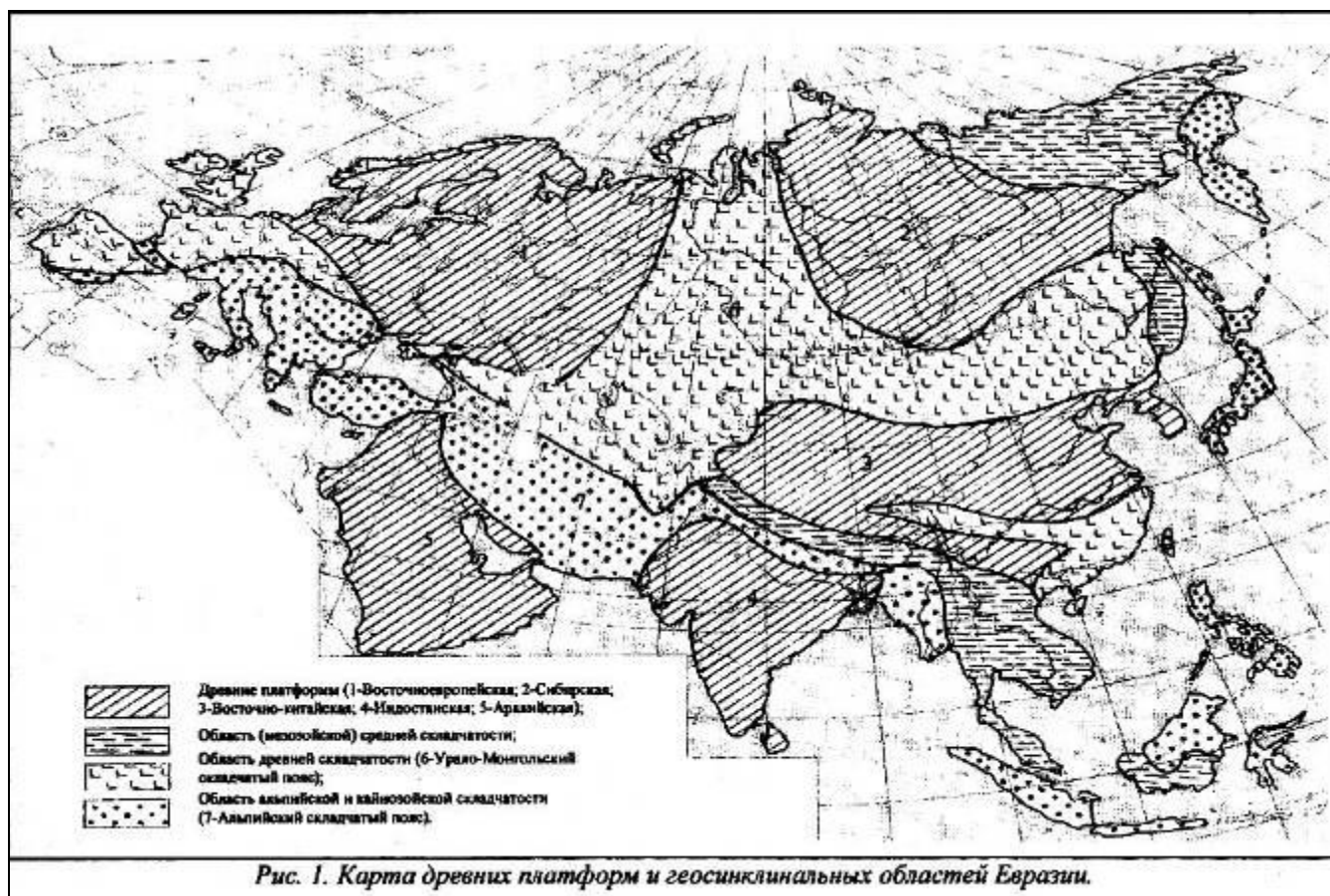
«В литературе, адресованной моим туристам и любителям путешествий в горах рассматриваются многие вопросы тактики и техники путешествий. В настоящей брошюре, пожалуй впервые, освещается вопрос истории и происхождения заветной территории путешествий. Геолог по профессии и турист-горник с тридцатилетним стажем, А.А. Алексеев предлагает читателю современное представление о возникновении гор и особенностях горного рельефа.»

*Научный сотрудник географического факультета МГУ Бударина О.И.*

## 1. История Земли. Образование гор.

История планеты Земля, формирования и изменения ее рельефа изучается несколькими самостоятельными науками: геоморфологией, геотектоникой, геологией и рядом других. В рамках конспекта одной единственной лекции, рассчитанной на 2-3 часа, вести подробное их изложение бессмысленно, поэтому мы выбрали наиболее наглядные и простые для понимания неспециалистов примеры и аналогии, отнюдь не претендуя при этом на научную строгость повествования.

Начнем с очень давнего периода, когда не было еще ни равнин, ни гор и, если следовать священному писанию, лишь дух Божий летал над водой. Впрочем, наука утверждает, что тогда и воды в жидком состоянии на Земле еще не было.



Примерно пять с половиной миллиардов лет назад, по одной из гипотез, из пылевидной туманности сформировалась Солнечная система. При сближении частиц энергия их движения переходила в тепловую и начинались ядерные реакции. Надо вспомнить, что в те далекие времена содержание изотопа урана-235, способного участвовать в цепной реакции, было значительно выше и поэтому ядерные реакции могли идти на небогатом, природном уране. Вещество планет, таким образом, разогревалось и переходило в жидкое или полужидкое состояние. Можно предположить, что пять миллиардов лет назад Земля была жид-

ким светящимся шаром. По другим гипотезам планеты сформировались холодными, а разогрев их шел изнутри. По этой гипотезе верхние слои вещества оставались твердыми.

Так или иначе, но на поверхности Земли образовалась кора из твердых горных пород. Ближайшая аналогия - образование льда на поверхности замерзающего моря. При этом следует отметить, что температура на поверхности Земли в то время достигала +800°C. Толщина твердой коры была неодинакова. На ней выделялись гигантские острова. Геологи называют их платформами. Эти острова, дрейфуя, как льдины по океану расплавленной мантии Земли, сталкивались, дробились, изменяли размеры и форму, пока, наконец, около трех и семи десятых миллиардов лет назад не появились, так называемые, древние платформы, дошедшие до наших дней.

Прошло еще около ста миллионов лет, и Земля остыла настолько, что на ее поверхности сконденсировалась вода. Кончилась "лунная" эра развития планеты, и началась новая геологическая история, известная нам более или менее подробно, благодаря осадочным породам, образовавшимся под воздействием воды и силы тяжести.

Два с половиной миллиарда лет назад древние платформы закончили свое формирование и, с тех пор, практически не менялись. К ним относятся Восточноевропейская, Сибирская, Восточно-Китайская и другие.

Итак, древние платформы, подобно льдинам, дрейфовали, да и теперь дрейфуют со скоростью от 2-3 до 10 см в год, по поверхности полужидкой мантии Земли в окружении более мелких образований, сходные с ледяной шугой. Кто видел ледоход на реках, возможно обращал внимание, что там, где сталкиваются крупные ледовые поля, лед прогибается, трескается, его осколки лезут друг на друга, а в океане при столкновении ледовых полей возникают зоны торосов. Очень похоже формируются и горы. В зонах столкновения платформ земная кора прогибается, сминается в складки, трескается. Но трещина, их геологи называют тектоническими разломами, поднимается расплавленная магма, и начинают действовать вулканы. Обратите внимание, вулканы обычно образуются в стороне от линии столкновения платформ, по которым располагаются главные хребты (рис. 3 и 4). Они приурочены к разломам, отделяющим нетронутую часть платформы от вовлеченной в прогибание. Так, например, расположены Эльбрус, Казбек, Арарат, Арагац, вулканы Дальнего Востока. После прогибания, в зоне столкновения платформ, формируются горные хребты.

Зоны столкновения платформ специалисты называют **геосинклинальными складчатыми поясами Земли**. В пределах этих поясов и происходит горообразование. Взглянем на карту из школьного учебника географии (рис. 1). Вот, например, хорошо известный туристам и альпинистам Альпийский складчатый пояс. Он проходит от Испании через Альпы, Доломиты, Карпаты, Крым, Кавказ, Памир, Гималаи, Гиндукуш, Кара-Корум. Или Урало-Монгольский пояс, он простирается от Новой Земли через Урал, Тянь-Шань, Алтай, часть Саян. Складчатые пояса разделяют либо платформы (Альпийский, Урало-Монгольский), либо материковые и океанические плиты (Тихоокеанский пояс).

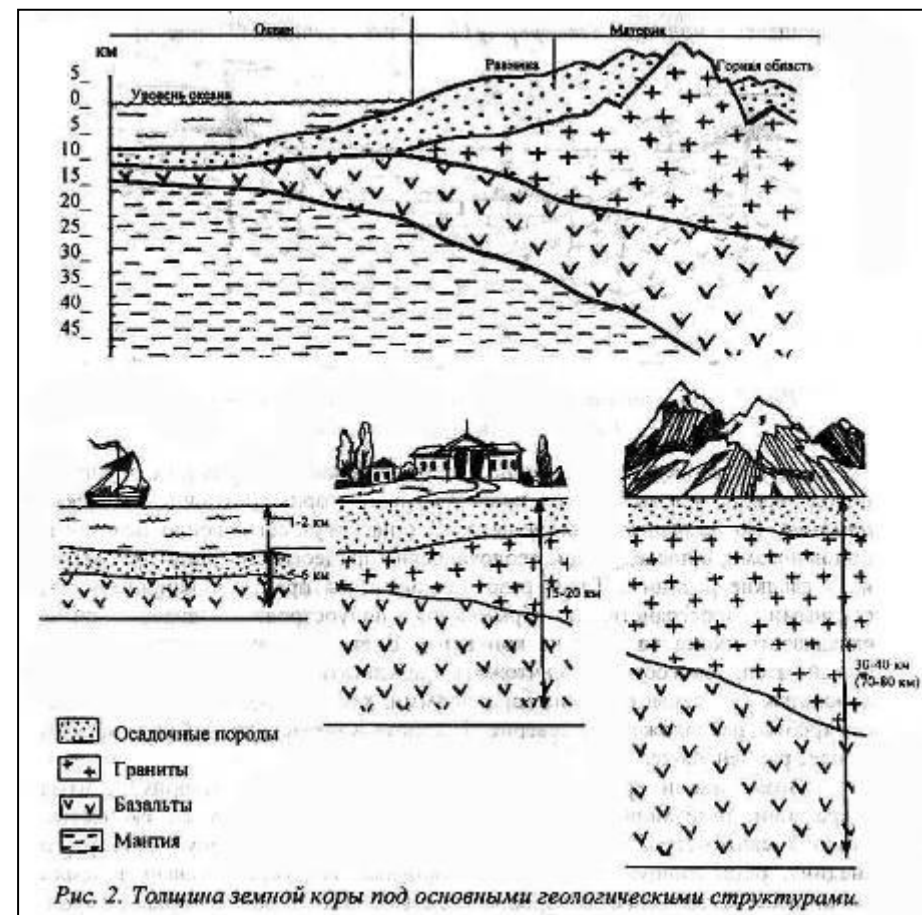
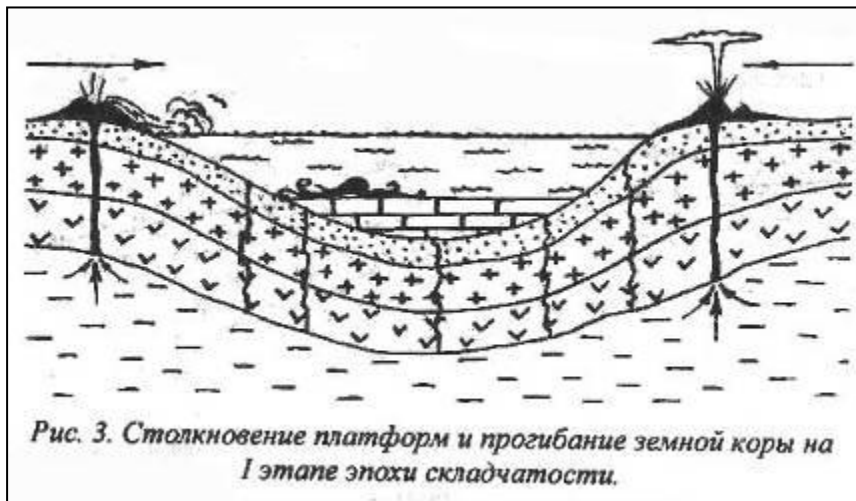


Рис. 2. Толщина земной коры под основными геологическими структурами.

6 километров мощность земной коры достигает 70-80 километров. А вот под океанами, где нагрузка значительно меньше, уменьшается и толща горных пород. Здесь она колеблется от 4 до 15 километров (рис. 2).

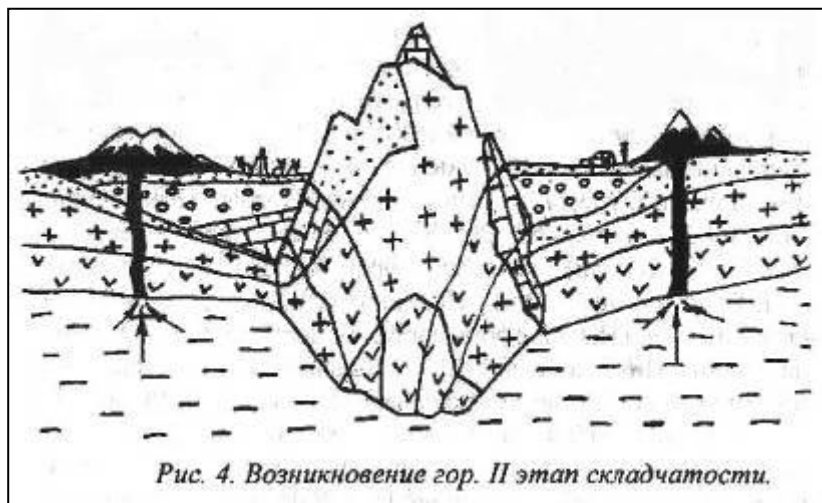
Активное горообразование идет не постоянно и не на всем протяжении складчатых поясов. Периоды горообразования, их называют **эпохами складчатости**, проявляются на различных участках поясов в разное время. Горы в эпоху складчатости образуются в два этапа. На первом происходит столкновение платформ (рис. 3). Чудовищная энергия их движения приводит в зоне столкновения к прогибанию земной коры. Почему именно к прогибанию? Потому что породам, вытесняемым из зоны столкновения, проще преодолеть выталкивающую (архимедову) силу жидкой мантии, чем силу тяжести. По краям образующихся прогибов возникают тектонические разломы. По ним выдавливается расплавленная магма, образуя многочисленные вулканы и целые лавовые поля. Такие поля можно увидеть, например, в Армении или в Индии на



платформе Декан.

платформе Декан.

Прогибание идет очень медленно, по несколько сантиметров в год и продолжается тысячи и миллионы лет. Прогибы заполняются морской водой. В мелководных теплых морях активно размножаются живые организмы. Отмирая, они образуют своими скелетами и панцирями километровые толщи осадочных пород: известняков, мергелей и др. Но вот энергия сталкивающихся платформ исчерпана. Встречное движение прекращается, прекращается и прогибание коры. Наступает второй этап горообразования.

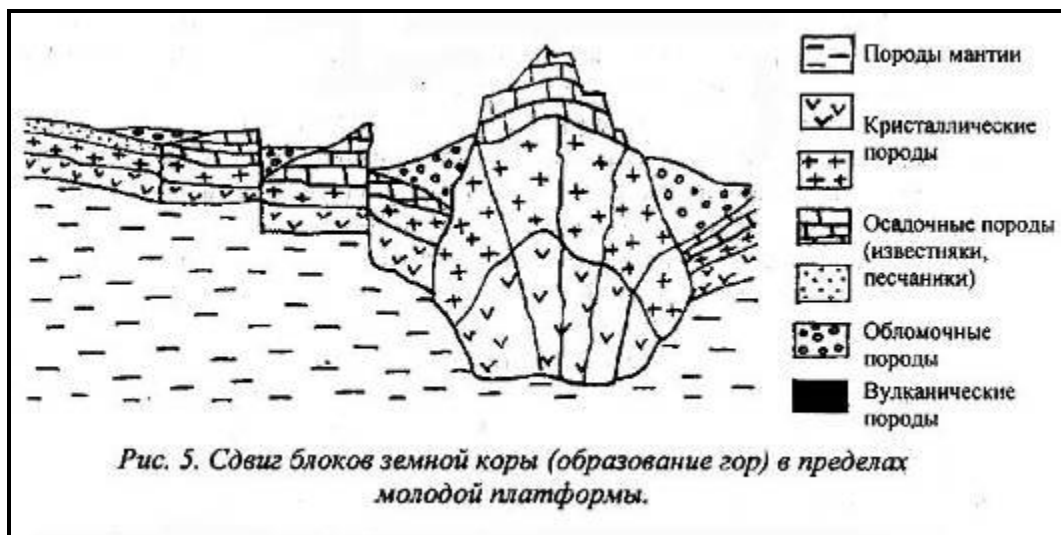


Под действием выталкивающей силы происходит медленное поднятие погруженных в мантию пород, смятие пластов и образование горных хребтов и межгорных впадин. Когда все силы уравниваются, горообразование прекращается и эпоха складчатости завершается. Район стабилизируется, превращаясь в **молодую платформу** (не путать с равниной!) (рис. 4).

Затем, вернее, одновременно, горы начинают разрушаться. Обломки пород переносятся водой к их подножью в межгорные впадины и **краевые прогибы**. Со временем (миллионы лет!) они могут совершенно исчезнуть под наносами, а последующие геологические процессы

способны превратить их в гладкие равнины. Такие разрушенные горы прячутся, например, под степными пространствами Крымского полуострова. Однако, жизнь складчатого пояса на этом не кончается. В его истории может наступить новый этап, способный уничтожить результаты прошедших эпох или дополнить уже существующие горы новыми, как это произошло на Кавказе, где хребты, расположенные севернее Главного Кавказского хребта, относятся к более ранней эпохе.

Возможны и другие механизмы горообразования. Например, из-за гидратации, разбухания горных пород, Заалайский хребет со скоростью около 2 сантиметров в год наступает на Алайскую долину, межгорную впадину, разделяющую Памир и Памироалай. По мере остывания Земли увеличивается толщина ее коры, а, следовательно, и объем горных пород. Земля как бы медленно разбухает, что, естественно, приводит к геологическим катаклизмам. В некоторых местах континентальные плиты наезжают на океанические, в этих районах образуются глубоководные впадины и островные дуги. Так сформировался регион озера Байкал и Тихоокеанские впадины. Однако, нам для понимания сути дела достаточно рассматривать столкновения платформ. Еще раз подчеркнем, что реальные процессы в земной коре гораздо сложнее, а приведенная схема служит лишь грубой аналогией.



В пределах молодых платформ под воздействием все той же архимедовой силы могут произойти сдвиги отдельных блоков (рис. 5), что тоже приводит к образованию гор. Так, например, возник район пика Победы на Центральном Тянь-Шане.

Районы, где образование гор идет в наше время, находятся, в основном, в пределах Тихоокеанского пояса (кольца) на побережье вокруг Тихого океана. Не завершилось горообразование и в пределах Средиземноморского или Альпийского складчатого пояса. Продолжают развиваться Кавказ, Памир и Гималаи. Свидетельства тому последние землетрясения на севере Италии, в районе Белграда в сентябре 1996 года.

Основные интересы горных туристов и альпинистов сосредоточены на территории Альпийского и Урало-Монгольского складчатых поясов.

Последняя эпоха складчатости началась в пределах Альпийского пояса около 160 миллионов лет назад. В конце ее, примерно миллион лет назад, возник Главный Кавказский хребет. А вот Передовой хребет сформировался значительно раньше. Его возраст достигает 200 миллионов лет.

Иная история у Урало-Монгольского складчатого пояса, к которому относится хорошо известный туристам Тянь-Шань. В пределах этого пояса горообразование завершено. С точки зрения геологов, он состоит из молодых платформ, образовавшихся в разное время. Возраст Урало-Монгольского пояса около полутора миллиардов лет. За это время пояс пережил три эпохи складчатости, в течение которых горы возникали и разламывались до основания. Развитие пояса прекратилось около 200 миллионов лет назад. В настоящем виде Тянь-Шань сформировался после смещения блоков земной коры по линии Пик Победы - Мраморная стена - Хан-Тенгри. Здесь возникли многокилометровые скальные стены. Произошло это уже в пределах молодой платформы, около 26 миллионов лет назад. Материал, слагающий указанный массив - мрамор, который в виде известняка образовался в залитой морем межгорной впадине, а затем был преобразован и поднят на огромную высоту.

## 2. Минералы и горные породы – строительные материалы природы.

В первой главе мы выяснили как образуются горы. Теперь кратко остановимся на том, **из чего** они сложены. Геологи называют природные материалы, составляющие земную кору, **минералами** и **горными породами**.

**Минералом** называется природное тело, представляющее собой химическое соединение или самородный элемент. К минералам относятся всем нам известный кварц и такие его разновидности, как горный хрусталь, кремень, халцедон. Минералами являются слюда, золото, самородная медь и ее соединения: малахит, куприт, медный колчедан. К ним же относятся состоящие из углерода алмаз, графит, руды металлов, вода и многие другие вещества. Геологам известны свыше двух тысяч минералов. Некоторые из них: кварц, полевые шпаты, апатит, различные слюды образуются при кристаллизации расплавленной магмы. В этом случае говорят об их **магматическом** происхождении.

При внедрении магмы в земную кору впереди нее по трещинам поднимаются раскаленные парогазовые смеси – **гидротермы**. В их состав входят не только вода и, привычные для нас, азот, кислород, углекислый газ, но и другие вещества, например, окись кремния, окислы серы и различных металлов. При высоких температурах и давлении, характерных для земных недр, они превращаются в пар или становятся растворимыми в воде. По мере подъема газообразная смесь расширяется, остывает и, постепенно конденсируясь, превращается в сильно перегретую жидкость. При понижении температуры, падает растворимость веществ в воде и газовой смеси. При этом на стенках трещин начинают осаждаться природные окислы и соли, иногда образуя великолепные кристаллы. Минералы, получившиеся таким путем, называются **гидротермальными**. Основным минерал гидротермальных жил – кварц. Белые кварцевые жилы, вкрапленные в



скальные породы – признак интересного для геолога и коллекционера участка. Гидротермальным путем образуются кварц и его разновидности: прозрачный горный хрусталь, фиолетовый аметист, голубовато-серый халцедон, полосатый агат, а также руды многих ценных металлов.

В процессе различных тектонических подвижек, внедрения магмы под влиянием высоких температур и давления образуются такие минералы, как гранат, алмаз, дистен, апатит. Это минералы **метаморфического** комплекса.

Находящиеся в растворах химические вещества, вступая с окружающими минералами в реакции замещения, образуют новые минералы. Это – **метасоматический** тип образования. Нередко метасоматические минералы принимают форму кристаллов или агрегатов первичных материалов. Так, например, хорошо известные белемниты, "чертовы пальцы", имевшие известковый скелет, теперь состоят из соединения кремния. Это касается и ископаемых раковин, а иногда и целых древесных стволов. К метасоматическим относятся широко распространенный кремень, опал, нефрит, лазурит, а также всем известная накипь, засоряющая трубы. С метасоматозом связано образование подмосковных агатов, аметистов, горного хрусталя.

**Горной породой** называется природный агрегат одного или нескольких минералов. В подавляющем большинстве случаев, минералы встречаются в составе горных пород. В чистом виде они довольно редки. По типу образования породы делятся на **магматические, осадочные и метаморфические**.

**Магматические породы** образуются при застывании расплавленной магмы. Хотя температуры в глубинах Земли достаточны для плавления минералов, из-за высокого давления породы в мантии и более глубоких слоях содержатся в непривычном для нас пластичном виде. При этом они, как каша в автоклаве (скороварке) пребывают в перегретом состоянии. Туристам хорошо известно, что при срыве крышки автоклава, перегретая каша мгновенно вскипает, "вскипает" и газированная вода при снятии крышки. Похожие явления происходят и в земной коре, если в ней по какой-то причине образуется разлом. Давление в зоне падает, породы переходят в жидкое состояние, а вес вышележащих слоев выжимает расплав вверх по трещинам. Жидкая магма проплавляет и разрывает лежащие вверху горные породы и, двигаясь к поверхности, по мере подъема, остывает. Если ее движение прекращается на большой глубине, когда вся она была еще жидко, то при застывании образуются **интрузивные** тела или **батолиты**, в которых породы полностью и равномерно раскристаллизованы. Так образуются равномерно зернистые породы: гранит, диорит, габбро и другие (рис. 6а).

Если магма во время подъема успевает достаточно остыть, в ней начинается кристаллизация минералов, разумеется, в начале более тугоплавких. Возникшие кристаллы, двигаясь вместе с расплавом, постепенно растут. Затем движение магмы прекращается и начинается равномерная раскристаллизация всех прочих материалов. Но температура окружающих пород здесь ниже, поэтому остывание магмы идет быстрее, и кристаллы легкоплавких материалов получаются мелкими. Так образуются неравномерно зернистые породы, называемые **порфирами** (рис. 6б). Увидеть такие породы можно на станциях московского метро. Например, станция Проспект мира облицована серым диорит-порфиром со следами течения магмы, станция Рижская – гранит-порфиром, станция Алексеевская – красным гранитом и черным габбро.

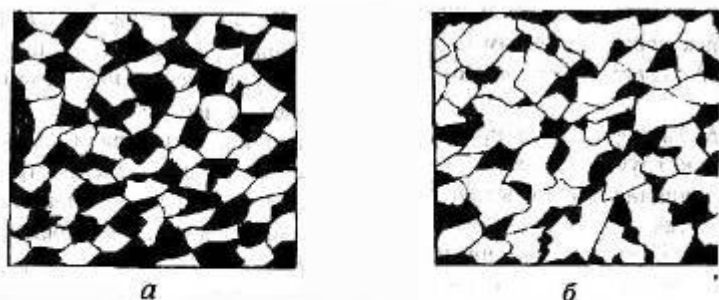


Рис. 6. Равномернозернистая (а) и неравномернозернистая (б) структура горных пород.

Если магма достигла поверхности, то ее остывание происходит очень быстро. Излившуюся на поверхность магму называют **лавой**, а возникшие при ее застывании породы – **эффузивными**. Если глубинные, называемые **интрузивными**, породы застывают десятки, сотни, а иногда и тысячи лет, то эффузивные – максимум за месяц. При этом раскристаллизация произойти не успевает. А если до момента излива в магме уже были кристаллы, то они так малы, что видны лишь под

микроскопом. Остальная часть минералов застывает в виде вулканического стекла. Это – **афанитовая** структура, которую имеет, например, базальт. Если в магме успели образоваться крупные кристаллы тугоплавких пород, они остаются вкраплениями в однородной массе. Это – **порфировая** структура. Ее имеет, например, диабаз, он же базальтовый порфирит – базальт с крупными вкраплениями полевого шпата. Если же предварительной раскристаллизации не было, образуется вулканическое стекло – обсидиан.

Теперь немного о составе горных пород. Как уже говорилось, известно свыше двух тысяч минералов, но, в основном, горные породы состоят из кварца, полевых шпатов, слюд, роговой обманки, пироксена и некоторых других. Эти минералы принято называть **породообразующими**. В зависимости от содержания в породообразующих минералах окиси кремния или окислов кальция, магния, калия, железа, алюминия, породы различаются по кислотности и цвету. Чем кислее порода, тем она светлее. Различают кислые, средние, основные и ультраосновные породы. Поскольку минералы с большим содержанием двуоксида кремния

(кремнезема) имеют светлые тона, то по цвету можно приблизительно понять, с какими породами мы имеем дело.

К кислым породам относится интрузивный гранит и его эффузивный аналог – липарит. Здесь темноцветных минералов менее 10%. К средним породам относят диорит и его аналог – андезит, содержащие около 30% темноцветных минералов. К основным – габбро и базальт – 50% темноцветных минералов. Ультраосновные породы достаточно редки. Они содержат до 90% темноцветных минералов. К ним относятся пироксенит, перидотит и, хорошо известный по синим блескам на черном фоне в облицовке памятников и станций метро – лабрадорит.

**Осадочные породы** возникают при разрушении или, иначе, при выветривании магматических и метаморфических пород. К ним относятся и биогенные породы, среди которых мел, ракушечник и известняк, различные руды, фосфориты, уголь и нефть. В результате физического (механического и температурного) выветривания образуется материал осыпей, морен, залежи песка и глины. Химическое выветривание и вымывание природными растворами приводит к образованию и кристаллизации кальцита, гипса, фосфоритов.

**Метаморфические породы** возникают при воздействии температуры и давления на ранее существовавшие породы. Отличительной чертой большинства метаморфических пород служит их слоистая, сланцеватая структура. При метаморфизации глина слеживается, превращаясь в мягкие филлитовые сланцы, затем начинаются изменения в ее минеральном составе, и образуются хлоритовые (от греческого "хлорос" – зеленый) сланцы. При достаточно высоких температурах и давлении возникают слюдяные и кристаллические сланцы. Им часто сопутствуют гранаты и дистен. Железистые глины превращаются в железистые сланцы или джеспилиты, широко распространенные, например, на Криворожском месторождении железных руд.

При метаморфизации песка возникает песчаник, затем кварцит и, при определенных условиях, гнейсовидный сланец, мало отличающийся на вид от магматических пород. Кстати, если воздействию высоких температур и давления подвергается гранит, из него образуется гнейс – кристаллическая порода, имеющая слоистую структуру.

При метаморфизации моренных отложений образуются конгломераты, а осыпей – брекчии. Примером искусственной брекчии служит строительный бетон с наполнителем из щебня. Тот же бетон, но с наполнителем из гальки, можно назвать искусственным конгломератом.

При метаморфизации известняка образуется мрамор, древесной смолы – янтарь. Особые породы возникают на контакте расплавленной магмы с окружающими (вмещающими) породами. Здесь образуются роговики, грейзены и скарны. Наиболее часто в подобных образованиях встречаются такие минералы, как гранаты, горный хрусталь. К этим образованиям нередко приурочиваются месторождения полезных ископаемых, например, Тырныаузское вольфрамит-шеелитовое месторождение на Кавказе.

Сведения о минералах и горных породах для туристов не обязательны, но тем, кто в горах интересуется не только техническими сложностями и окружающими пейзажами, иногда полезно взглянуть под ноги. И, если увиденное не оставит их равнодушными, мы рекомендуем обратиться к учебникам геологии, минералогии и петрографии, а также к многочисленным определителям минералов и горных пород.

### 3. Разрушение горных пород. Формирование и сглаживание рельефа.

Сразу же за формирование гора, а иногда и одновременно с ним, начинается разрушение горных пород и изменение рельефа. Этот процесс называется **денудацией**. Немного о масштабах денудации: ежегодно в моря и океаны смывается 12,5 миллиардов тонн нерастворимых и 5 миллиардов тонн растворимых продуктов разрушения горных пород. Волга за год смыкает 255 кубических километров осадков, река Конго – 4000! За год, благодаря денудации, горы становятся ниже на полмиллиметра, равнины понижаются примерно в 10 раз медленнее. В результате, всего за каких-то 2 миллиона лет горы теряют 1 километр высоты. К счастью для нас, туристов, при этом горные массивы становятся легче и постепенно "всплывают" из мантии, частично компенсируя потери. В противном случае ни Кавказа, ни Тянь-Шаня, ни Памира, как объектов горных походов, в наше время не существовало бы.

В недалеком геологическом прошлом в два раза выше были Уральские горы, а равнинные части Крыма скрывают под наносами остатки гор, возникших 25 миллионов лет назад.

#### 3.1. Процессы, ведущие к сглаживанию рельефа.

##### ВЫВЕТРИВАНИЕ

Наиболее распространено среди денудационных явлений выветривание. Различают физическое и химико-биологическое выветривание.

**Физическое выветривание** обусловлено сменой температур в течение суток. При нагреве объемное расширение у различных минералов, входящих в состав горных пород не одинаково, а у одного и того же минерала различно линейное расширение по разным кристаллографическим осям. Поэтому многократный

нагрев и остывание ведет к расшатыванию, ослаблению сцепления между отдельными зернами минералов и их выкрашиванию. Поры и трещины в горных породах заполняет вода. При замерзании она расширяется, оказывая давление в 90 атмосфер на стенки пустот. Трещины увеличиваются, отдельные зерна и целые блоки отрываются от массива. Так возникают вечерние камнепады.

**Химическое и биологическое** выветривание является результатом воздействия на горные породы паров и газов из воздуха, а также растворов, содержащих углекислоту, кислород, органические кислоты. Такое выветривание характерно для теплого влажного климата и в высокогорье большой роли не играет.

Под действием растворенных веществ некоторые минералы окисляются, а содержащие железо и марганец покрываются коркой окислов. Это – краснокаменное изменение или "**загар**" камней. Другие минералы гидролизуются, в них, как правило, становятся заметными зеленые соединения хлора. Это – зеленокаменное изменение. В результате химических реакций отдельные элементы, переходя в раствор, удаляются, другие, нерастворимые, остаются, образуя рыхлые шлакообразные корки – коры выветривания. Так при гидролизе некоторых минералов (слюд, полевых шпатов и других, в состав которых входят соединения алюминия и кремниевой кислоты) вымываются растворимые соли калия и натрия, образуется и вымывается каолин – белая глина, из-за которой вода во многих горных реках становится мутной. На месте остается гель кремниевой кислоты – опал. Правда, ювелирный или, как говорят, благородный опал встречается нечасто, однако, неювелирный опал образуется в больших количествах.

Обитающие в природе микроорганизмы выделяют продукты жизнедеятельности, ускоряющие химические реакции. Это явление называется **биологическим выветриванием**. Вслед за микроорганизмами следуют лишайники, мхи и высшие растения, вносящие свою лепту в разрушение гор.

Активно способствуют разрушению горных пород и сглаживанию рельефа вода и ветер. Если гора вдруг рассыпется на песок и мелкие камешки, то на ее месте останется груда обломков, высота которой окажется не намного меньше первоначальной. Однако, обломки пород постепенно уносятся водой и ветром, при этом обнажаются не затронутые выветриванием коренные породы, которые, в свою очередь, подвергаются разрушению. Движущиеся обломки сами служат причиной разрушений.

Сильный ветер, унося песок и мелкие камни, шлифует поверхность скал, выбивает ниши, оставляя, в конце концов причудливые каменные столбы, грибы и целые эоловые города – скопления останцев на месте скальных массивов, уничтоженных ветром. Этот процесс называется **ветровой эрозией** и характерен для сухих пустынных районов.

Огромную роль в сглаживании рельефа играет вода. Она не только разрушает горные породы. Но и переносит обломки на большие расстояния, откладывая их на предгорных равнинах. Процесс разрушения горных пород текущей водой называется **водной эрозией** или просто эрозией.

Результатом эрозии на равнинах становятся овраги, а в горах, на крутых склонах – **кулуары** – долины горных ручьев. Обычно кулуары остаются сухими и служат путями схода камнепадов. Во время дождя и таяния снега они наполняются водой, и снос обломков резко возрастает. Зимой кулуары становятся путями схода снежных лавин. В верхней части кулуары имеют водосборную воронку (зимой лавиносбор), переходящую в канал стока или собственно кулуар и конус выноса, где собирается обломочный материал.

## СЕЛИ

В определенных условиях вода образует селевые потоки. **Сель** – это кратковременный грязекаменный поток, скатывающийся с большой скоростью по долинам ручьев и рек. На 40% сель состоит из воды, на 60% из глины, песка и крупных обломков.

Во время дождя на склонах, богатых глиной, образуется эмульсия со значительным удельным весом. Стекая по склону, она уносит с собой песок и мелкие камни. За счет этого растет ее удельный вес и ударная сила камней, плывущих в потоке.

Сель имеет огромную разрушительную силу. На своем пути он, подобно бульдозеру, выпихивает траншеи с отвесными стенами значительной глубины. За счет большого удельного веса грязевой массы, в ней всплывают и переносятся на большие расстояния валуны и каменные глыбы. Рекорд был зафиксирован в 1937 году на реке Азазань, где селем были снесены глыбы весом около 300 тонн.

Особенно страшны сели, вызванные прорывом горных озер. Из-за большого объема, они скатываются по долинам на десятки километров, сметая все на своем пути. Высота селевого вала в ущельях может достигать 80 метров (25-этажный дом).

## КАРСТ

Если вода, опускаясь по трещинам, встречает растворимые породы, то, размывая их, она образует карстовые полости: колодцы, воронки, пещеры. Пещеры могут достигать огромных размеров: сотен метров в глубину и десятки километров в длину. Карстовые явления серьезно осложняют работу строителям. Даже в Москве с ними приходится считаться. Карстовый провал задержал пуск завода "Атоммаш", чем предопределил строительство атомных электростанций чернобыльского типа, вместо более безопасных, но требующих установки крупногабаритного оборудования, производить которое должен был "Атоммаш".



## ОПОЛЗНИ И ОБВАЛЫ

Отрыв и перемещение значительных земляных масс под действием силы тяжести называется **оползнем**. Аналогичное перемещение масс горных пород, льда, снега называется **обвалом**.

Если вода, просачиваясь сквозь горные породы, встречает водоупорный пласт, имеющий выход на берегу реки или склоне горы (рис. 7), то двигаясь по водоупорным породам и размывая верхние пласты, она образует плоскость скольжения, по которой могут скатиться все вышележащие породы. Спровоцировать оползень или обвал способны землетрясения. Так, например, образовался Усойский завал на Памире, за которым возникло Сарезское озеро. Обвалом образовано и знаменитое озеро Рица на Кавказе.



Рис. 7. Оползень.

## 3.2. Горные реки.

Быстрое течение рек способно нести песок и гальку, перекачивать валуны. Ударная энергия речной воды в верховьях размывает дно и берега, переносит обломки и откладывает их в низовьях, на равнинах, где скорость течения падает. Если река протекает по мягким породам, дно размывается быстро, и русло заметно углубляется. При этом формируется долина с крутыми берегами V-образного профиля. Когда скорость размыва дна замедляется, и из-за смыва обломков со склона и подмывания берегов, дно долины расширяется, она приобретает U-образный профиль. В твердых, не склонных к разрушению породах, река пропиливает каньоны с, практически, отвесными склонами. На Западном Кавказе, в Абхазии река Бзыбь, ниже села Псху, образовала каньон глубиной 50-70 метров при ширине 5-7 метров. Туристам известен каньон реки Гуамки близ Майкопа. В Таджикистане река Зеравшан, имеющая в среднем течении ширину до 500 метров, прорывает скальный пояс, состоящий из вертикально расплоснутых сланцев, каньоном шириной около пяти метров. В Копетдаге притоки реки Сакисяб пропилили в предгорьях извилистые узкие каньоны. Их линии, следуя изгибам складок горных пород, нередко меняют направление на 270 и более градусов, поэтому, начинаясь на расстоянии 3-5 километров от русла реки, они имеют протяженность 15 километров и более.



Рис. 8. Формирование речной долины.

Если текущая вода встречает на пути крупный валун или участок твердых пород, она вынуждена отклоняться в сторону от линии наибольшего уклона, и ее русло изгибается. Сила тяжести возвращает поток обратно, при этом река поворачивает, но по инерции отклоняется от оптимального пути в другую сторону. Процесс повторяется, пока вода не выйдет на наибольший уклон или не встретит новое препятствие. По мере размыва препятствий, излучины (из называют **меандрами**, по реке Меандр, где этот процесс был впервые описан учеными) смещаются вниз по течению. При этом движущиеся изгибы русла расширяют дно долины (рис. 8). Вот поэтому горные реки нередко текут по широким галечным поймам, в десятки и сотни раз превышающим ширину водного потока. Особенно впечатляют реки Восточного Памира (Маркан-су, Уй-су) буквально теряющиеся в километровой ширине долин.

Если скорость течения реки не меняется, пойма существует без особых изменений столетиями. Но вот происходит поднятие гор или опускание предгорных равнин. При этом скорость потока возрастает, начинается активный размыв и углубление дна. Бывшая пойма оказывается высоко над рекой, которая уже известным способом, разрабатывает новую пойму. Остатки прежней поймы образуют **надпойменную тер-**

**расу.** У равнинных рек таких террас может быть 2-3. У Москвы-реки их две. У горных рек террас может быть значительно больше. Кстати, склоны или берега, расположенные над верхней террасой, не тронутые рекой называются **коренными берегами**.

Как уже отмечалось, в низовьях реки по мере уменьшения скорости течения, река откладывает сначала крупные обломки, затем мелкую гальку, песок и, наконец, глину. За счет такого переноса обломков, например, водохранилище Нурекской ГЭС будет заполнено наносами за 50 лет.

### 3.3. Ледники и ледниковый рельеф.

На своем пути туристы встречают не только жидкую, но и твердую, замерзшую воду. Находящееся в активном движении скопление льда, образовавшегося при уплотнении и перекристаллизации снега, называется **ледником**.

Ледники – едва ли не самый важный фактор, формирующий горный рельеф, по крайней мере, с точки зрения путешественников. Льдом занято 11% всей земной суши. Но к большому сожалению альпинистов и туристов, лишь 0,5% от этой площади принадлежит горным ледникам. Все остальное относится к полярным областям.

Последние 15 тысяч лет ледники, в среднем, отступают, но периодически их деградация сменяется временным наступлением. Из истории известно, что в V-VII веках н.э. многие перевалы, занятые в настоящее время ледниками, служили обыкновенными караванными путями. К ним относятся перевалы Кашал-Аяк на Памире и знаменитый Сен-Готард в Альпах. Затем климат стал более холодным, ледники начали расти и с XVII-XVIII века эти перевалы стали доступными лишь для туристов и великих полководцев. Однако, последние 100 лет ледники отступают, сокращаясь на 10% за каждые 50 лет. Примером такого сокращения может служить ледник Большой Азау на склонах Эльбруса, потерявший в XX веке половину своего языка.

Ледники образуются за счет накопления снега и его преобразования (метаморфизации) в лед. Для образования ледника необходим холодный и влажный климат, при котором количество выпадающего снега больше или равно количеству таящего. Накопление снега возможно только при отрицательной среднегодовой температуре.

Линия, ограничивающая зону, в пределах которой среднегодовое количество твердых осадков равно их убыли, называется **снеговой линией**. Ледники образуются только выше снеговой линии. Положение снеговой линии зависит от широты местности. В Гренландии она совпадает с нулевой отметкой, в массиве Бырранги – 500 м, на Кавказе 3000 м, на Алайском хребте – 4800 м, в Гималаях до 6000 м. Зависит она и от влажности климата. В Альпах она проходит на отметке 2600 м, на Западном Кавказе – 2700 м, на Восточном Кавказе – 3800. В зависимости от экспозиции склона изменяется количество осадков, меняется и положение снеговой линии. Так на северных склонах Алайского хребта она проходит на уровне 4000 м, на южных – 4800 м.

В пределах одной горной системы снеговая линия ниже на передовых хребтах. Так, на Таянь-Шане на передовых хребтах снеговая линия опускается на 600 метров ниже, чем на главных. Встречаются и исключения из правил. Например, на Западном Кавказе, на Бзыбском хребте находится ледник Химса. Он существует в зоне положительных среднегодовых температур и сохраняется только за счет большого количества выпадающего на его поверхность снега. Влажный воздух, идущий с моря, охлаждается над ледником и дает ему воду в виде снега. На соседних участках хребта, где ледников нет, столь интенсивного выпадения осадков не происходит.

**Как же образуется лед?** Снег попадает на дно долин в виде твердых осадков, либо сносится туда лавинами. На плоских и вогнутых частях склонов снег может накапливаться многие сотни лет. Под воздействием солнца и ветра он преобразуется в фирн. Снежинка – это лучистый кристаллик льда. Солнце и ветер изменяют упавшую снежинку, при этом она теряет звездную форму и превращается в зернышко. При таянии снега, вода просачивается в его толщу и там замерзает. Но при этом новых кристаллов не образуется, а происходит рост уже существующих. Заметную роль здесь играет и сублимация, возгонка снега. Образующиеся при этом водяные пары конденсируются и намерзают на кристаллы фирна. **Фирном** называется снег, имеющий зернистую структуру и возраст более года. При меньшем возрасте фирн принято называть **фирновым снегом**. Зерна фирна постепенно растут, достигая величины от 5 до 100 миллиметров.

Чем старше фирн, тем глубже он залегает, и тем крупнее его зерна. С ростом зерен, из фирна вытесняется воздух, и он становится плотнее. Наконец, зерна срastaются и образуют однородную массу – **белый фирновый лед**. Нечто подобное видим мы на асфальте весной, когда дворники скалывают лед с мостовых. Но в городах свежий снег пешеходы превращают в лед всего за пару дней, а в природе для этого требуются многие годы.

Лед одновременно хрупок и пластичен. Чем выше температура и давление, тем пластичнее лед. Благодаря пластичности нижние слои льда выдавливаются верхними, и они начинают течь. Из-под толщи фирна выползает глетчерный лед. Разумеется, направление его течения зависит от рельефа местности. Для того, чтобы лед начал течь по пологой поверхности необходим вес шестидесятиметровой толщи льда. Од-

нако, если уклон долины значителен, лед течет и при меньшем давлении. При крутизне 40-45° для этого достаточно всего двухметровой толщи.

Скорость течения льда измеряется сантиметрами в сутки, но у крупных ледников она достигает 3-7 метров в сутки.

У ледника различают **зону питания** или фирновый бассейн, где собираются основные массы снега и **зону стока** – язык ледника. Граница между ними называется **фирновой линией**.

По мере течения вниз по долине, лед тает и, наконец, не некоторой высоте количество притекающего льда становится равным количеству тающего. Здесь язык ледника кончается. Если количество осадков постоянно, ледник занимает стационарное положение. Если оно увеличивается – ледник наступает, пока вновь не придет в равновесие.

Когда климат теплеет, и количество твердых осадков сокращается, линия равновесия поднимается выше по долине. При быстром отступлении ледника, участки льда на концах языка или у берегов, обычно покрытые моренным чехлом, перестают двигаться и отделяться от ледника. Такой лед называется **мертвым**. Лед под моренным чехлом тает неравномерно, образуя воронки, озера, крутые сбросы. Движение по таким участкам требует особого внимания. Мертвый лед, засыпанный толстым обломков, называется **погребенным льдом**.

## ЛЕДНИКОВЫЕ ТРЕЩИНЫ

Разрывы в теле ледника, вызванные неодинаковой скоростью течения льда, называются **ледовыми** или **ледниковыми трещинами**.

Из-за нагрева скал края ледника тают быстрее, поэтому средняя его часть оказывается выпуклой. Давление льда в этой зоне больше, чем на краях, а значит и лед здесь пластичнее. По этой причине средняя часть ледника течет быстрее, и непластичные верхние слои льда разрываются, образуя трещины (огивы), выгнутые в сторону языка и смыкающиеся ближе к краям (рис. 9а). Трение краев ледника о склоны долины может привести к образованию боковых трещин, ширина которых уменьшается в сторону оси и верховьев ледника (рис. 9б). Если долина расширяется или язык вытекает на равнину, лед растекается в стороны, образуя продольные трещины, ориентированные перпендикулярно направлению растекания (рис. 9в).

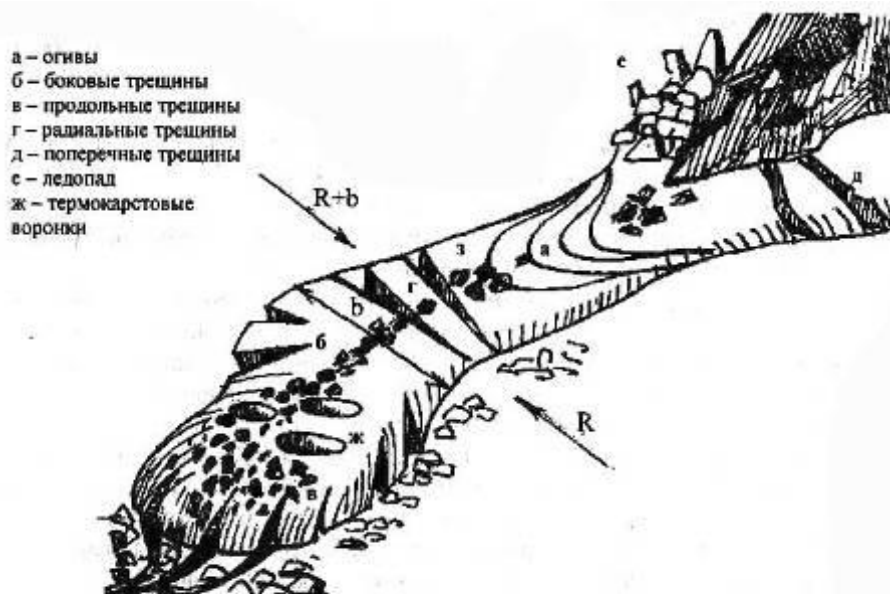


Рис. 9. Элементы ледникового рельефа.

При повороте долины лед, находящийся на внешней стороне дуги поворота, отстает от льда, текущего по внутренней дуге. При этом образуются радиальные трещины, расширяющиеся в сторону увеличения радиуса (рис. 9г). Там, где дно долины меняет уклон, возникают зоны растяжения, и образуются поперечные трещины (рис. 9д), расширяющиеся книзу на вогнутых участках и вверх – на выпуклых (рис. 10). Наложение трещин разного направления образуют сетку трещин.

Между краями ледника и склонами долины, из-за нагрева скал или береговых морен, образуется углубление или трещина, называемая **рантклюдом**. Рантклюд нередко служит наиболее простым путем подъема на язык ледника или обходом ледопада, но при этом он бывает опасен из-за камнепадов и обвалов с ледника и склонов долины, включающих участки мертвого льда.

Разрыв или подгорная трещина, отделяющая неподвижный лед и фирн склонов цирка от движущегося в зоне питания ледника называется **бергшрудом**. Края бергшрунда могут располагаться на разной высоте, образуя нависающие ледовые и фирновые стенки высотой в несколько метров. Бергшруд, особенно с

нависающей стенкой, – серьезное препятствие. Обычно он преодолевается по снежным мостам или конусам выноса лавин. При отсутствии мостов, если трещина встретилась на подъеме, приходится спускаться в бергшруд и подниматься по нависающей стенке с помощью подсаживания или втыкания в его стенку ледорубов или ледобурных крючьев. Если бергшруд встретился на спуске, иногда удается перепрыгнуть его на страховке или спуститься с него на закрепленной веревке, чтобы перебраться на нижний край, расклевываясь, или переходя по снежной пробке.

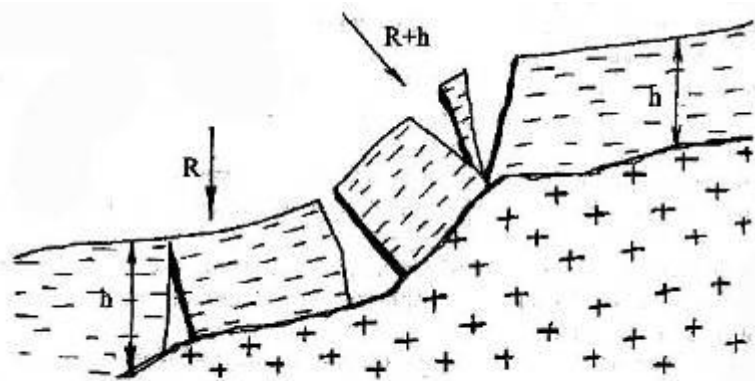


Рис. 10. Трещины в толще ледника.

Ледниковые трещины могут быть **открытыми**, **зияющими**, и **закрытыми**, засыпанными снегом. Закрытые трещины представляют большую опасность. Двигаться по засыпанному снегом или **закрытому леднику** можно только в связках. Зоны, где трещины наиболее вероятны, определяются по изгибам ложа ледника, как указано выше. Обнаружить закрытые трещины удастся по узким полосам более светлого или более темного снега (не путать с бороздами таяния, напоминающими картофельные грядки). Закрытые трещины заметнее в стороне от линии движения, поэтому, выбирая путь, надо внимательно

осматривать весь окружающий рельеф. В неясных случаях снег зондируют ледорубом или лыжной палкой. Наиболее опасно движение по закрытому леднику в темноте, в тумане, при рассеянном свете и после снегопада, когда внешние признаки трещин мало заметны.

Если уклон долины велик, а мощность ледника недостаточна, течение нижних, пластичных слоев разбивает верхние, непластичные. Возникает **ледопад** (рис. 9е). То же происходит, если ложе ледника неровное, имеет выступы твердых пород – **ригели**.

Отдельные пики и зубцы льда в зоне ледопада называют **сераками**. Ледопад – серьезное препятствие, нередко определяющее сложность перевала. Из-за постоянного движения ледника рельеф ледопада непостоянен. Указать однозначный путь по ледопаду невозможно, однако, наиболее часто удается найти проход по вогнутому участкам ледника и ледовым кулуарам, где из-за сжатия верхних слоев льда, количество трещин минимально.

Глубина ледниковых трещин может достигать ста метров, но обычно, из-за пластичности льда в нижних слоях, она не превышает 30-40 метров. Там, где дно долины выполаживается, трещины закрываются и продолжается спокойное течение ледника.

## ВИДЫ ЛЕДНИКОВ

Различаются ледники горные, покровные и полупокровные. **Покровные** ледники возникают на равнине и занимают значительные части суши (Антарктида, Гренландия). **Полупокровные** ледники образуются в горах с плоскими или пологими вершинами. Этот тип ледников характерен для Скандинавских стран и островов Ледовитого океана. Они имеют куполообразную форму и растекаются от центра к периферии, образуя языки **выводных** ледников. Над большими ледовыми куполами воздух охлаждается и стекает вблизи поверхности, создавая локальные зоны сильного ветра, поземки или пурги.

**Горные** ледники, в свою очередь, делятся на долинные, каровые, висячие, возрожденные и звездообразные.

**Долинные** ледники имеют область питания и язык, спускающийся вниз по долине. Среди долинных ледников различают **простые**, имеющие одну зону питания и один язык, **сложные** или древовидные, имеющие много зон питания и один язык, а также **перемётные**, имеющие одну зону питания и два или несколько языков.

**Каровые** ледники, в отличие от долинных, не имеют языка. Располагаются они в чашеобразных углублениях склонов – карах. Размеры их невелики.

**Висячие** ледники образуются во впадинах на крутых склонах и имеют небольшие языки, не касающиеся дна долины. Опасны обвалами льда с языков.

**Возрожденные** ледники образуются на дне долины за счет обвалов льда с висячих ледников или при разрыве языка долинного ледника крутой и высокой скальной ступенью.

**Звездообразные** ледники (разновидность полупокровных) образуются на плоских и конических вершинах гор и растекаются с них многими языками. К ним относятся ледники вулканов Эльбруса и Казбека.

Крупнейший долинный ледник Евразии – ледник Федченко на Памире. Его длина 74 километра. Не многим уступает ему крупнейший ледник Тянь-Шаня – Инылчек. Его длина около 70 километров.

По способу питания различают ледники **альпийского** и **туркестанского** типа. В питании альпийских ледников основную роль играют твердые осадки. Многие ледники Памира и Тянь-Шаня не имеют фирнового бассейна и питаются за счет лавин, сходящих со склонов долины. Это ледники памирского или туркестанского типа. Из-за особенностей питания эти ледники несут очень много обломочного материала.

## РЕЛЬЕФ ЛЕДНИКА

Из-за нагрева скал и боковых морен края ледника стаивают быстрее центральной части. Поэтому в поперечном разрезе язык ледника выпуклый. Участки льда под срединными моренами стаивают медленнее открытого льда, поэтому между срединными моренами образуются глубокие впадины. Стекающая по поверхности ледника талая вода образует борозды, ручьи и речки, переправа через которые не всегда возможна.

Под маленькими, прогреваемыми солнцем камнями лед протавляет, образуя неглубокие **ледовые стаканчики**. Под большими обломками, защищающими лед от солнечных лучей, он не тает, образуя ножку. Крупные глыбы на ледовых ножках называются **ледниковыми столами** или грибами. Талая вода, сливаясь в трещину, размывает ее края. При смыкании трещины в месте размыва остается глубокий **ледниковый колодец**. По этим колодцам вода поступает во внутренние каналы ледника и к его ложу. При вращательном движении воды колодец приобретает спиралевидную форму и называется **ледниковой мельницей**.

Под воздействием солнца избирательное таяние приводит к образованию на поверхности льда и фирна **кальгаспоров** – остроконечных выступов до полутора-двух метров высотой. Кальгаспоровы располагаются рядами и наклонены в сторону полуденного положения солнца. Нередко кальгаспоровы занимают большую площадь (ледник Грум-Гржимайло на Памире). Характерный наклон и коническая форма придает им сходство с фигурами молящихся, поэтому их называют снегами кающихся или кающимися фирнами. Небольшие кальгаспоровы значительно облегчают движение по крутым снежным склонам, образуя ступеньки. Многочисленные высокие кальгаспоровы на относительно пологой поверхности ледников образуют труднодоступные заросли, дорогу в которых приходится прорубать.

Вода, передвигаясь по внутренним и подледниковым каналам, вытекает из языка, давая начало реке. В этом месте в языке образуется горизонтальное конусообразное углубление – **ледниковый грот**. Гроты некоторых ледников доступны. Но посещение их опасно из-за вывала камней и глыб льда со свода.

Иногда вода, передвигающаяся по внутренним каналам ледника, может выходить на его поверхность, образуя фонтаны.

На языках ледников, покрытых моренным чехлом в зоне таяния, из-за неравномерного прогрева возникают холмы, воронки, озера, образуется сложный лабиринт, затрудняющий движение и требующий тщательного выбора пути. Такое неравномерное таяние называется **термокарстом** (рис. 9ж).

На пологих вогнутых и ровных поверхностях ледника в среднем его течении, вода, скапливаясь под снегом удерживается им, образуя **снежные болота**. В болотах, как правило, нет опасных трещин, но всегда есть возможность провалиться в глубокую промоину, заполненную ледяной водой.

## РАБОТА ЛЕДНИКА

Верховья долины, длительное время занимаемые ледником, превращаются в глубокие впадины в виде амфитеатров. Такие, закрытые с трех сторон котловины, называются **ледниковыми цирками**.



Рис. 11. Работа ледника и ее механическая аналогия.

Вода, образующаяся от таяния льда между ледником и окружающими скалами, попадает в трещины и замерзает, откалывая от стенок куски породы. Ледник уносит обломки, углубляя и расширяя, таким образом, свое ложе (рис. 11). Подтачивая основания склонов, ледник ускоряет их обрушение, внедряется в скальный массив. Стенки ложа ледника становятся круче и начинают отодвигаться вглубь горного массива. При формировании двух "пятящихся" навстречу друг другу цирков гребень хребта понижается, образуя седловину. С самых высоких частей горного хребта

ледники растекаются в разные стороны, а цирки, образующиеся на склонах, расширяясь, создают остроконечные пирамидальные вершины – **хорны**. Примером могут служить вершины Маттерхорн в Альпах или Ушба на Кавказе. Высочайшая вершина планеты Джомолунгма (Эверест) – типичный хорн, остаток более значительной горы, "съеденной" ледниками.



Фото 1. Хорн.

При движении ледник производит большую разрушительную работу в границах своего ложа. Давление льда на подстилающие породы, при толщине 100 метров, достигает 100 тонн на квадратный метр. Ледник выпихивает ложе вмёрзшими обломками скал, дробит породы своим весом. Если скала прочная, ледник шлифует и истирает ее. Часть массива, обращенная к верховьям, сглаживается и выравнивается, а склон, направленный в долину, остается крутым. Так возникают **бараньи лбы**. Рыхлые породы ледник разрушает и уносит с собой, речные V- и U-образные долины превращаются в корытообразные или троговые.

## МОРЕНЫ

Скопление обломков – продуктов выветривания, попавших на ледник со склонов и дна долины, переносимых ледником, называется **мореной**. Название это происходит от имени древнеславянской богини смерти Морены, отсюда же слова "мор" и "мороз".

Различают движущуюся вместе с ледником и отложенную неподвижную морену. Движущаяся морена делится на **донную, поверхностную и внутреннюю**. Разновидностями поверхностей морены являются **срединная, боковая и плащевая** морены. Боковые движущиеся морены питаются за счет разрушения бортов ледникового ложа и обвалов со склонов. Срединные морены образуются из боковых в местах слияния ветвей ледника (рис. 9з). Поверхностные, плащевые морены формируются в зоне питания ледника за счет обломков, сносимых на ледник лавинами. Поверхностные морены особенно часто встречаются на ледниках среднеазиатских гор, где языки ледников могут быть полностью покрыты моренным чехлом значительной толщины на протяжении нескольких километров. На таких покровных моренах встречается растительность вплоть до небольших деревьев.

Отступающий ледник оставляет после себя валы отложенных морен (рис. 12 и 13). Отложенные морены имеют вид остrokонечных гряд или пологих вытянутых холмов. Среди отложенных различают **береговые и конечные** морены. При стационарном положении языка ледника весь доставляемый течением льда материал откладывается, образуя вал конечной морены. Если ледник, отступая, делает остановки, образуется несколько моренных валов. Холмистый рельеф по пути отступления ледника называют **основной мореной**. Основные морены крупных ледников образуют сплошные моренные поля, протяженностью в несколько километров. Передвижение по таким полям связано с большими физическими затратами. Ориентирование и выбор оптимального пути в хаосе морен затруднены.

Неподвижные береговые морены образуются из обломков, осыпающихся с краев ледника.

По мере отступления ледника уменьшается и его мощность и поверхность опускается ниже гребней береговых морен на многие десятки и даже сотни метров. Склоны береговых морен, обращенные к леднику, сохраняют значительную крутизну и подвергаются эрозии. Обратный склон, обращенный к склону долины, обычно более полог и покрыт растительностью. Пространство между береговой мореной и склоном долины или между моренными валами называют **моренным карманом**. Карманы достигают значительных размеров. По ним могут протекать ручьи, пролегать тропы, в некоторых случаях здесь может расти лес. Карман морены обычно безопасное и удобное место для бивуаков. По гребням береговых и срединных морен пролегают наиболее удобные пути в верховья ледников. В часто посещаемых районах по ним проложены тропы, а в удобных местах устроены площадки для бивуаков.

Основной материал, из которого слагаются морены – окатанные обломки (валуны), песок разной крупности, гравий, щебень, моренные глины и суглинки, образующиеся при перетирании горных пород ледником.

Моренные отложения легко размываются реками, поэтому долины многих горных рек, разработанные в моренных отложениях древних ледников, так называемых **конгломератах**, имеют крутые труднопроходимые склоны. Крупные валуны защищают от размыва участки морены, образуя **останцы** причудливых форм. Например, останцы в долинах рек Кыртык и Ирик в Приэльбрусье, левобережная морена ледника Ленина на Заалайском хребте Памира.



Размыв морен тальми водами приводит к образованию селей.

При падении с гребней морен выполнить самозадержание ледорубом очень трудно. Поэтому тропы, а при их отсутствии маршруты движения, часто проходят ниже гребня со стороны склона долины. Движение без троп по крутым моренным (конгломератным) склонам весьма трудоемко. Нередко требуется вырубать ступени. Прохождение конгломератных склонов сопряжено с большим риском из-за неустойчивости валунов и невозможности закрепить веревку. Нередко по технической сложности и физической нагрузке такие склоны сравнимы с перевалами 3А категории сложности.



Рис. 12. Формирование морен.

Если под мореной находится лед, то из-за неравномерности таяния (термокарст) могут образовываться воронки и крутые протяженные ледовые склоны, прикрытые тонким слоем морены, легко скатывающимся вместе с неосторожными путешественниками.

Нелишне заметить, что подмосковная Клинско-Дмитровская гряда представляет собой основные морены, оставленные древним оледенением. В эпоху оледенения лед переносил валуны на расстояние до 1000 километров. По их расположению удастся определить откуда пришел ледник и откуда принесены валуны. По их расположению в Подмосковье и средней полосе удалось вычислить и найти некоторые полезные ископаемые в Карелии, а также коренные месторождения золота в Скандинавии. Благодаря ледниковым отложениям, под Москвой в Парамоновском овраге находят россыпное золото и гранаты.

#### 4. Формы горного рельефа.

**Горами альпийского типа** называются молодые, высокие, поднимающиеся выше снеговой линии горы, несущие комплекс ледниковых форм рельефа: цирки, остроконечные гребни, пирамидальные вершины. Только такие горы могут быть объектами горного туризма и альпинизма.

Горы называются **молодыми**, если они несильно разрушены, то есть имеют значительное превышение гребней над узкими и глубокими долинами. Другими словами, если ширина долин во много раз меньше высоты окружающих склонов.

**Горная страна** – обширный, геологически обособленный район горной местности со сложной орографией. Например: Тянь-Шань, Памиро-Алай.

**Горный узел** – выделяющаяся высотой, сложной орографией и оледенением обособленная часть горной страны. Например: Фанские горы, Матчинский горный узел и узел Такали в пределах Памиро-Алая, узел Даут на Кавказе.

**Горный хребет** – вытянутый в одном направлении участок горного рельефа с близкой высотой соседних вершин. Например: хребет Абишира-Ахуба, Сванский хребет на Кавказе, Дарвазский и Язгулемский хребты на Памире.

**Горная цепь** – самостоятельный, **главный**, горный хребет большой длины при относительно малой ширине. Например: Туркестанский хребет на Памиро-Алае, хребет Ак-Шийрак на Тянь-Шане, Главный Кавказский хребет.

**Отрог** – относительно короткий, второстепенный хребет, ответвляющийся от основного. Во многих случаях через отроги пролегают перевальные пути, соединяющие разные истоки одной реки, одного ледника. По гребням отрогов пролегают наиболее безопасные и часто простейшие пути подъема на перевалы, расположенные в главном хребте. Например: ряд перевалов через Заалайский хребет, перевалы Ребро и Дорофеева в хребте Академии наук на Памире.

**Долина**<sup>9</sup> – межгорная впадина большой протяженности при относительно малой ширине, служащая путем стока поверхностных вод: рек и ледников.

**Висячая долина**<sup>9</sup> – долина притока реки или ледника, устье которой находится значительно выше дна основной долины.

**Устьевая ступень**<sup>10</sup> – участок склона основной долины между дном основной и висячей долины. Обычно имеет значительную крутизну в сравнении с крутизной висячей долины и высоту не менее 50 метров.

**Ущелье** – глубокая долина с крутыми, свыше 30° склонами.



**Фото 2. Перевал.**

**Каньон (пропасть)** – глубокая долина с крутыми, свыше 60° склонами, если ее ширина значительно меньше глубины. В практике путешественников каньоном называют технически сложный участок долины с крутыми, обрывающимися в реку берегами, то же препятствие может называться прижимом.

**Вершина** – выступающая над хребтом остроконечная или куполообразная возвышенность.

**Седловина**<sup>7</sup> – местное понижение хребта. Не всякая седловина служит перевалом.

## 5. Элементы горного рельефа.

**Гребень**<sup>14</sup> – линия наибольших высот горного хребта, узкий, ярко выраженный водораздел, образованный пересечением склонов. Он может быть зубчатым, ровным, острым, округлым, платообразным, осыпным, скальным, снежно-ледовым, травянистым. Очень острые, круто обрывающиеся гребни называются **ножами**. Гребни нередко являются источниками камнепадов и обвалов снежных карнизов. Выступающие элементы гребней и слагающие их скальные плиты значительных размеров могут быть легко сдвинуты человеком и, падая, увлечь его за собой. Гребень во время грозы – наиболее вероятное место поражения молнией. Вместе с тем гребень не подвержен камнепадам и лавинам, и нередко служит путем к вершине или перевалу. На посещаемых гребнях встречаются оборудованные площадки для палаток.

**Ребро**<sup>15</sup> – острый гребень, имеющий значительный уклон.

**Контрфорс**<sup>16</sup> – короткий боковой хребет, длина которого приблизительно равна высоте.

**Плечо**<sup>18</sup> – относительно пологий участок гребня между двумя взлетами или ступенями.

**Жандарм**<sup>19</sup> – значительный резкий скальный выступ гребня.

**Склон** – участок горного рельефа между дном долины и гребнем хребта или вершиной. По форме различают **прямые**<sup>20</sup>, **выпуклые**<sup>21</sup>, **вогнутые**<sup>22</sup> и **ступенчатые**<sup>23</sup>, **террасированные** склоны. По характеру поверхности – залесенные, травянистые, осыпные, скальные, снежные, фирновые, ледовые. В практике путешествующих склоны принято характеризовать шириной, протяженностью и крутизной, определяемым по карте или на глаз (см. приложение 6.2).

По крутизне различают пологие, до 20°, склоны, где страховка, как правило, не требуется. При падении на таком склоне человек остается на месте или легко останавливается самозадержанием. Исключение составляют участки закрытого льда. Склоны средней крутизны – до 30-35°, где необходима само страховка. Взаимная страховка применяется, если самозадержание затруднено (лед, близкие трещины или сбросы). На склонах большой крутизны (до 45°) требуется взаимная, обычно попеременная страховка или коллективная страховка (перила). Очень крутые склоны (до 60°) требуют для преодоления всего арсенала снаряжения и горной техники. Более крутые склоны называют **стенами**.

**Взлет**<sup>17</sup> – однородный участок склона или гребня, выделяющийся значительной крутизной. Нередко наиболее сложный, ключевой участок пути. Взлет, выводящий на перевал или вершину, называется перевальным или предвершинным (см. "Сброс").

**Сброс** – с точки зрения геологии – разрыв в толще горных пород со смещением блоков. У путешественников – скальный или ледовый относительно короткий и крутой, возможно, вертикальный участок склона при движении на спуск. Может быть наиболее сложным участком маршрута.

**Обрыв** – крутой, отвесный или близкий к отвесному участок склона значительной высоты между двумя относительно пологими участками. Например: обрывы Крымских яйл к морю, обрывы берегов Волги в районе Жигулей. Нередко обрывом или сбросом называют ступень при прохождении ее на спуск.

**Ступень** – участок склона или гребня большой крутизны, почти отвес, может рассматриваться как очень крутой взлет. Ступень, пересекающая значительную часть склона, называется **поясом**.

**Терраса** – относительно пологий, ровный, вытянутый участок склона, образовавшийся в результате деятельности реки или ледника.

**Стена**<sup>30</sup> – склон крутизной более 60°.

**Стенка** – скальная плита или небольшой нерасчлененный участок снежного, фирнового или ледового склона крутизной более 60°.

**Плита**<sup>31</sup> – небольшой нерасчлененный участок скального склона, имеющий одинаковую крутизну.

**Осыпь**<sup>58</sup> – место сосредоточения обломочного материала, снесенного со склона водой или обвалом. Осыпи наиболее характерны для молодых гор (Памир, Памиро-Алай), где разрушение горных пород и сглаживание рельефа особенно интенсивны.

Осыпи по размеру обломков делятся на крупные, где размер обломков близок или превышает размер тела человека, средние – в 2-3 раза меньше размеров человека, но крупнее ботинка, и мелкие – меньше размеров ботинка. Участки мелкой осыпи на склонах располагаются обычно в верхних частях, а наиболее крупные обломки скатываются в самый низ. На плоскогорьях осыпи возникают на горизонтальной поверхности, образуя, так называемые, каменные моря. В зависимости от подвижности обломков различают живые и мертвые осыпи. Чем мельче осыпь, тем вероятнее ее сползание под нагрузкой. Отдельные подвижные обломки называются живыми.

Осыпь, особенно живая, опасна камнепадами, вызванными естественными причинами и падением камней из-под ног животных и людей. Осыпь, лежащая на твердом, гладком, наклонном основании (скалы, лед) легко сдвигается под нагрузкой и может увлечь за собой неосторожного путешественника. Особенно опасна осыпь над скальным сбросом, плохо заметном при спуске.



- |                  |               |                      |            |                  |                     |                  |                    |
|------------------|---------------|----------------------|------------|------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 1. пик           | 16. контрфорс | 23. ступенчатый      | 29. камин  | Ледники:         | Морены подкижные    | Ледовые трещины: | 54. грот           |
| 2. игла          | 17. азлет     | 24. бараньи лбы      | 30. стена  | 37. долинный     | 43. поверхностьная, | 47. поперечные   | 55. скальный мост  |
| 3. столовая гора | 18. плечо     | Скальный микрорельеф | 31. плита  | 38. каровый      | срединная           | 48. продольные   | 56. лавинный конус |
| 4. зуб           | 19. жандарм   | Трещины:             | 32. уступ  | 39. висячий      | 44. боковая         | 49. радиальные   | 57. озеро          |
| 5. купол         | Склоны:       | 25. вертикальные     | 33. полка  | 40. возрожденный | Морены отложенные:  | 50. ледопад      | 58. осыпь          |
| 6. башня         | 20. прямой    | 26. горизонтальные   | 34. балкон | 41. переметный   | 45. береговые       | 51. бергшрунд    |                    |
| 7. седловина     | 21. выпуклый  | 27. щель             | 35. выступ | 42. покровный    | 46. конечная        | 52. рантклофт    |                    |
| X. перевал       | 22. вогнутый  | 28. расщелина        | 36. карниз |                  |                     | 53. нунатак      |                    |
- На карте с черной линией обозначены границы ледников, с белыми линиями — границы моренных конусов с балкой — предельно на выпуклости, красными выделены впадины, в которых скапливается вода, и черными — направление образования ледников.

Рис. 13. Элементы горного рельефа по Ю.В. Гранильщикову.

**Перевал**<sup>7</sup> – наиболее простой путь из одной самостоятельной долины в другую при условии, что обходной путь более трудоемок или опасен. В практике путешествующих спортивный перевал – наиболее простой путь из одного элементарного водного бассейна в другой.

**Цирк** – глубокая впадина в форме амфитеатра, окруженная с трех сторон крутыми склонами, образовавшимися в результате разрушительной деятельности ледника. Ледниковый цирк – наиболее характерная форма рельефа на пути к перевалу, удобное место для исходного бивуака перед началом подъема на перевал.

**Кар**<sup>11</sup> – чашеобразное углубление, окруженное крутыми склонами, образовавшееся в результате разрушительной деятельности небольшого бессточного ледника. На дне кара может быть ледник, снежник или озеро.

**Мульда** – значительное чашеобразное углубление на снежном склоне, а также углубление, образующееся на леднике в результате подвижки. Склоны мульды, отражая солнечный свет, действуют как вогнутое зеркало, создавая в центре зону повышенной солнечной радиации. Летом пересечение мульды связано с риском получить тепловой удар или солнечные ожоги. Зимой в солнечные дни в мульдах может создаваться микроклимат, позволяющий загорать, несмотря на низкую температуру.

**Ледопад**<sup>60</sup> – участок ледника со многими трещинами, расчленяющими лед на отдельные глыбы. Возникает на участках, где уклон долины ледника велик или в ложе имеются выступы из твердых скал, ригели. См. также раздел "Ледниковые трещины".

**Мост ледовый, снежный**<sup>65</sup> – остаток снежного покрова или лавинный вынос, перекрывающий трещину, бергшрудн, иногда русло реки – наиболее удобный и естественный путь перехода через них.

**Трещина скальная**<sup>25, 26</sup> – разрыв в толще горных пород без смещения блоков. В практике путешествующих – разрыв в скалах, куда можно забить скальный крюк, но нельзя просунуть пальцы.

**Щель**<sup>27</sup> – трещина, в которую можно просунуть пальцы, но нельзя вставить ботинок.

**Расщелина**<sup>28</sup> – трещина, в которой можно расклинить ботинок, но нельзя поместиться человеку.

**Камин**<sup>29</sup> – вертикальная, свыше 60° крутизной трещина, по которой можно передвигаться на распорах.

**Желоб** – трещина крутизной менее 60° с вертикальными стенками, по которой можно передвигаться. Может быть ледовым и снежным. Желоб обычно служит путем схода камнепадов и лавин, поэтому передвижение по нему требует особой осторожности.

**Кулуар**<sup>12</sup> – бывает скальным, ледовым и снежным – широкий желоб или узкая короткая долина, образовавшаяся в результате выветривания горных пород или неравномерного таяния или деформации ледника. Служит каналом стока талых вод, схода лавин и камнепадов, формируется под их воздействием. На дне кулуара может быть желоб – его наиболее опасная часть. Безопаснее всего движение по кулуару вдоль бортов, а при повороте – вдоль выпуклого бора.

**Сай** (тюркск.) – сухая долина, в практике путешествующих – узкая долина, овраг с крутыми обрывистыми склонами, прорытый водой или селем в моренных отложениях, конгломератах или других мягких породах. Сай – серьезное, иногда непреодолимое препятствие, вынуждающее искать обходные пути.

**Конус выноса**<sup>13</sup> лавины, селевого потока, ручья, дельта реки – скопление снега или обломочного материала в нижней части долины, кулуара или на пути схода лавины, где их крутизна резко падает. Не рекомендуется для остановок и организации бивуаков, особенно в периоды схода лавин, сильных дождей, бурного таяния снега. Например, в 1984 году после обильного дождя разрушен селевым потоком альпалгер Джайлык на Кавказе, стоявший на конусе выноса речной долины Куллумкол-су в Приэльбрусье.

**Балкон**<sup>34</sup> скальный – значительный, ровный, близкий к горизонтальному участок склона над обрывом, на котором возможен бивуак сидячий или в палатке.

**Полка**<sup>33</sup> скальная, ледовая – протяженный, выступающий над обрывом, участок склона, по которому можно идти, используя взаимную страховку.

**Карниз**<sup>36</sup> скальный, ледовый – длинный, узкий, ровный, близкий к горизонтальному участок склона, **нависающий** над обрывом или сбросом, где можно ночевать сидя. Карниз – серьезное препятствие при прохождении на подъем, как правило, требующее создания искусственных точек опоры. Снежный карниз – свисающий с гребня или возвышающийся на нем участок снежного склона. Опасен внезапным обрушением.

**Выступ**<sup>35</sup> – (обычно скальный) выделяющаяся часть склона, имеющая горизонтальную площадку, на которой можно стоять. Закрепление страховочной веревки на выступе считается более надежным.

**Уступ**<sup>32</sup> – выступ, на котором можно стоять двумя ногами или сидеть, но нельзя организовать бивуак.

**Внутренний угол** (ср. камин) – участок склона, образованный двумя сходящимися внутрь массивами гранями, по которому можно передвигаться, используя технику внутреннего лазания (распоры).

**Внешний угол** (ср. ребро) – выступающий участок склона, образованный двумя сходящимися гранями, по которому можно передвигаться, используя одновременно обе грани.

**Бараньи лбы**<sup>24</sup> ("курчавые скалы") – выступающие участки скал, сглаженные ледником. См. также раздел "Работа ледника". Крутизна бараньих лбов быстро возрастает вниз по долине. Бараньи лбы характер-

ны для устьевых ступеней всяких долин и цирков, а также ригелей. Поверхность бараньих лбов бывает покрыта тонким слоем дерна и мелкой осыпи, легко сдвигающимися под нагрузкой и скользкой из-за сочащейся воды. Неосторожное движение по ним может привести к падению по склону с возрастающей крутизной, кончающемуся сбросами. Особая внимательность требуется здесь при спуске без хорошо заметной тропы.

**Нунотак**<sup>3</sup> (перевод с эскимосского "кит") – выступающий над ледником скальный остров, обычно сложенный из более твердых пород, чем ложе ледника. Ледник, обтекая нунотак, образует зоны трещин и разрывов. Крупные нунотак пригодны для организации бивуаков, например, нунотак на леднике Абдукагор на Северо-Западном Памире, носящий шутовское название Пик руководящих указаний Центрального совета по туризму.

**Ригель** – выступающий участок дна или склона ледниковой долины. Образуется, как и бараньи лбы, при выпавании ложа ледника вмержшими обломками. При этом мягкие породы разрушаются и уносятся ледником, а более твердые остаются, образуя ригель. Обтекая его, лед вспучивается, образуя ледопад или зону трещин. Ригель может быть полностью скрыт льдом или выступать над ним, образуя нунотак. На ригеле ледника Федченко расположена самая высокогорная в мире метеостанция.

**Останцы** – отдельно стоящие образования, возникшие в результате выветривания и размыва менее прочных окружающих пород. Например, Красноярские столбы.

## 6. Приложения.

### 6.1. Высотно-климатическая зависимость.

Горы пронизывают многие слои земной атмосферы. С высотой меняется давление воздуха и температурный режим. Это приводит к возникновению высотно-климатических зон и поясов. От климатических условий в значительной степени зависят процессы разрушения горных пород и формирования горного рельефа. От зоны к зоне меняется не только характер рельефа, но и растительность, и животный мир. Меняются и погодные условия, что особенно важно для путешественников.

Смена высотно-климатических поясов в горах напоминает смену климатических поясов в горах напоминает смену климатических поясов на равнине в зависимости от широты местности. При этом подъем на 1000 метров в горы, приблизительно, соответствует передвижению на 1000 километров к Северу.

Если обратиться к Кавказу, то к северным его предгорьям примыкает степь. На высотах от 500 до 1500 метров находится зона лиственных лесов. До 2000 метров по высоте простирается зона хвойных лесов. Выше, до 3000 метров, находятся субальпийские луга и криволесье – аналоги лесотундры. Далее, до высоты около 3500 метров, лежат альпийские луга – тундра. Затем следует нивальный скально-ледовый пояс, соответствующий ландшафтам островов Ледовитого океана.

## 6. Приложения.

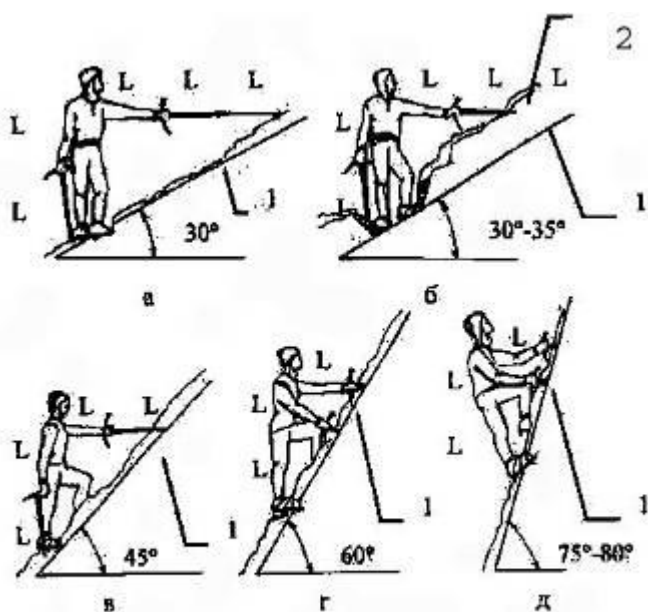
### 6.2. Определение крутизны склона.

Определение крутизны склона на глаз связано с большими ошибками, обычно, в сторону завышения. В повседневной жизни мы живем на плоской местности и потому, попадая в горы, сталкиваемся с непривычной для нас задачей. Поэтому до выезда в горы полезно привыкнуть к крутизне, а вернее, к углу наклона окружающих нас предметов. Крутизна лестницы в наших домах составляет 25-28° и нами, практически не замечается. Крутизна детской горки во дворе кажется нам значительно большей, хотя она составляет те же 25-30°. Следовательно, оценка крутизны на глаз зависит от сложности пути – ступеньки ее скрадывают. Субъективная оценка крутизны зависит от сложности, протяженности и опасности пути. Склон, подрезанный трещиной, кажется круче ровного, снежный склон воспринимается положе ледового. Скальный склон кажется намного круче, если на нем встречаются вертикальные стенки, даже если их легко обойти. Смотрящему вниз, особенно с горизонтальной площадки перевала, крутизна кажется большей, чем смотрящему вверх. Особенно трудно оценить крутизну верхних, удаленных от наблюдателя участков, тем более, если на склоне есть перегибы, скрывающие истинную протяженность склона. Крутизна, оцененная при взгляде "в лоб", значительно выше той, которую назовут стоящие на боковых склонах или на перевалах, расположенных в боковых гребнях. Например, простенький перевал Койавганауш (1А, Кавказ) со стороны Местийской хижины кажется отвесной стеной, а с седловины перевала Тренировочный – видится довольно безобидным.

Избежать субъективности в оценке помогают простейшие подручные средства. Проще всего оценить крутизну склона при помощи палки или ледоруба. Возьмем ледоруб или палку так, чтобы острие коснулось склона возле ботинка (рис. 14а, в), а затем поднимем руку с ледорубом горизонтально. Если острие коснулось склона, то наше тело до плеча, рука с ледорубом и склон образуют равнобедренный прямоугольный



треугольник и крутизна склона составляет  $45^\circ$  (рис 14в). Если острие не достает склона на длину ледоруба (рис. 14а), то тангенс угла, образованного склоном и горизонталью составляет  $2/3$ , что соответствует крутизне около  $30^\circ$ , точнее  $33,7^\circ$ . Если, стоя вертикально, можно коснуться рукой склона (рис. 14г), тангенс угла наклона окажется равным  $2/1$ , что соответствует приблизительно  $60^\circ$ . Однако, в последнем случае надо помнить, что на крутом склоне человек инстинктивно стремится прижаться поближе к склону и может коснуться его при крутизне в  $50^\circ$  и меньше.



1 – поверхность склона; 2 – снежный покров.

Рис. 14(а-д). Определение крутизны склона.

Из них, наиболее доступен туристам обычный жидкостный компас для спортивного ориентирования. Как правило, из-за перепада температур и давления, в жидкостном компасе возникают пузырьки. Вот эти-то пузырьки и могут вместо отвеса указывать крутизну склона. Установите линию север-юг (нулевое давление) подвижной шкалы перпендикулярно длинной стороне подставки компаса (рис. 14г) и визируйте вдоль нее параллельно склону.

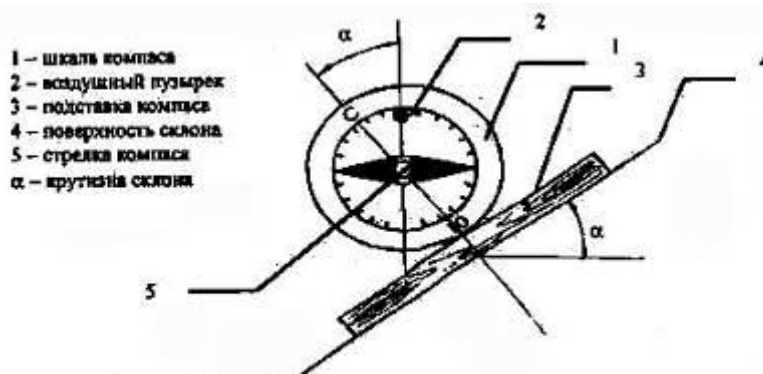


Рис. 14 е. Определение крутизны склона по компасу.

Пузырек установится строго по вертикали и цифра на шкале под ним укажет искомую крутизну. Не следует ставить компас на склон, поскольку тогда небольшая неровность может сильно исказить показания. Но и определяя крутизну протяженного склона визированием, можно получить только ее среднее значение. На отдельных участках возможны значительные отклонения в ту или иную сторону (рис. 14ж).

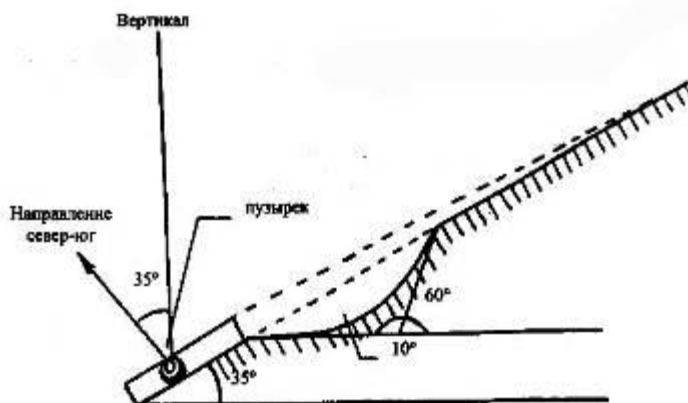


Рис. 14 ж.

## 6. Приложения.

### 6.3. Определение категорийности перевалов.

Категория трудности перевала	Характер наиболее сложных участков пути	Техника и условия передвижения	Общее время преодоления перевала. Количество точек страховки (n). Длина определяющего участка (l)	Необходимое специальное снаряжение
<b>1А</b>	Простые, осыпные и скальные склоны крутизной до 30°; пологие (до 15°) ледники без трещин; крутые травянистые склоны, на которых возможны участки скал, обычно наличие троп на подходах.	Простейшая индивидуальная техника передвижения; самостраховка альпенштоком или ледорубом. При переправах через реки на подходах может потребоваться страховка с помощью веревки. Ночевки, как правило, в лесной или луговой зоне.	Несколько часов. n=0. l=0.	Обувь на нескользкой подошве, альпенштоки, страховочные пояса (грудные обвязки) и карабины на каждого участника. 1-2 основные веревки на группу.
<b>1Б</b>	Несложные скалы, снежные и осыпные склоны средней крутизны (от 20° до 45°), а в некоторые годы и участки льда на склонах, обычно покрытые снегом; закрытые ледники с участками скрытых трещин.	Простейшая коллективная техника; одновременное движение в связках по склонам и закрытым ледникам. Навеска перил на склонах и при переправах. Возможны ночевки на границах ледниковой зоны.	Не более одного дня. n=до 5. l до 40-50 м	Ботинки на рифленой подошве, альпенштоки или ледорубы (1-2 ледоруба на группу обязательно), страховочные системы и карабины на каждого участника. По одной основной веревке на каждые 3-4 человека. Крючья скальные и ледовые (3-4 на группу), скальный и ледовый молоток.
<b>2А</b>	Скальные, снежные, ледовые склоны средней крутизны (20°-45°), закрытые ледники и несложные ледопады.	Более сложная индивидуальная и коллективная техника, попеременная или групповая (перильная) страховка, использование "кошек" или рубка ступеней; может потребоваться крючьявая страховка. Возможны ночлеги в ледниковой зоне.	Не более суток. n=5-10. l=до 80-100 м (2-3 веревки подряд).	Кроме перечисленного для перевалов 1Б к.т., ледорубы и "кошки" на каждого участника, крючья в необходимом количестве и ассортименте. По одной основной веревке на каждые 2-3 человека.
<b>2Б</b>	Крутые (свыше 45°) снежные, ледовые и скальные склоны средней сложности, возможны короткие (до 10-15 м) стенные участки; ледопады средней сложности.	Применение всего наиболее распространенного арсенала технических приемов: перильная или попеременная страховка, применение крючьев, движение первого на подъеме, а последнего на спуске без рюкзака, отдельный подъем и спуск рюкзаков; спуск по веревке ("дюльфер").	Не менее суток. n=5-20. l=до 200 м (3-5 веревок подряд).	Кроме перечисленного для перевалов 2А к.т. тормозные устройства для спуска по веревке и (желательно) зажимы для подвеса. Вспомогательные веревки, петли, расходные концы веревок и крючья для спуска.

Категория трудности перевала	Характер наиболее сложных участков пути	Техника и условия передвижения	Общее время преодоления перевала. Количество точек страховки (n). Длина определяющего участка (l)	Необходимое специальное снаряжение
<b>3А</b>	Крутые (от 45° до 65°) снежные, ледовые и скальные склоны значительной протяженности; стенные участки до 1-2 веревок подряд; сложные ледопады.	Применение разнообразных приемов передвижения и страховки на протяженных участках, включая применение искусственных опор, лесенок, якорей и т.д. Обычно необходима предварительная разведка и обработка маршрута. Тактика приобретает преобладающее значение. Неизбежны неоднократные ночлеги в ледниковой зоне. Организация бивака может потребовать больших затрат времени и сил.	До двух суток. n=10-40. l=от 200 до 500 м (до 10 веревок подряд).	Кроме перечисленного выше снаряжения, зажимы для подъема по веревке; возможно использование основных и вспомогательных веревок увеличенной длины; может потребоваться применение лесенок, закладок и крючьев, извлекаемых при спуске.
<b>3Б</b>	То же, что и для 3А, но при большей протяженности сложных участков, разнообразном их характере или предельной сложности, включая стены крутизной 60° и более.	Необходимость практически непрерывной взаимной и групповой страховки в течение многих часов и даже суток; специальной, рассчитанной на преодоление данного перевала, подготовки; отличного владения техникой всеми участниками; безупречной тактики. Возможно отсутствие мест для ночевки, что требует организации "сидячих" или "висячих" биваков.	Не менее двух суток. n=более 30. l=500 м и более (более 10 веревок подряд).	То же, что и 3А. Может потребоваться снаряжение, специально подготовленное для конкретного перевала.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Приведенные в графах 2, 3 и 4 технические сложности участков и способы их преодоления характерны только для данной категории трудности перевалов и не встречаются при преодолении перевалов предшествующих категорий. Допускается наличие участков любой протяженности со сложностью, характерной для перевалов предшествующих категорий.

2. Под точками страховки подразумеваются места (позиции) закрепления и протравливания веревки с помощью ледоруба, крючьев с карабинами, скальных выступов, ледовых столбиков, через плечо, поясницу и т.п., необходимые для навески перил и для страховки идущего первым на подъеме и последнего при спуске.

3. Наличие потенциально опасных участков (камнепады, алвины, ледовые обвалы) не влияет на категорию трудности перевала и должно учитываться в тактике прохождения и в подборе снаряжения.

4. Для прохождения перевалов любой категории трудности в зимних условиях или при глубоком снеговом покрове на склонах дополнительно требуется иметь: лавинные шнуры (20 м) на каждого участника и лавинные лопаты по одной на каждых 2-3 человек.