

ЭЛИЗЕ РЕКЛЮ

„ЗЕМЛЯ“



Томъ III.

КРУГОВОРОТЪ ВОДЫ НА ЗЕМЛѢ. — СНѢГА и ЛЕДНИКИ.







184  
15  
ЭЛИЗЕ РЕКЛЮ.

# ЗЕМЛЯ.

ОПИСАНІЕ ЖИЗНИ  
ЗЕМНОГО ШАРА.

XIV - 739



Томъ III.

Круговоротъ воды на землѣ.  
== Снѣга и ледники. ==

ПЕРЕВОДЪ СЪ ФРАНЦУЗСКАГО  
ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ и СЪ ДОПОЛНЕНІЯМИ  
== Н. К. ЛЕБЕДЕВА. ==





Типографія Т-ва И. Д. Сытина. Пятницкая ул. с. д.  
МОСКВА. — 1914.





## Снѣга и ледники.

### I.

Вода и ея значеніе на Землѣ.—Три состоянія воды: жидкое, парообразное и твердое.— Снѣгъ.— Границы выпаденія снѣга на поверхности земного шара.— Паденіе снѣга въ горахъ.— Нижній предѣлъ постоянныхъ снѣговъ на горныхъ склонахъ.— Поясъ постоянныхъ снѣговъ.

\*Поверхность земного шара омывается двумя океанами: *воднымъ* и *воздушнымъ*, которые находятся въ вѣчномъ движеніи; ихъ частицы совершаютъ на Землѣ непрерывный круговоротъ, постоянно измѣняя формы земного рельефа. Вода и воздухъ являются, какъ мы видѣли въ предыдущемъ выпускѣ, могучими ваятелями, которые придаютъ разнообразныя очертанія материкамъ, горамъ и долинамъ.

Но роль воды на Землѣ не ограничивается только формированіемъ земной поверхности; ея значеніе безконечно больше и важнѣе. Безъ воды невозможно никакое проявленіе жизни, такъ какъ она представляетъ необходимое условіе существованія всякаго живого организма. Ни растенія, ни животныя, ни люди не могутъ жить безъ воды, и она является главной составной частью всякаго живого существа. Громадная роль воды въ природѣ и зависимость отъ нея всей жизни поражала даже древнихъ людей, и уже двѣ съ половиной тысячи лѣтъ тому назадъ одинъ изъ первыхъ греческихъ мудрецовъ, Фалесъ, училъ, что вода представляетъ «начало началъ», то-есть тотъ основной элементъ, изъ котораго произошло все остальное.

Оставляя въ сторонѣ фізіологическую роль воды въ жизни, мы ограничимся здѣсь лишь ея географическимъ значеніемъ. Съ этой точки зрѣнія роль воды на Землѣ такъ же огромна. Вода оживляетъ нашу планету, покрываетъ ее растительностью и украшаетъ ее морями, рѣками и озерами. Разселеніе людей на поверхности земного шара, особенно въ первобытныя эпохи, находилось



всёцѣло въ зависимости отъ воды, такъ какъ въ совершенно безводныхъ мѣстностяхъ человѣкъ не можетъ жить продолжительное время. Безводныя пустыни, какъ мы видѣли въ предыдущемъ выпускѣ совершенно необитаемы и недоступны для жизни; но стоитъ появиться въ этихъ пустыняхъ источнику или рѣкѣ, какъ тотчасъ же эти области покрываются растительностью.

На берегахъ рѣкъ, рѣчекъ и озеръ начали селиться первоначально люди, и въ прирѣчныхъ долинахъ возникла и развилась первобытная культура. Первые шаги по пути прогресса были сдѣланы человѣчествомъ на берегахъ великихъ историческихъ рѣкъ, каковыми являются Нилъ, Тигръ и Евфратъ, Индъ и Хоанъ-Хо <sup>1)</sup>).

Говоря о водѣ и ея роли на Землѣ, обыкновенно подразумеваютъ воду въ жидкомъ состояніи, но вода на земномъ шарѣ находится не только въ жидкомъ состояніи, но также въ твердомъ и парообразномъ. Вода въ парообразномъ состояніи разбѣгана во всей земной атмосферѣ и скопляется тамъ въ видѣ облаковъ и тучъ, которыя окутываютъ земной шаръ и переносятъ огромныя количества воды изъ одной части свѣта въ другую.

Вода въ твердомъ состояніи, въ видѣ *снѣга* и *льда*, также играетъ большую роль въ распредѣленіи влаги на поверхности земного шара и не такъ мало распространена, какъ это кажется съ перваго взгляда. Снѣга и льды покрываютъ въ полярныхъ странахъ милліоны квадратныхъ километровъ суши и моря, а въ странахъ умѣренного пояса снѣгъ ежегодно одѣваетъ на нѣкоторое время бѣлымъ покровомъ громадные пространства, а ледъ сковываетъ большія рѣки. Даже въ теплыхъ странахъ на вершинахъ высокихъ горъ лежатъ огромныя количества снѣга и льда, давая начало многочисленнымъ рѣкамъ и рѣчкамъ.

Переходъ воды изъ жидкаго и парообразнаго состоянія въ твердое наблюдается на земномъ шарѣ въ широкихъ размѣрахъ, и это явленіе составляетъ, главнымъ образомъ, тотъ контрастъ между лѣтнимъ и зимнимъ пейзажемъ, который такъ рѣзко различаетъ эти два времени года. Однообразная, мертвенная и унылая картина зимы зависитъ преимущественно отъ снѣжнаго покрова, тогда какъ текучая вода рѣкъ и рѣчекъ оживляетъ лѣтній ландшафтъ.

Причиной перехода воды изъ жидкаго и парообразнаго состоянія въ твердое служить холодъ. Подъ его вліяніемъ вода на земной поверхности превращается въ ледъ, а мельчайшія частицы водяныхъ паровъ, образующія облака, охлаждаются и превращаются въ красивыя снѣжинки, которыя вѣдѣствіе тяжести опускаются на Землю. Иногда эти снѣжинки, приближаясь къ землѣ, попадаютъ въ болѣе теплые слои атмосферы, и тогда онѣ превращаются въ капельки дождя.

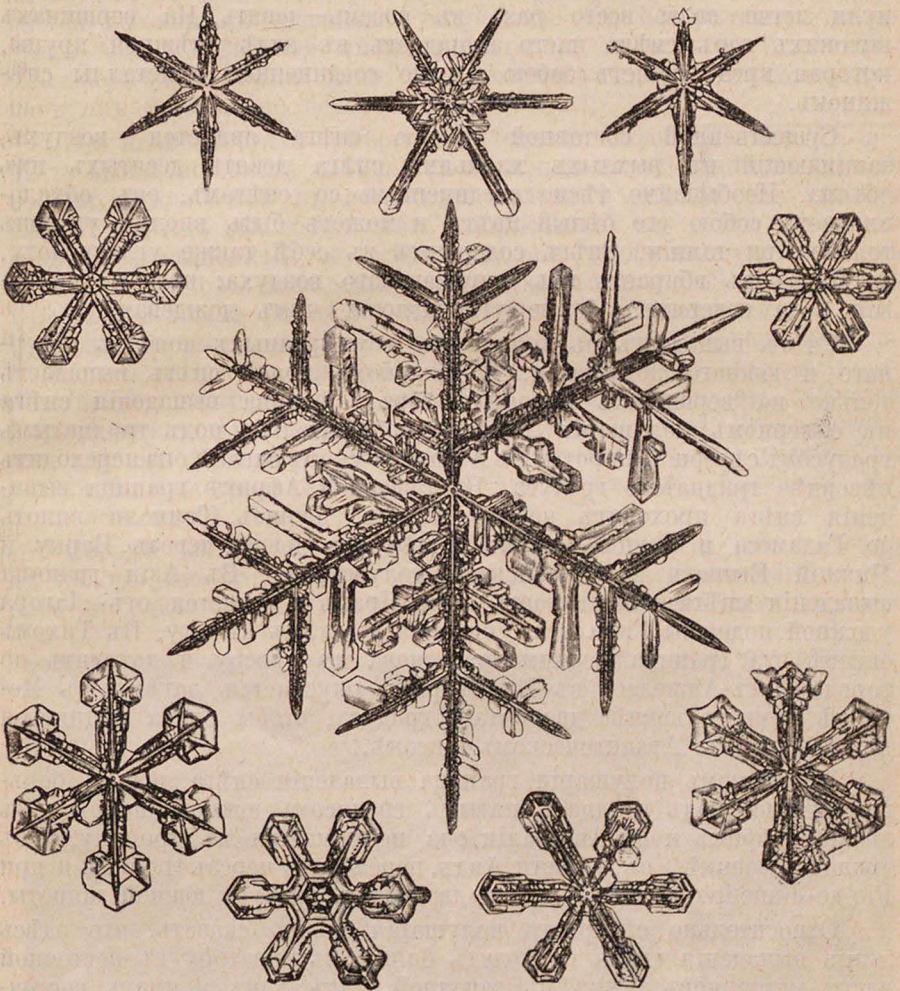
Снѣжинки представляютъ собою кристаллы, имѣющіе основаніемъ шестигольную форму. Эта основная форма измѣняется до безконечности и снѣжинки принимаютъ видъ то шестистороннихъ призмъ, то звѣздочекъ съ шестью лучами, то простыхъ шестиголь-

<sup>1)</sup> Значеніе рѣкъ для развитія цивилизаціи хорошо выяснено извѣстнымъ русскимъ географомъ Львомъ Мечниковымъ въ его книгѣ «Цивилизація и великія историческія рѣки». О теоріи Мечникова см. статью: «Судьбы Цивилизаціи» въ журналѣ «Вокругъ Свѣта» № 25 за 1913 г.



никовъ, пирамидъ и т. д. и т. д. Съ увеличеніемъ холода снѣжные кристаллики становятся меньше и тоньше и, въ концѣ-концовъ, превращаются въ мельчайшую снѣжную пыль. Такой формы снѣжинки наблюдаются въ полярныхъ областяхъ и на вершинахъ высочайшихъ горъ.

Микрофотографія показываетъ намъ всю красоту и изящество снѣжинокъ и заставляетъ удивляться разнообразію ихъ рисунковъ



Кристаллы снѣга.

формъ. Наука еще не знаетъ объясненія, почему снѣжинки имѣютъ различный рисунокъ. По всей вѣроятности, главная причина разнообразія снѣжинокъ заключается въ температурѣ окружающаго воздуха и въ силѣ вѣтра. Самыя правильныя формы снѣжныхъ кристалловъ наблюдаются при совершенно тихой морозной погодѣ, тогда какъ при сильномъ вѣтрѣ на землю падаютъ снѣжинки неправильной формы.



Падая на землю въ безчисленномъ количествѣ, снѣжки образуютъ на поверхности Земли бѣлоснѣжный покровъ. Снѣгъ обладаетъ различной плотностью и тяжестью, которыя зависятъ также отъ температуры окружающаго воздуха. При низкой температурѣ снѣгъ бываетъ наиболѣе рыхлымъ и легкимъ, а при болѣе высокой — плотнымъ и тяжелымъ. Сухой снѣгъ, выпавшій при температурѣ ниже нуля, разъ въ тридцать легче воды, тогда какъ снѣгъ, выпадающій крупными хлопьями при температурѣ выше нуля, легче воды всего разъ въ восемь—девять. На вершинахъ высокихъ горъ снѣгъ часто выпадаетъ въ видѣ снѣжной крупы, которая представляетъ собою плотно соединенные кристаллы снѣжинокъ.

Существенной составной частью снѣга является воздухъ, занимающій въ рыхлыхъ хлопьяхъ снѣга девять десятыхъ ихъ объема. Необычайно тѣсно соединенный со снѣгомъ, онъ обуславливаетъ собою его бѣлый цвѣтъ и можетъ быть вполне удаленъ только при таяннѣ. Снѣгъ содержитъ въ себѣ также углекислоту, которую онъ вбираетъ изъ окружающаго воздуха: поэтому снѣговая вода содержитъ болѣе углекислоты, чѣмъ дождевая.

Снѣгъ выпадаетъ въ холодныхъ и умѣренныхъ поясахъ сѣвернаго и южнаго полушарія. Въ жаркомъ поясѣ снѣгъ выпадаетъ только на вершинахъ высокихъ горъ. Граница выпаденія снѣга въ сѣверномъ полушаріи лежитъ приблизительно подъ тридцатымъ градусомъ сѣверной широты. Въ Атлантическомъ океанѣ она переходитъ сѣвернѣе тридцатаго градуса. Въ сѣверной Африкѣ граница выпаденія снѣга проходитъ черезъ Атласъ, Тунисъ, Триполи вплоть до Гадамеса и Сокны; затѣмъ далѣе она идетъ черезъ Барку и Нижний Египетъ до Синайскаго полуострова. Въ Азін граница выпаденія снѣга захватываетъ весь Иранъ и тянется отъ Лагора у южной подошвы Гималаевъ, опускаясь затѣмъ къ югу. Въ Тихомъ океанѣ эта граница поднимается снова къ сѣверу и доходитъ до города Лосъ-Анжелеса въ Калифорніи, опускается затѣмъ въ Мексикѣ немного южнѣе двадцатаго градуса, чтобы снова подняться къ сѣверу въ Атлантическомъ океанѣ.

Въ южномъ полушаріи граница выпаденія снѣга лежитъ болѣею частью подъ тридцать пятымъ градусомъ южной широты. Въ южной Африкѣ и въ Австраліи она поднимается къ тропику, а въ южной Америкѣ, въ области Андъ, переходитъ черезъ тропикъ и при Рио-де-Жанейро достигаетъ даже двадцатаго градуса южной широты.

Относительно сѣвернаго полушарія можно сказать, что здѣсь линія выпаденія снѣга подходитъ ближе къ экватору въ восточной части материковъ, чѣмъ въ западной, такъ какъ климатъ восточныхъ береговъ этихъ материковъ значительно холоднѣе, чѣмъ климатъ западныхъ береговъ.

Изъ всѣхъ частей свѣта Африка болѣе другихъ свободна отъ снѣга, Европа же вся лежитъ въ поясѣ выпаденія снѣга. Однако въ поясѣ выпаденія снѣга есть мѣстности, какъ, напримѣръ, побережье Средиземнаго моря, гдѣ снѣгъ представляетъ рѣдкое явленіе. Въ Лиссабонѣ снѣгъ составляетъ такую рѣдкость, что мѣстные жители называютъ его «бѣлымъ дождемъ» и въ прежнее время считали выпаденіе снѣга зловѣщимъ предзнаменованіемъ.



Вообще говоря, выпаденіе снѣга зависитъ отъ климата данной мѣстности и отъ высоты надъ уровнемъ моря, на которой находится эта мѣстность. Въ полярныхъ областяхъ и на высокихъ горахъ снѣгъ можетъ выпадать во всякое время года, въ умѣренномъ же поясѣ снѣгъ выпадаетъ только въ теченіе зимы.

Въ восточной Сибири выпаденіе снѣга происходитъ до самаго лѣта и даже въ іюнѣ иногда идетъ снѣгъ. Ранній снѣгъ выпадаетъ здѣсь уже въ началѣ августа мѣсяца, а съ сентября земля покрывается сплошнымъ снѣжнымъ покровомъ. Въ центральныхъ областяхъ Азіи и Сѣверной Америки благодаря сухости воздуха снѣгу выпадаетъ зимою очень мало, а въ южныхъ частяхъ этихъ материковъ онъ совершенно неизвѣстенъ.

На низменностяхъ умѣренно-холоднаго пояса въ Европѣ періодъ выпаденія снѣга начинается въ концѣ октября или въ началѣ ноября и кончается въ послѣдней половинѣ апрѣля. Въ средней Европѣ періодъ выпаденія снѣга заключаетъ въ себѣ 140 — 160 дней; съ повышеніемъ же мѣстности онъ увеличивается: такъ, въ Мюнхенѣ періодъ выпаденія снѣга охватываетъ 168 дней, а въ Крейтѣ, лежащемъ на высотѣ 830 метровъ, онъ равняется 221 дню. Продолжительность снѣжнаго періода колеблется изъ года въ годъ, и разница въ этомъ отношеніи въ Европѣ бываетъ большая. Соответственно распредѣленію тепла въ теченіе года, въ западной Европѣ снѣгъ выпадаетъ чаще весною, чѣмъ осенью. Это зависитъ отъ вліянія Атлантическаго океана, вѣтры котораго, умѣряя въ западной Европѣ зимній холодъ, препятствуютъ быстрому наступленію весны.

Первый снѣгъ въ средней Европѣ выпадаетъ обыкновенно въ ноябрѣ, но этотъ снѣгъ никогда не образуетъ прочнаго снѣжнаго покрова; только въ декабрѣ снѣгъ начинаетъ идти сильнѣе



Снѣжная буря въ южной полярной области.



и покрываетъ землю на нѣсколько недѣль. Въ Европейской Россіи снѣгъ покрываетъ землю обыкновенно съ конца октября и держится до апрѣля. Наибольшая продолжительность снѣжного покрова достигается въ Россіи двухсотъ дней въ сѣверо-восточной части. На югѣ Россіи снѣжный періодъ значительно короче, а на южномъ берегу Крыма и на побережьи Чернаго моря снѣгъ хотя и выпадаетъ, но держится на землѣ всего лишь нѣсколько дней.

Въ разныхъ мѣстностяхъ Европы снѣжный покровъ достигаетъ неодинаковой толщины. У насъ, въ Россіи, толщина выпав-



Снѣговья дюны въ Альпійскихъ горахъ.

шаго зимою снѣга достигаетъ въ среднемъ около двухъ аршинъ, а въ центральной Европѣ снѣгъ покрываетъ землю только на нѣсколько вершковъ, въ западной же Европѣ толщина снѣжного покрова бываетъ всего лишь въ нѣсколько сантиметровъ.

Какъ только снѣгъ достигаетъ до поверхности земли, онъ начинаетъ сейчасъ же измѣняться. Если почва еще не достаточно холодна, то кристаллы снѣга начинаютъ таять и обращаться въ воду, если же земля холодна и снѣгъ выпалъ въ большомъ количествѣ, то онъ образуетъ плотные пласты и кристаллизуется. Въ сильные морозы снѣгъ ложится пушистымъ слоемъ, и вѣтеръ гонитъ снѣжинки съ мѣста на мѣсто. Иногда свѣжевыпавшій снѣгъ перебрасывается наподобіе мостовъ черезъ овраги и долины и обман-

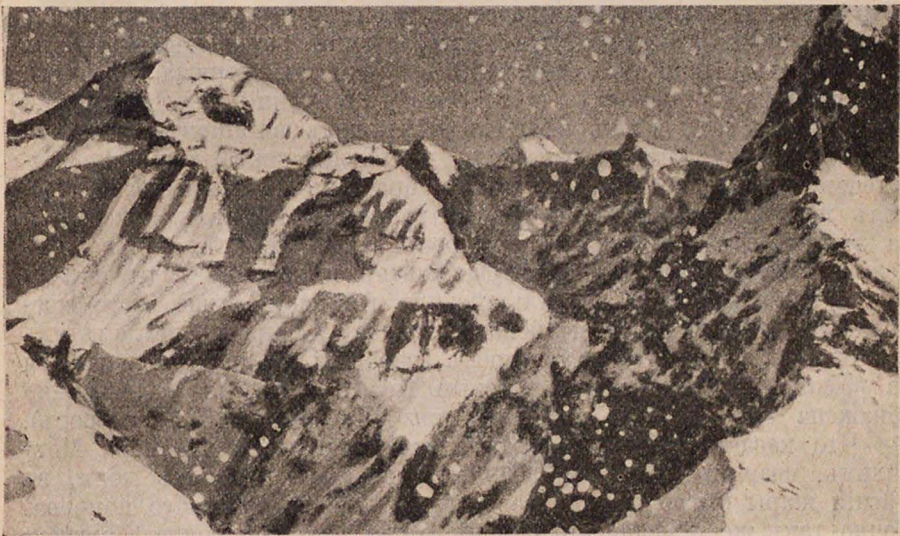
чивымъ образомъ прикрываетъ ущелья и ямы.

Вѣтеръ часто подхватываетъ падающія снѣжинки еще въ воздухѣ, гонитъ ихъ и крутитъ, не давая опуститься имъ на землю: такъ разыгрываются метели, бураны и снѣжныя бури, во время которыхъ легко сбиться съ дороги и погибнуть среди бушующей стихіи. Вѣтеръ оказываетъ свое дѣйствіе и на осѣвшій уже на землю, но еще подвижной снѣгъ, подымая его и нагромождая въ снѣжные валы наподобіе песчаныхъ дюнъ. Въ такихъ случаяхъ вѣтеръ «сдираетъ» верхній слой снѣга съ поверхности земли и несетъ его до тѣхъ поръ, пока не встрѣтитъ какого-либо препятствія на своемъ пути. Благодаря вѣтру на обширныхъ снѣжныхъ равнинахъ снѣговья дюны располагаются рядами по тѣмъ же за-



конамъ, какъ и песчанія дюны пустынь. Большого размѣра снѣжныя дюны достигаютъ на поляхъ Россіи и въ Сибири, гдѣ ихъ называютъ «застругами».

На высокихъ горныхъ вершинахъ выпаденіе снѣга даже лѣтомъ представляетъ обычное явленіе. Въ Альпахъ во время лѣта многія горныя вершины часто покрываются снѣгомъ\*. Какую красивую картину представляютъ облака въ горахъ, когда они длинной вереницей ползутъ по склонамъ, осаждавая на откосахъ слои пушистаго бѣлаго снѣга! Нерѣдко можно наблюдать, какъ изъ нижнихъ слоевъ облака идетъ проливной дождь, тогда какъ изъ верхнихъ, сильнѣе охладившихся слоевъ падаютъ снѣжные хлопья. На склонахъ горъ можно замѣтить линію, иногда неопредѣленную, но болѣе частью довольно ясную, указывающую предѣлъ температуры, выше которой водяные осадки выпадаютъ въ видѣ снѣга. Эта



Снѣгъ въ горахъ.

линія съ замѣчательной правильностью тянется надъ зеленѣющимъ поясомъ горы, орошаемымъ дождями. Во время зимы эта предѣльная линія выпаденія снѣга спускается въ Альпахъ и Пиренеяхъ до подножія горъ, а весной и лѣтомъ поднимается къ вершинамъ и даже переходитъ за тѣ изъ нихъ, которыя недостаточно высоки. Гребни почти всѣхъ наиболѣе значительныхъ горныхъ цѣпей на землѣ всегда покрыты снѣгомъ, и на ихъ склонахъ замѣтна линія, болѣе или менѣе измѣняющая свое положеніе въ теченіе вѣковъ и даже въ теченіе года, — линія, выше которой снѣгъ никогда не растаиваетъ совсѣмъ. «Бѣлыя», «снѣговія», «блистающія» — таковы названія, которыя даются подобнымъ горамъ почти всѣми народами, живущими у подножія этихъ горъ. Таковы названія, даваемые многими вершинамъ Альпъ, Гималаевъ, Олимпа, Ливана, Кавказа, Сіерры-Невады, Монблана, Мауна-Кеа, Чимборазо, Иллимани и друг.



Эта воображаемая линия, отдѣляющая на горахъ область тающихъ снѣговъ отъ той области, гдѣ парить постоянный холодъ, называлась ранѣе линіей «вѣчныхъ снѣговъ», но правильнѣе ее слѣдовало бы называть «границей постоянныхъ снѣговъ». Выше этой линіи снѣгъ, выпавшій во время зимы, не успѣваетъ растаять совсѣмъ во время весны и лѣта, и остается, такимъ образомъ, на слѣдующую зиму, когда на него выпадаетъ новый снѣгъ. Благодаря этому на горныхъ вершинахъ выше линіи постоянныхъ снѣговъ въ теченіе ряда лѣтъ скапливаются огромныя массы снѣга, заполняющія всѣ ущелья, лощины и овраги.

Чрезвычайно трудно и даже почти невозможно опредѣлить точно высоту предѣла постоянныхъ снѣговъ на различныхъ горахъ. Граница эта то поднимается выше, то опускается ниже, въ зависимости отъ положенія и покатости горныхъ склоновъ, отъ состава и цвѣта горныхъ породъ, отъ силы и направленія господствующихъ вѣтровъ, отъ количества выпадающаго снѣга и вообще отъ всѣхъ разнообразныхъ метеорологическихъ явленій, происходящихъ въ тѣхъ слояхъ атмосферы, до которыхъ достигаютъ горныя вершины. Слѣдовательно, опредѣлить точно высоту этой линіи, измѣняющейся изъ года въ годъ и изъ вѣка въ вѣкъ подъ вліяніемъ солнечной теплоты и всѣхъ атмосферическихъ дѣятелей, можно лишь приблизительно. Согласно изслѣдованіямъ братьевъ Шлагинтвейтъ, предѣлъ постоянныхъ снѣговъ въ центральныхъ Альпахъ колеблется на высотѣ отъ 2700 до 2800 метровъ, а въ группѣ Монблана — между 2800 и 3100 метрами. Однако въ нѣкоторые годы наблюдается таяніе снѣговъ въ Альпійскихъ горахъ и выше этого предѣла. Въ 1855 г., въ Австрійскихъ Альпахъ, Зонкларъ не замѣтилъ и слѣда снѣга на горѣ Хангереръ, вершина которой поднимается на высоту 3019 метровъ <sup>1)</sup>. Осенью же 1859 г. была совершенно обнажена отъ снѣга и вершина горы Шабертонъ (3138 метровъ).

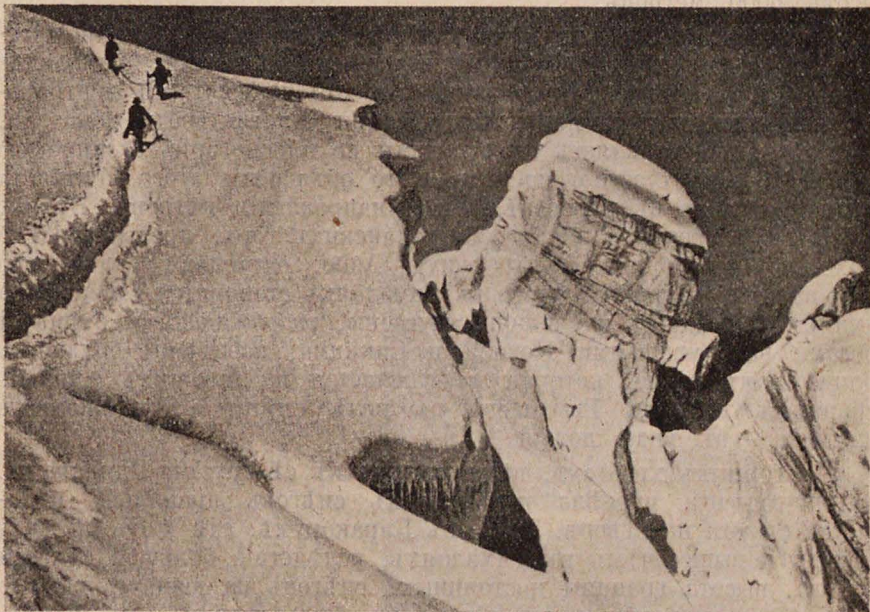
Что касается Пиренеевъ, то хорошо извѣстно, что гора Монкальмъ, возвышающаяся на 3079 метровъ надъ уровнемъ моря, въ лѣтнія жары бываетъ часто совершенно лишена снѣжнаго покрова. Точно такъ же и испанскій склонъ Пиренеевъ въ половинѣ августа мѣсяца представляетъ совершенно обнаженные скалы, и снѣгъ сохраняется здѣсь лишь въ глубокихъ оврагахъ и ущельяхъ, куда не достигаетъ южный вѣтеръ. Такимъ образомъ снѣжный поясъ, опоясывающій высокія вершины Пиренеевъ, постоянно мѣняетъ свое положеніе. То же можно сказать и относительно многихъ горныхъ цѣпей, которыя лишь по установившемуся обычаю причисляются къ вершинамъ, покрытымъ «вѣчными снѣгами», тогда какъ въ нѣкоторые годы эти вершины совершенно очищаются отъ снѣга.

По Дюроше, предѣлъ постоянныхъ снѣговъ въ экваторіальныхъ Андахъ Америки лежитъ на высотѣ 4795 метровъ, а на высокихъ горныхъ вершинахъ Мексики — на Попокатепетлѣ и Оризабѣ — эта граница спускается ниже только на 215 метровъ. Еще болѣе поразительныя явленія наблюдаются въ этомъ отношеніи въ южномъ полушаріи. Здѣсь на южномъ склонѣ Перувианскихъ Андъ снѣговая линія поднимается до высоты 5000 метровъ

1) Sonclar. Oetzthaler Gebirgsgruppe.



надъ уровнемъ моря. На плоскогорьяхъ Аргентинскихъ и Чилийскихъ Андъ, между 22 и 33 градусами южной широты, средняя высота линіи постоянныхъ снѣговъ выше чѣмъ на экваторѣ, что зависитъ отъ чрезвычайной сухости господствующихъ здѣсь вѣтровъ. Путешественникамъ приходилось наблюдать, какъ склоны Кордильероу Мендозы подъ 33 градусомъ южн. широты были совершенно обнажены отъ снѣга на высотѣ 4000 метровъ, а на 4 градуса сѣвернѣе, на Сьеррѣ-Фамантинѣ, не встрѣчается снѣга и на высотѣ 4500 метровъ. Подъ тропикомъ Козерога вершины Сьерры-де-Центы, возвышающіяся на 5000 метровъ надъ уровнемъ моря, очень рѣдко покрываются снѣгомъ даже во время зимы. Наконецъ, по наблюде-



Глыбы снѣга на склонахъ Монблана.

ніемъ Петланда, на западныхъ склонахъ Боливійскихъ Андъ, гдѣ чрезвычайно рѣдко дуютъ влажные вѣтры, предѣлъ постоянныхъ снѣговъ лежитъ на высотѣ 5600 метровъ надъ уровнемъ моря. Это явленіе объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что влажные вѣтры почти не имѣютъ сюда доступа, и выпавшій здѣсь снѣгъ обыкновенно не таетъ, а прямо испаряется въ атмосферу. Около полудня съ вершины горъ начинаютъ подниматься облака, постепенно исчезающія въ небесной лазури, — это выпавшій наканунѣ снѣгъ испаряется въ атмосферу <sup>1)</sup>.

Замѣчательная разниа въ высотѣ снѣжной линіи на сѣверномъ и на южномъ склонѣ горныхъ цѣпей средней Азіи объясняется также неравномѣрнымъ распредѣленіемъ дождей. Несмотря на то,

<sup>1)</sup> Martin de Moussy. Confédération Argentine, tome I.



что климатъ гораздо суровѣе на сѣверныхъ склонахъ Гималаевъ, чѣмъ въ горныхъ долинахъ, обращенныхъ къ югу, предѣлъ постоянныхъ снѣговъ спускается, однако, на южныхъ склонахъ гораздо ниже, чѣмъ на сѣверныхъ. Эта разница настолько велика, что обращаетъ на себя вниманіе всѣхъ путешественниковъ. Ботаникъ Гукеръ нашелъ, что на южныхъ склонахъ Гималаевъ граница постоянныхъ снѣговъ проходитъ въ среднемъ на высотѣ 4250 метровъ, тогда какъ на сѣверномъ склонѣ она поднимается до 5600 метровъ; такимъ образомъ склоны горъ, обращенные на сѣверъ, болѣе свободны отъ снѣговъ, чѣмъ склоны, обращенные на югъ, къ палящимъ солнечнымъ лучамъ Индостана. Въ Тибетѣ нѣкоторыя горы совершенно лишены снѣжного покрова даже на высотѣ 6000 метровъ.

Географы, вмѣстѣ съ Гумбольдтомъ, объясняли фактъ необыкновенной высоты снѣговой линіи на сѣверномъ склонѣ Гималаевъ тѣмъ, что солнечные лучи отражаются отъ плоскогорій центральной Азіи, но съ тѣхъ поръ, какъ братья Шлагинтейты доказали, что Тибетъ представляетъ въ сущности не плоскогоріе, а широкую горную долину, стало очевиднымъ, что объясненіе этого контраста слѣдуетъ искать въ распредѣленіи и направленіи вѣтровъ. Вѣтры, дующіе на сѣверномъ склонѣ Гималайскихъ горъ, предварительно проходятъ черезъ всю центральную Азію, оставляютъ тамъ всю свою влагу и вслѣдствіе этого въ Гималаяхъ становятся совершенно сухими; на южномъ же склонѣ муссоны, разражающіеся бурными грозами надъ ущельями Непала и Сиккима, насыщены большимъ количествомъ влаги, которая и осаждается на высокихъ горныхъ вершинахъ южныхъ Гималаевъ въ видѣ снѣга, а въ нижнихъ долинахъ — въ видѣ дождя.

На горныхъ хребтахъ, проходящихъ къ сѣверу отъ Гималаевъ, средняя высота предѣла постоянныхъ снѣговъ правильно понижается съ юга на сѣверъ. Такъ, въ Каракорумѣ, гдѣ этотъ предѣлъ проходитъ выше, чѣмъ въ Гималаяхъ, вслѣдствіе большей сухости воздуха, высота границы постоянныхъ снѣговъ на южномъ склонѣ равна 5860 метрамъ, а на сѣверномъ 5620 метрамъ; въ Куэнь-Луиѣ на южномъ склонѣ область постоянныхъ снѣговъ начинается на высотѣ 4770 метровъ, а на сѣверномъ — на высотѣ 4560 метровъ. Для другихъ горъ центральной Азіи высота снѣжной линіи не опредѣлена, за исключеніемъ, впрочемъ, Алтайскаго хребта, гдѣ средняя граница постоянныхъ снѣговъ приходится на высотѣ 2144 метровъ. На Кавказѣ на склонахъ Казбека граница постоянного снѣга проходитъ на высотѣ 3214 метровъ, а на склонахъ Араарата она поднимается до 4322 метровъ.

Относительно положенія снѣговой линіи въ полярныхъ странахъ многіе географы считали, что эта линія спускается подъ 75 градусомъ широты до уровня моря. Однако изслѣдованія Ричардсона показали, что до сихъ поръ неизвѣстно ни одной мѣстности, гдѣ бы земля не оттаивала во время лѣтнихъ мѣсяцевъ. Даже горы Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа и острова Янъ-Майена на своихъ нижнихъ склонахъ освобождаются лѣтомъ отъ снѣга, а въ Гренландіи, близъ Якобсавна, лѣтомъ снѣговая линія лежитъ на высотѣ отъ 800 до 975 метровъ. Такимъ



образомъ для полярныхъ странъ, точно такъ же какъ и для большинства горныхъ вершинъ, выраженіе «вѣчные снѣга» одинаково не подходитъ.

Что касается количества выпадающаго снѣга, то наблюденія, сдѣланныя въ Альпахъ, показали, что это количество различно для разныхъ горъ и колеблется въ зависимости отъ ихъ высоты, отъ расположенія горныхъ склоновъ и отъ годовыхъ климатическихъ колебаній. Такъ, напримѣръ, на перевалѣ Гримзель, находящемся на высотѣ 1874 метровъ, по наблюденію Агассиса, въ теченіе шести зимнихъ мѣсяцевъ выпалъ слой снѣга въ  $17\frac{1}{2}$  метровъ толщины. Нѣсколько лѣтъ спустя Вильямъ Губеръ нашелъ, что толщина снѣжнаго слоя, выпавшаго во время зимы, равнялась лишь девяти метрамъ. На Сентъ-Бернарѣ, на высотѣ 2472 метровъ, за двѣнадцать лѣтъ толщина снѣжнаго слоя колебалась отъ  $3\frac{1}{2}$  до  $13\frac{1}{2}$  метровъ ежегодно. На Сентъ-Готтардѣ, на высотѣ 2093 метровъ надъ уровнемъ моря, ежегодное количество выпадающаго снѣга еще больше, чѣмъ на Сентъ-Бернарѣ, такъ какъ здѣсь иногда выпадаетъ снѣгу болѣе двухъ метровъ за одну только ночь <sup>1)</sup>.



Снѣговая лавина въ горахъ.

Снѣгъ, падающій на горныхъ вершинахъ, рѣдко состоитъ изъ красивыхъ снѣжинокъ, какими мы любимся въ долинахъ. На вершинахъ снѣжинки обыкновенно представляютъ собою крупинки, мелкія, какъ пыль, или тонкія ледяныя иглы и звѣздочки съ едва замѣтными лучами. Такой снѣгъ называется въ горахъ «крупною». Часто отъ малѣйшей перемены въ направленіи воздушныхъ теченій форма падающаго снѣга измѣняется: сначала онъ валитъ хлопьями, а затѣмъ вдругъ начинаетъ падать крупа, или же происходитъ обратное явленіе. Впрочемъ, какъ замѣтилъ Агассисъ, нельзя установить рѣзкой границы между различными видами снѣга. Вообще снѣгъ па-

1) Eugène Flachat. Traversée des Alpes.



даетъ, какъ въ видѣ хлопьевъ, такъ и въ видѣ крупы, только въ предѣлахъ температуры отъ одиннадцати градусовъ холода и до четырехъ градусовъ тепла по Цельсію. Во время же сильныхъ морозовъ снѣгъ идетъ рѣдко.

## II.

**Вліяніе солнечной теплоты и метеорологическихъ явленій на снѣгъ.—Лавины.—Предохранительное значеніе лѣса въ горахъ.—Сооруженія для защиты отъ снѣжныхъ обваловъ.**

Снѣгъ, скопившійся на склонахъ и вершинахъ горъ во время зимы, не остается тамъ вѣчно. Если бы весь снѣгъ, выпадающій на горахъ, оставался нетронутымъ, то онъ долженъ былъ бы увеличивать ежегодно высоту горъ. Такъ, на вершинахъ Альпъ ежегодно выпадаетъ, въ среднемъ, слой снѣга въ десять метровъ; если бы онъ не испарялся и не спускался въ долины, то покрылъ бы вершины горъ въ столѣтіе слоемъ въ сто метровъ толщины, а за тысячу лѣтъ вышина горъ возросла бы на одну тысячу метровъ. Но въ дѣйствительности такого возрастанія снѣговыхъ горъ не наблюдается. Выпавшій на горахъ снѣгъ не лежитъ неподвижно, а постоянно смѣняется. Подъ вліяніемъ своей собственной тяжести и подъ давленіемъ верхнихъ слоевъ нижележащіе пласты снѣга сползаютъ внизъ, въ область теплой температуры, гдѣ они таютъ и превращаются въ воду.

Движеніе снѣга съ горъ внизъ производится двоякимъ способомъ: 1) съ крутыхъ горныхъ склоновъ снѣгъ скатывается періодически большими массами въ видѣ оползней или обваловъ, которые называются *лавинами*, и 2) снѣгъ на горахъ превращается въ ледъ и медленно стекаетъ въ видѣ ледяныхъ рѣкъ по ущельямъ горъ въ долины, гдѣ часть его растаиваетъ и даетъ начало рѣкамъ и рѣчкамъ. Такія ледяные потоки называются *ледниками* или *глетчерами*.

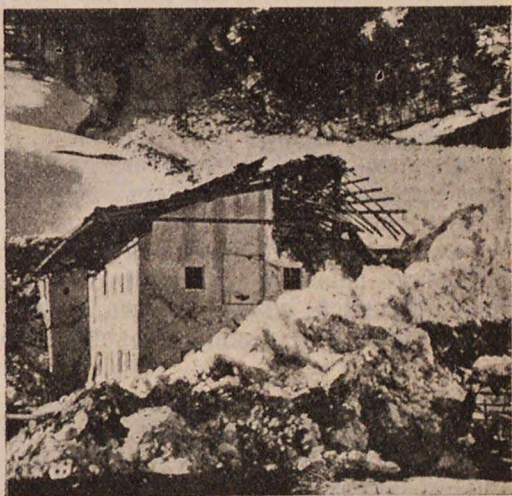
Различныя метеорологическія явленія, въ свою очередь, способствуютъ въ большой мѣрѣ уничтоженію снѣга на горныхъ вершинахъ. Даже холодные вѣтры и тѣ принимаютъ участіе въ очисткѣ горъ отъ снѣга; они поднимаютъ большія массы снѣга и сбрасываютъ его на нижніе склоны, гдѣ температура воздуха гораздо выше. По выраженію горныхъ жителей Пиренеевъ, «вѣтеръ играетъ со снѣгомъ» въ горахъ. Онъ поднимаетъ снѣгъ столбомъ, крутитъ его вихремъ и переноситъ его съ вершины далеко въ долины и ущелья. Каждый порывъ сильнаго зимняго вѣтра сноситъ съ горъ цѣлые миллионы кубическихъ метровъ снѣга. Снизу бываетъ видно, какъ горныя вершины подъ ударами вѣтра словно дымятся, подобно кратерамъ вулкана. Красота ослѣпительно-бѣлоснѣжныхъ, сверкающихъ на солнцѣ горныхъ вершинъ зависитъ отчасти отъ этого перемѣщенія снѣжныхъ массъ. Въ своемъ прекрасномъ очеркѣ о Монбланѣ Віоле-ле-Дюкъ описалъ, какія формы принимаетъ масса снѣга, приносимаго вѣтромъ, въ зависимости отъ рельефа покрытыхъ имъ склоновъ и гребней. Снѣговые навѣсы, такъ называемые карнизы или *корниши*, висящіе надъ пропастями, особенно поражаютъ путешественника своими огромными размѣрами.



Теплые вѣтры и вѣтры сухіе еще болѣе, чѣмъ зимнія бури, способствуютъ уничтоженію снѣга въ горахъ. Такъ, дующій въ Швейцарскихъ горахъ южный вѣтеръ, такъ называемый «фёнъ», въ теченіе двѣнадцати часовъ растапливаетъ или превращаетъ въ паръ слой снѣга, толщиною около метра. «Фёнъ», какъ говоритъ швейцарская народная пословица, «ѣстъ» снѣгъ и приноситъ весну на горныя высоты. Солнце также растапливаетъ снѣгъ своими лучами; вычислено, что солнечные лучи могутъ растопить до 50 и даже до 70 сантиметровъ въ день, въ особенности, если верхніе слои снѣга не очень слежались и позволяютъ теплотѣ проникать глубоко внутрь. Дожди и теплые туманы, приносимые вѣтромъ на склоны горъ, также помогаютъ этому и нерѣдко способствуютъ таянію снѣгового покрова иногда даже въ большей степени, чѣмъ солнечные лучи.

Было бы интересно опредѣлить среднее отношеніе между таяніемъ и испареніемъ снѣга, выпадающаго на горахъ. Въ тѣхъ долинахъ, гдѣ почва состоитъ изъ твердыхъ каменныхъ породъ, не пропускающихъ воду, для этого достаточно было бы вычислить количество воды, протекающей въ годъ черезъ потокъ, и сравнить это количество съ количествомъ ежегодно выпадающихъ въ этой мѣстности атмосферныхъ осадковъ въ видѣ дождя и снѣга; разность между этими числами показала бы намъ приблизительно, сколько влаги было утеряно вслѣдствіе всасыванія ея корнями растений и путемъ испаренія. Во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что испареніе является весьма значительнымъ, такъ какъ даже въ тихую погоду и при температурѣ въ 2 — 3 градуса холода поверхностный слой снѣга непрерывно испаряется; подъ дѣйствіемъ же солнечныхъ лучей и вѣтра испареніе значительно усиливается.

Кромѣ такого постепеннаго и малозамѣтнаго способа уменьшенія снѣга въ горахъ, снѣжныя массы иногда низвергаются въ долины сразу, гдѣ быстро таютъ и превращаются въ воду. Эти снѣжныя массы, скатывающіяся съ горныхъ вершинъ, называются лавинами. Массы снѣга, ежегодно сваливающагося съ горныхъ склоновъ Сень-Готарда, на пространствѣ въ 32.400 гектаровъ, равняется приблизительно 325 милліонамъ кубическихъ метровъ <sup>1)</sup>. Большею частью снѣжные обвалы совершаются съ замѣчательной



Обвалъ снѣжной лавины въ Швейцарскихъ горахъ.

<sup>1)</sup> Coaz. Die Lavinen der Schweizeralpen.



правильностью, такъ что жители горъ, знакомые съ этимъ явленіемъ, могутъ часто по одному виду снѣга съ точностью отпредѣлить даже часъ, въ который лавина должна обрушиться. Весь путь лавины обозначенъ на склонахъ горы. Отъ самаго основанія широкихъ цирковъ, гдѣ зимою скопляется снѣгъ, тянутся длинныя рытвины, промытыя въ толщѣ породъ. Глыбы снѣга, оторвавшись отъ горныхъ склоновъ, низвергаются внизъ, подобно горному потоку, то появляясь на одно мгновеніе, то снова исчезая по покатому руслу рытвины. Снѣжные массы скатываются длинной вереницей глыбъ, которыя, достигнувъ выхода изъ узкой рытвины, разсыпаются по широкому откосу долины.

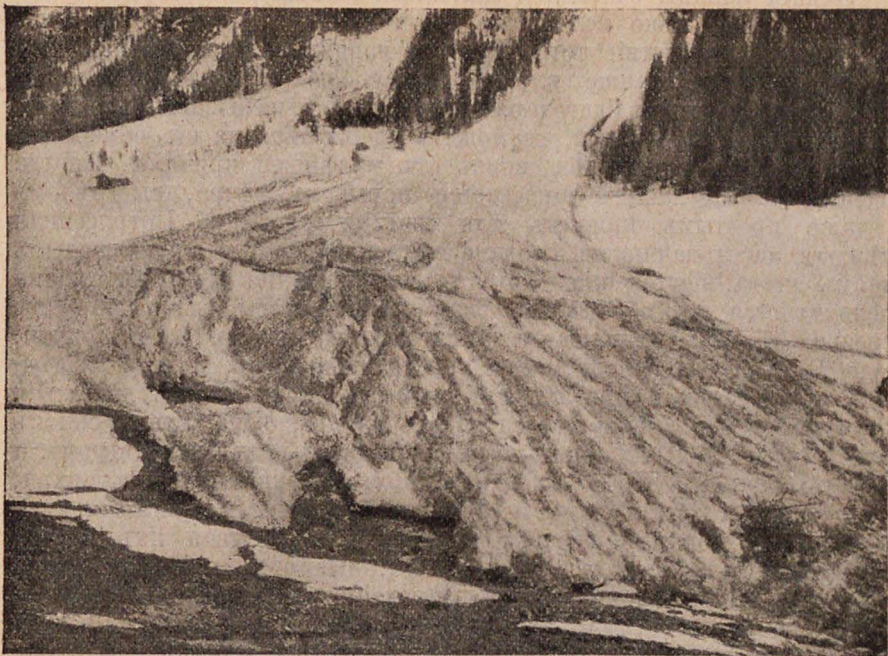
Если горный склонъ очень крутъ, то снѣга скатываются съ него внизъ не только по рытвинамъ, но скользятъ прямо по крутизнамъ. Подвигаясь постепенно съ большей или меньшей скоростью, снѣгъ нагромождается передъ преградами и скопляется на болѣе пологихъ мѣстахъ или же съ грохотомъ падаетъ въ глубину ущелій. Весной и лѣтомъ, когда снѣгъ мягокъ, въ горахъ подъ вліяніемъ тепла и солнца ежечасно срываются лавины съ высокихъ горъ, и путешественникъ съ восхищеніемъ любуется съ какою-нибудь выступа горы внезапными снѣжными водопадами, низвергающимися съ горъ въ ущелья.

Сколько тысячъ путешественниковъ привѣтствовали восторженными криками на зеленыхъ лужайкахъ Венгернальпа снѣжныя лавины, ежегодно скатывающіяся къ подножію Юнгфрау. Здѣсь сначала мы видимъ, какъ снѣжныя массы, словно водопады, низвергаются внизъ и распадаются на нижнихъ склонахъ, взметая вихри снѣжной пыли; затѣмъ, когда бѣлое облако разсѣется и все придетъ въ прежнее спокойное состояніе, до слуха долетаетъ



Обломки ледниковой лавины въ Альпійскихъ горахъ.





Весенняя лавина около горнаго перевала Сколетта въ Энгадинѣ (Альпы).

гуль и грохотъ лавины и вторящіе имъ въ ущельяхъ глухіе раскаты эха. Въ этотъ мигъ кажется, что слышишь голосъ самой горы, вырывающійся изъ горныхъ нѣдръ.

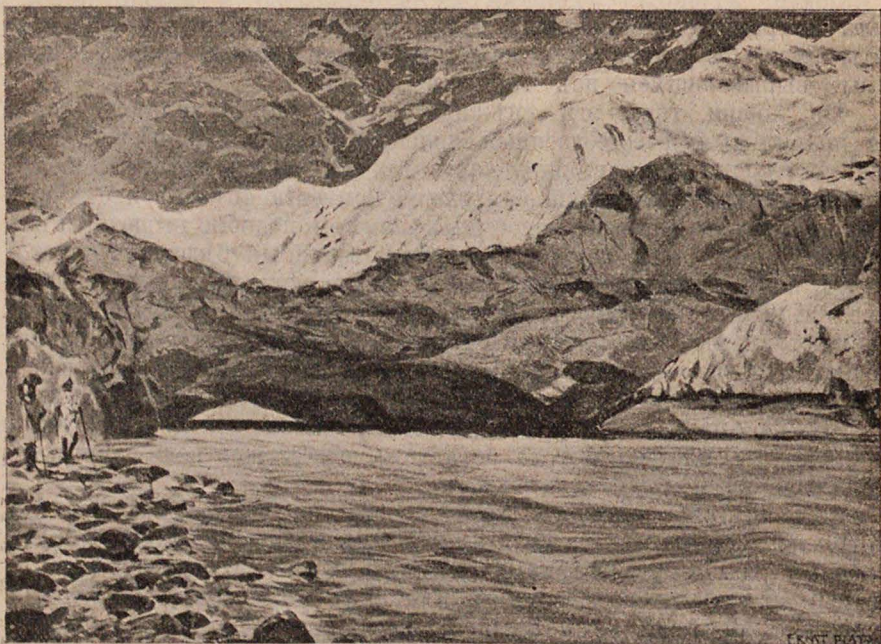
Въ жизни горъ эти снѣжные обвалы представляютъ такія же правильныя и естественныя явленія, какъ движеніе волнъ въ рѣкахъ; лавины составляютъ часть въ общемъ круговоротѣ воды. Иногда лавины, вслѣдствіе большаго скопленія снѣговъ и отъ другихъ причинъ, принимаютъ огромныя размѣры; подобно вышедшей изъ береговъ рѣкѣ, онѣ несутъ съ собою страшныя бѣдствія: опустошаютъ поля нижнихъ склоновъ и уничтожаютъ цѣлыя деревни и поселки. Такія катастрофы, на ряду съ горными обвалами, представляютъ самыя ужасныя явленія въ горахъ. Лавины часто захватываютъ на своемъ пути туристовъ и путешественниковъ и засыпаютъ ихъ подъ своей массой, увлекая вмѣстѣ съ собою въ ущелья.

\*Въ Альпахъ такія катастрофы случаются довольно часто, и не проходитъ ни одного года безъ того, чтобы жертвою лавинъ не сдѣлалось нѣсколько человѣкъ.

Всѣ снѣговыя лавины раздѣляются на нѣсколько группъ, смотря по времени ихъ паденія или по ихъ происхожденію. Такимъ образомъ различаютъ лавины *зимнія*, или пылеобразныя (Staublawinen, areins), *весеннія* лавины, или такъ называемыя грунтовыя (avalanches de fond, Grundlawinen), *ледниковыя* лавины и *градовыя* лавины. Послѣдніе два рода лавинъ происходятъ весьма рѣдко и представляютъ явленіе, связанное съ возрастаніемъ ледниковъ или съ обильнымъ выпаденіемъ града въ горахъ. \*



Зимнія лавины считаются жителями Альпійскихъ горъ самыми опасными, не только вѣдствие опустошеній, причиняемыхъ ими, но также и вѣдствие того, что эти лавины вызываютъ снѣжные смерчи, которые также влекутъ за собою разрушеніе. Зимнія лавины происходятъ благодаря тому, что свѣжевыпавшій рыхлый снѣгъ, налегая на старый, не можетъ удержаться на его обмерзшей поверхности и скатывается внизъ отъ малѣйшей причины. Иногда паденіе такихъ лавинъ вызывается порывомъ вѣтра, выстрѣломъ и даже простымъ крикомъ или шагами путника. Потрясенная снѣжная масса начинаетъ сначала медленно скользить по твердымъ слоямъ снѣга, постепенно ускоряя свое движеніе. По пути лавина увеличивается въ объемъ, увлекая новыя массы снѣга, ломаетъ деревья, сноситъ жилища и уничтожаетъ все на своемъ пути. Подобно горному обвалу, лавина, скатившись въ долину, вѣдствие пріобрѣтенной при паденіи скорости, продолжаетъ двигаться по долинѣ и часто поднимается вверхъ на противоположный склонъ другой горы. Паденіе лавины сопровождается сильнымъ вѣтромъ и цѣлымъ облакомъ снѣжной пыли. Вокругъ лавины бушуютъ вихри, и справа и слѣва ревуть и кружатся смерчи, потрясая скалы, вырывая съ корнями деревья и даже перебрасывая ихъ далеко на противоположные горные склоны. Нерѣдко цѣлыя тысячи деревьевъ вырывались вѣтромъ, вызваннымъ паденіемъ лавины, въ то время какъ сама лавина прокладывала себѣ широкій путь черезъ лѣсъ и разрушала до основанія цѣлыя деревни.



Мостъ изъ снѣга черезъ горную рѣчку въ центральной Азіи





Лучшей защитой отъ снѣжныхъ лавинъ въ горахъ является лѣсъ, растущій на горныхъ склонахъ: такъ, изображенный на рисункѣ Вилларденскій лѣсъ близъ Моданы въ Савойѣ служить настоящей крѣпостной стѣной и предохраняетъ отъ разрушенія лавинами нижележащія селенія и поля.

Деревня Ранда, въ кантонѣ Валлиса, въ Швейцаріи, нѣсколько разъ была разрушаема лавинами. Въ первый разъ эта деревня была погребена подъ снѣгомъ въ 1636 году, а затѣмъ, спустя 200 лѣтъ, въ 1819 г., она была снова вся разрушена лавиною; теченіе рѣки Вьеза было прервано на цѣлыхъ пять дней. По вычисленіямъ, масса снѣга, льда и камней, загромоздившихъ долину, равнялась 1.300.000 кубич. метровъ. Если снѣгъ идетъ въ тихую, безвѣтренную погоду, то паденіе лавины неминуемо, такъ какъ въ такихъ случаяхъ снѣгъ ложится на землю легкимъ пушистымъ слоємъ и не сносится вѣтромъ въ такія мѣста, гдѣ онъ нашель бы себѣ болѣе твердую точку опоры. Горный житель, наученный опытомъ, знаетъ, что при пасмурномъ небѣ снѣжные обвалы бываютъ всего рѣже; ихъ нужно опасаться когда небо безоблачно, особенно же утромъ, передъ восходомъ солнца. Исслѣдователь



горь Дюфуръ объясняетъ это тѣмъ, что снѣжная масса, вслѣдствіе излученія тепла въ окружающее пространство, сжимается и уменьшается въ объемъ; тонкія ледяныя прослойки, связывающія снѣжные пласты, ломаются, и тогда достаточно бываетъ малѣйшаго сотрясенія, чтобы пришелъ въ движеніе весь слой снѣга.

Такъ называемыя весеннія или грунтовыя лавины менѣе опасны, чѣмъ «пылеобразныя», такъ какъ онѣ образуются весною, когда верхніе слои снѣга по большей части уже растаяли. Происхожденіе грунтовыхъ лавинъ объясняется тѣмъ, что вода, образующаяся весною при таяніи снѣга, проникаетъ черезъ слои снѣга и разливается подъ ними на поверхности почвы; пласты снѣга, отдѣленные такимъ образомъ отъ почвы, теряютъ точку опоры и скользятъ всей массой по горнымъ склонамъ подобно банкизамъ, оторвавшимся отъ ледяныхъ полей. Подъ давленіемъ этихъ движущихся массъ увлекается и часть почвы, и лавина сѣрая и грязная, перемѣшанная съ землей и камнями, скатывается по долинамъ и лощинамъ, слѣдуя обыкновенно каждый годъ по однѣмъ и тѣмъ же рывинамъ и углубленіямъ въ горныхъ склонахъ.

Достигнувъ долины, лавина запруживаешь ручей; плотина изъ обломковъ, принесенныхъ лавиною, бываетъ иногда настолько велика, что выдерживаетъ напоръ воды до половины лѣта; сѣрая или даже черноватая масса лавины до такой степени слеживается, что пріобрѣтаетъ твердость камня и представляетъ собой какъ бы ледникъ въ миниатюрѣ. На горѣ, на мѣстѣ скатившейся лавины, почва остается обнаженной, въ видѣ черныхъ прогалинъ среди бѣлой поверхности снѣга.\* Паденіе грунтовыхъ лавинъ сопровождается сильнымъ шумомъ и трескомъ. На крутыхъ склонахъ лавина перекачивается и образуетъ снѣжный шаръ, который постепенно нарастаетъ. Достигая болѣе пологого склона, лавина разсыпается и движется подобно медленно текущему потоку, при чемъ ея скорость движенія больше въ срединѣ, чѣмъ у краевъ. Въ концѣ своего пути лавины, скатывающіяся по одному и тому же руслу, образуютъ такъ называемый лавинный конусъ, поверхность котораго похожа на свѣжевспаханное поле. Иногда такія лавины, засыпая небольшія рѣки и ручьи, образуютъ надъ ними своды, называемые *снѣговыми мостами*. Въ горахъ Тянь-Шаня такіе снѣговые мосты занимаютъ мѣстами всю долину въ ширину и держатся все лѣто до слѣдующей зимы даже въ довольно низкихъ и теплыхъ долинахъ. Если въ слѣдующую зиму лавины образуются въ тѣхъ же мѣстахъ, то снѣговые мосты еще болѣе возрастаютъ и превращаются въ двух- и даже въ трехлѣтніе мосты <sup>1)</sup>. Нижняя часть снѣгового моста обыкновенно превращается въ ледъ. Поверхность такихъ мостовъ среди лѣта довольно ровная, но страшно грязная отъ пыли и щебня, такъ что съ перваго раза ее трудно признать снѣговой; только красивый сводъ на нижнемъ концѣ моста даетъ возможность видѣть, что этотъ мостъ образованъ изъ снѣга.

Особый видъ лавинъ представляютъ обвалы частей ледниковъ, — о нихъ мы будемъ говорить дальше въ слѣдующей главѣ, посвя-

<sup>1)</sup> Сѣверцовъ. Орoграфич. очеркъ Памирской горной системы. 1886 г.



щенной ледникамъ. Снѣжные лавины распространены не только во всѣхъ горахъ, гдѣ есть ледники, напр., Альпы, Гималаи и Кавказъ, но также во многихъ горахъ, лишенныхъ глетчеровъ, какъ, примѣръ, въ Сьеррѣ-Невадѣ, Калифорніи и т. п. Такимъ образомъ географическое распространѣніе лавинъ на землѣ больше, чѣмъ ледниковъ.\*

Лучшей защитой отъ всевозможныхъ лавинъ служатъ часто насаженные деревья, такъ какъ лѣсъ задерживаетъ выпадающій на горныхъ склонахъ снѣгъ и мѣшаетъ лавинѣ скатиться въ долину. Лавина, встрѣтивъ лѣсъ на своемъ пути, опрокидываетъ и вырываетъ нѣсколько деревьевъ, стволы которыхъ, въ свою оче-



Въ царствѣ постоянныхъ снѣговъ.—Вершина горы Монте-Розы въ Альпахъ.

редь, образуютъ новое загражденіе для лавинъ. Скользящій по склонамъ снѣгъ могутъ остановить иногда даже очень маленькіе кустарники, какъ, примѣръ, рододендроны, верескъ и даже луговые травы; неразумное уничтоженіе растительности на горахъ очищаетъ путь грозному бичу—лавинѣ. Но еще опаснѣе вырубать просѣки въ предохранительныхъ лѣсахъ, составляющихъ естественную защиту отъ снѣжныхъ обваловъ; такимъ путемъ облегчается работа лавинъ, которая, направляясь по просѣлкѣ, ломаетъ деревья по ея краямъ и очищаетъ передъ собою широкій путь. Такъ, въ 1846 г. въ Пиренеяхъ, въ высокой долинѣ Неста, послѣ того, какъ была вырублена часть лѣса на горѣ, находящейся къ югу отъ деревни Арангуэ, страшная лавина, сорвавшаяся съ горы, въ своемъ движеніи смела болѣе 15.000 еловыхъ деревьевъ.



Въ Пиренеяхъ, въ Швейцаріи и въ Тиролѣ издавна существовали народные обычаи налагать запрещеніе на вырубку лѣсовъ по пути прохожденія лавинъ. Такіе лѣса назывались и называются до сихъ поръ въ Пиренеяхъ «bedats», а въ романскихъ Альпахъ «forêts bannisées, forêts de defense или d'abri», т.-е. заповѣдными, предохранительными, защитными лѣсами. Въ долинѣ Андерматта, у сѣверной подошвы Сень-Готарда, еще въ 1397 году присуждались къ изгнанію тѣ лица, которыя только дѣлали попытку срубить одно дерево въ лѣсахъ, защищавшихъ селеніе отъ снѣжныхъ лавинъ. Тайнственное проклятіе тяготѣло, по преданію, надъ этимъ человѣкомъ, и съ ужасомъ передавались изъ устъ въ уста рассказы о томъ, какъ кровь выступала изъ каждой вѣтви срубленнаго дерева.

Жители нѣкоторыхъ альпійскихъ горныхъ селеній, угрожаемыхъ лавинами, пытаются замѣнить лѣсъ цѣлымъ рядомъ деревянныхъ свай, которыя вбиваются въ почву на пути прохожденія лавины. По народному выраженію, это называется «пригвоздить лавину». Кромѣ этого, въ самой горѣ вырубаютъ уступы на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга въ видѣ ступенекъ лѣстницы, съ цѣлью остановить или хотя немного раздробить снѣжные глыбы, падающія съ высоты. Въ настоящее время изобрѣтены еще и другіе способы задерживать и раздроблять лавины: въ однихъ мѣстахъ строятъ нѣчто похожее на шлюзы съ частыми перегородками, въ другихъ воздвигаютъ каменные плотины и т. п. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ около домовъ устраиваются изъ камня, или изъ снѣга, политаго водой, особые ледорѣзы, похожіе на устои мостовъ; эти ледорѣзы разбиваютъ лавину и дробятъ ее на отдѣльныя части. Помѣщать внезапному паденію лавинъ весьма важно еще и потому, что снѣгъ, скатываясь въ долины, быстро таетъ и сразу поднимаетъ уровень въ рѣкахъ и рѣчкахъ, вызывая наводненія, тогда какъ въ жаркое время года оказывается недостатокъ воды, и рѣки мелѣютъ.

Лавины причиняютъ бѣдствія не только въ высокихъ долинахъ, но даже и вдали отъ нихъ, на внѣшнихъ склонахъ горной области. Такъ, иногда снѣга горнаго цирка Шеваля, въ Савойскихъ Альпахъ, скатываются по рытвинѣ въ самое Женевское озеро, гдѣ образуется временный ледникъ, который постепенно распадается на отдѣльныя пловучія глыбы.

Мѣстечко Барезъ въ Пиренеяхъ, гдѣ находится водолѣбное заведеніе, въ прежнее время ежегодно страдало отъ лавинъ, которыя падали сюда съ высоты 1200 метровъ по скату горы, наклоненному подъ угломъ въ 35 градусовъ. Чтобы дать свободный проходъ лавинамъ, мѣстные жители оставили незаселеннымъ большое пространство между двумя кварталами. Кромѣ этого, были сдѣланы по горѣ большія ступеньки въ 3 — 4 метра шириною по стѣнкамъ рытвинъ и мѣстами были поставлены ряды чугунныхъ свай. Затѣмъ эти пустыри были засажены деревьями, которыя охраняются отъ лавинъ плетнями и каменными оградами. Результатомъ этихъ мѣропріятій было то, что теперь въ долину достигаютъ лишь незначительныя лавины, не приносящія вреда, тогда какъ раньше снѣжныя массы, сваливавшіяся на Барезъ, достигали громадныхъ размѣровъ.



Въ Швейцаріи въ этомъ отношеніи были сдѣланы еще болѣе значительныя работы; изъ подобныхъ сооруженій выдаются укрѣпленія для защиты Луэшскихъ минеральныхъ источниковъ отъ снѣговыхъ обваловъ.

Однако лавины еще и теперь много причиняютъ бѣдъ въ Альпахъ. Лѣса и въ настоящее время во многихъ мѣстахъ вырубаются начисто. Страсть къ наживѣ не принимаетъ въ расчетъ интереса жителей, обитающихъ въ долинахъ. Когда вслѣдствіе покупки богатый человѣкъ становится собственникомъ лѣса, растущаго на склонахъ горы, бѣда тѣмъ, кто живетъ внизу. Вскорѣ послѣ того дровосѣки принимаются за работу въ лѣсу, деревья валятся и ихъ стволы спускаются въ долину. Широкая дорога расчищается, такимъ образомъ, для лавинъ. Лишенные защиты жители деревушки, подвергающейся опасности, быть-можетъ, останутся тамъ еще нѣкоторое время изъ любви къ родной мѣстности, но рано или поздно бѣдствіе становится неминуемымъ, — приходится выбираться и оставлять свой домъ въ добычу нависшимъ снѣгамъ.

Въ каждой горной деревнѣ, въ длинные зимніе вечера, рассказываются страшныя исторіи о лавинахъ. Лавина для горнаго жителя — то же, что рудничный газъ для рудокопа. Она угрожаетъ его дому, его амбарамъ, его скоту.

Изъ всѣхъ разрушителей горъ лавина сильнѣе другихъ. Она уноситъ съ собою все: и землю, и обломки скалъ, и кусты, и отдѣльныя деревья. Мало того, отъ постепеннаго таянія снѣга, образующаго нижній слой лавины, она такъ размягчаетъ почву, что та превращается въ мягкую грязь, изрѣзанную глубокими рытвинами и осѣдающую отъ собственной тяжести. До значительной глубины земля становится полужидкой; она сползаетъ вдоль склоновъ, увлекая съ собою тропинки, камни и даже лѣса, луга и цѣлые дома. Многіе склоны горъ, размягченные снѣгомъ, сползали цѣлкомъ съ своими полями, пастбищами и селеніями.

Такимъ образомъ своимъ накопленіемъ и медленнымъ таяніемъ и просачиваніемъ талой воды въ почву, нѣжные снѣжные хлопья могутъ понемногу разрушать горы. Весною каждая лощина ясно показываетъ эту разрушительную работу.

### III.

Постепенное превращеніе снѣга въ ледъ. — Фирнъ и фирновыя поля (снѣжники). — Смерзаніе льда. — Пластинчатое строеніе льда. — Ледяные кристаллы. — Классификація ледниковъ.

Бѣлые хлопья снѣга, упавшіе на вершины горъ и остающіеся тамъ нѣсколько лѣтъ, постепенно, путемъ незамѣтныхъ измѣненій, превращаются въ синеватыя прозрачныя кристаллы льда, который спускается внизъ по горнымъ ущельямъ. Медленно и незамѣтно массы пушистаго снѣга переходятъ въ *фирнъ*, или зернистый снѣгъ, а затѣмъ въ ледникъ, который, въ свою очередь, превратится позднѣе въ горный потокъ, рѣку, затѣмъ въ волну океана и, наконецъ, въ формъ пара поднимется въ воздухъ и вмѣстѣ съ облаками снова начнетъ свой вѣчный круговоротъ.



Превращеніе снѣга въ ледъ представляетъ одно изъ самыхъ интересныхъ явленій на землѣ. Прежде всего свѣжевыпавшія снѣжинки начинаютъ уплотняться, слеживаться и отвердѣвать. Затѣмъ, когда солнечные лучи нагрѣютъ верхніе слои снѣга до температуры таянія, то водяныя капли начинаютъ проникать въ болѣе или менѣе количество въ нижележащіе слои снѣга. Охваченная тамъ низкой температурой, вода снова замерзаетъ, образуя твердую ледяную оболочку вокругъ снѣжныхъ частицъ и спаивая ихъ въ компактную массу. Такимъ образомъ снѣжные пласты становятся очень твердыми и плотными.

Позднѣе снѣжные пласты измѣняютъ совершенно свое строеніе, и снѣгъ, составляющій ихъ, превращается въ полуледяныя зерна. Пласты такого зернистаго снѣга образуютъ на склонахъ горъ цѣлыя поля, которыя называются *фирновыми* полями, а самый снѣгъ, имѣющій зернистое строеніе, носитъ названіе *фирна*. Въ романскихъ Альпахъ и Пиренеяхъ фирновый снѣгъ называется *невэ*, что значитъ—прошлогодній снѣгъ.

Это первое видоизмѣненіе снѣговыхъ частицъ является лишь началомъ еще болѣе значительныхъ видоизмѣненій. Лучи солнца продолжаютъ во время лѣта растапливать верхніе слои снѣга на горахъ, и капли воды стекаютъ въ глубину снѣговыхъ пластовъ, достигаютъ до фирна и здѣсь замерзаютъ: благодаря этому фирновыя зерна снѣга становятся крупнѣе и ледянистѣе. Въ то же время, подъ давленіемъ собственной тяжести, фирнъ уплотняется,



Фирновыя поля въ горахъ. Снѣгъ выпавшій на вершинахъ горъ, постепенно превращается въ зернистый снѣгъ, называемый фирномъ; залежи фирна образуютъ въ горахъ обширныя фирновыя поля, которыя даютъ начало ледникамъ.





Ледникъ «Ледяное море», стекающій съ вершинъ Монблана близъ мѣстечка Шамони.

его зерна сжимаются все сильнѣе и сильнѣе. Находившійся въ снѣгѣ воздухъ, вслѣдствіе сжиманія, вытѣсняется изъ фирновыхъ зеренъ, и благодаря этому тусклые зерна фирна становятся прозрачнѣе и принимаютъ видъ ледяныхъ кристалловъ. Такимъ образомъ давленіе вышележащихъ массъ — главный дѣятель, обуславливающій измѣненіе снѣжныхъ пластовъ. Братья Шлагинтвейгы и Тиндаль дѣлали опыты въ этомъ направленіи и подвергали давленію комки свѣжаго снѣга. Послѣ достаточнаго сжиманія они получали пластинки прозрачнаго льда. Дѣти, играя въ снѣжки и скатывая изъ снѣга шарики, продѣлываютъ подобный же опытъ.

Благодаря постепеннымъ измѣненіямъ вся фирновая масса становится все тверже и плотнѣе. Тогда какъ кубическій метръ свѣжевыпавшаго снѣга вѣситъ въ среднемъ 85 килограммовъ, кубическій метръ фирна вѣситъ уже 500 или 600 килограммовъ, а кубическій метръ льда, образовавшагося изъ фирна вѣситъ около 900—960 килограммовъ.

Фирновая масса представляетъ во всей своей толщѣ рядъ болѣе или менѣе правильныхъ слоевъ; эти слои не что иное, какъ сжавшіеся пласты снѣга, ежегодно выпадавшаго по зимамъ. На поверхности каждаго пласта замѣтно нѣчто въ родѣ сѣрой или желтоватой коры, которая образовалась отъ смѣшенія снѣга съ пылью, мелкими камнями, а также и съ органическими остатками; подъ этой корою лежитъ тонкая прослойка льда, образовавшаяся вслѣдствіе замерзанія въ верхней части слоя капелекъ воды. По такимъ прослойкамъ можно легко высчитать возрастъ фирновыхъ пластовъ.

Слои фирна расположены одинъ на другомъ, наподобіе пластовъ известняка, и чѣмъ старше слой фирна, тѣмъ онъ плотнѣе и его зерна болѣе подходятъ къ кристалламъ льда.



Ниже фирноваго поля, которое питаетъ ледникъ и является резервуаромъ, гдѣ происходитъ образованіе льда, оледяніи массы снѣга продолжаютъ постепенно измѣнять свое внутреннее строеніе. Продолжительные и многочисленные опыты Агассиса надъ температурой ледниковъ доказали, что въ колодцѣ, вырубленномъ на 60 метровъ глубины въ самой срединѣ ледника, термометръ показываетъ въ среднемъ  $0,22^{\circ}$  Цельсія; только зимой, и то въ исключительныхъ случаяхъ, температура понижается въ ледникахъ до двухъ градусовъ и нѣсколько больше.

Вода, образуемая отъ таянія льда подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, дождя или теплыхъ вѣтровъ, большею частью такъ и остается въ ледникѣ въ жидкомъ состояніи; капельки воды просачиваются по трещинамъ ледника и образуютъ ручейки, которые, въ концѣ-концовъ, проникаютъ въ глубь ледника, на самое его дно, и здѣсь превращаются въ ледниковый потокъ, промывающій свое ложе въ почвѣ, на которой лежитъ ледникъ. Но не одно только солнце способствуетъ таянію льда. То же дѣйствіе производятъ и давленіе, которое оказываютъ верхніе слои льда на нижележащіе пласты. Англійскій физикъ Томсонъ доказалъ, что при увеличеніи давленія на одну атмосферу ледъ приобретаетъ способность таять при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ обыкновенно. Вслѣдствіе этого у подножія крутыхъ, горныхъ склоновъ, гдѣ огромная тяжесть вышележащихъ массъ льда давитъ на нижніе слои съ большою силой, нижніе слои льда таютъ и при температурѣ ниже нуля. Такимъ образомъ въ слояхъ ледника появляются маленькія, наполненные водою, полости и прослойки. Однако частицы льда, разьединенныя капельками воды, тотчасъ же смерзаются вмѣстѣ; даже и въ тепловатой водѣ двѣ тающія льдинки постоянно стремятся соединиться другъ съ другомъ. Въ этомъ состоитъ интересное явленіе, открытое впервые извѣстнымъ физикомъ Фарадеемъ, который далъ ему названіе смерзанія (*regelation*). Явленіе смерзанія происходитъ во всей толщѣ ледника въ многочисленныхъ водяныхъ жилкахъ. Ледяныя частицы, раздѣленныя на мгновеніе прожилками воды, тотчасъ же смерзаются, а частицы воды выжимаются въ тѣ слои, гдѣ давленіе меньше; подъ вліяніемъ давленія образуются, между тѣмъ, новыя капельки воды, которыя тотчасъ же замерзаютъ и спаиваютъ частицы льда. Всѣ эти процессы непрерывно смѣняютъ другъ друга въ каждой части ледника; во всѣхъ его уголкахъ происходитъ попеременно таяніе и смерзаніе, сопровождающіеся перемѣщеніемъ мельчайшихъ частицъ льда, чѣмъ и объясняется тотъ слабый трескъ, который постоянно слышится изъ глубины ледника. Вслѣдствіе такихъ непрерывныхъ измѣненій — таянія и смерзанія отдѣльныхъ частицъ — ледъ глетчера становится *пластичнымъ* и приобретаетъ способность течь внизъ въ долину подъ давленіемъ вышележащихъ массъ льда и фирна. Ледникъ движется медленно всей своей массой по дну горной долины, принимая соответствующія формы.

Извѣстный французскій изслѣдователь ледниковъ, Віоле-ле-Дюкъ, имѣлъ случай изучить явленія смерзанія и просачиванія воды въ ледникѣ. Онъ однажды провалился въ расщелину ледника на Шварценбергѣ, близъ Макуньяга. На его счастье, онъ былъ задержанъ на глубинѣ 12 метровъ ледяной глыбой, которая скатилась передъ нимъ. Віоле-ле-Дюкъ не потерялъ присутствія



духа при этомъ опасномъ положеніи и употребили проведенные имъ четыре часа въ разсѣлинѣ ледника на изученіе интересныхъ явленій, происходящихъ во внутренней жизни ледника. Несмотря на то, что температура въ разсѣлинѣ была на пять градусовъ выше нуля, тѣмъ не менѣе, вода, просачивавшаяся изнутри на поверхность ледяныхъ стѣнокъ трещины, тотчасъ же замерзала и принимала самыя разнообразныя формы, смотря по тому, падала ли она сверху внизъ, текла ли горизонтально, или же была снизу вверхъ. Ледъ оказался переполненнымъ также множествомъ пузырьковъ воздуха; одни изъ нихъ были заключены прямо въ ледяной массѣ, а другіе плавали въ водяныхъ капелькахъ. Большая



Схематическое изображеніе ледника и его частей. А — фирновое поле; В — ледниковые ворота; С — глетчерный источникъ; а — морены, с — ледниковые столы.

часть этихъ пузырьковъ имѣли видъ дисковъ и были сплюснуты и наклонены въ различныхъ направленіяхъ.

По мѣрѣ того, какъ изъ фирновыхъ зеренъ, благодаря давленію, вытѣсняется воздухъ и зерна сдавливаются плотнѣе, вся масса постепенно превращается въ ледъ и становится почти совершенно прозрачной. Когда превращеніе фирна въ ледъ заканчивается вполне, то ледяные пласты пріобрѣтаютъ прекрасный голубоватый цвѣтъ. Впрочемъ, каждую зиму свѣжевыпавшій снѣгъ на поверхности ледника заполняетъ всѣ трещины и разсѣлины, и поэтому среди прозрачныхъ слоевъ льда въ глетчерахъ встрѣчаются сѣроватыя полосы фирна и снѣга. На многихъ ледникахъ, гдѣ глубокія разсѣлины позволяютъ рассмотреть все его внутреннее строеніе, можно видѣть послѣдовательныя наслоенія сѣраго снѣга и голубыхъ полосъ льда, подобныя напластованіямъ горныхъ породъ. На высотахъ фирнъ и ледъ смѣшиваются и сливаются вмѣ-





Нижне-Аарскій ледникъ въ Альпахъ. Ледники, подобно рѣкамъ, медленно протекаютъ по горнымъ долинамъ, спускаясь иногда въ область зеленѣющихъ лѣсовъ и полей.

стѣ такъ, что ихъ трудно раздѣлить другъ отъ друга. При восхожденіи на Монте-Розу Цумштейнъ видѣлъ на высотѣ 4264 метровъ сквозь трещину въ фирнѣ настоящій ледниковый ледъ, лежавшій внизу подъ слоями фирна. Вообще же на Альпахъ ледники начинаются на высотѣ отъ 2800 до 2400 метровъ <sup>1)</sup>).

Но каковы бы ни были измѣненія снѣга при его превращеніи въ ледъ, зерна фирна можно встрѣтить даже въ самыхъ нижнихъ частяхъ ледника; только здѣсь эти зерна стали прозрачными, не содержать въ себѣ пузырьковъ воздуха и сильно увеличились въ объемъ. Нѣкоторыя изъ этихъ зеренъ бываютъ иногда величиною въ орѣхъ и даже въ куриное яйцо. Они принимаютъ часто очень неправильныя формы вслѣдствіе сильнаго давленія, которому они подвергались въ ледникѣ то съ той, то съ другой стороны. Обнаруженные въ этихъ зернахъ явленія поляризаціи свѣта доказываютъ, однако, ихъ кристаллическое строеніе <sup>2)</sup>). Такимъ образомъ весь ледникъ представляетъ собою собраніе кристалловъ льда, спаянныхъ между собою въ совершенномъ беспорядкѣ. Кристаллы снѣжинокъ, выпавшихъ на горную вершину, упорно сохраняютъ свою кристаллическую форму, несмотря на всѣ претерпѣваемыя ими измѣненія, хотя кристаллы льда и мало похожи на нѣжные и тонкіе кристаллы снѣжинокъ.

Выпавшій въ горахъ снѣгъ, превратившись, подъ вліяніемъ давленія, въ глетчерный ледъ, заполняетъ высокія долины, гор-

<sup>1)</sup> Eugène Kambert. Les Alpes.

<sup>2)</sup> Sonklar, Oetzthaler Gebirgsgruppe.



ные цирки, большія котловины и спускается громадными ледяными рѣками далеко внизъ, переходя на много сотенъ метровъ границу постоянныхъ снѣговъ.

Глетчерный ледъ имѣетъ форму пластинчатыхъ или игольчатыхъ кристалловъ, въ которыхъ сохраняется въ большей или меньшей степени шестигранное строеніе. Положеніе главныхъ осей въ кристаллахъ глетчернаго льда бываетъ чрезвычайно неправильно, за исключеніемъ нижнихъ слоевъ материковаго льда, гдѣ давленіе на подстилающіе слои способствуетъ расположенію этихъ осей параллельно давленію. Ледяные кристаллы настолько крѣпко спаиваются между собою, что даже при таяніи съ трудомъ раздѣляются. Величина кристалловъ льда возрастаетъ къ нижнему концу ледника. Средняя величина ледяныхъ зеренъ обыкновенно бываетъ величиною съ грецкій орѣхъ.

Иногда глетчерный ледъ принимаетъ пластинчатое строеніе. Среди бѣлаго, мутнаго и непрозрачнаго льда въ верхней части ледника появляются сначала мелкія, чечевицеобразныя пластинки голубого льда различной величины; онѣ расположены то отдѣльно другъ отъ друга, выклиниваясь на небольшомъ разстояніи, то соединяются въ группы, то, наконецъ, преобладаютъ надъ бѣлой пузыристой массой льда.

\*Всѣ горные ледники раздѣляются на двѣ категоріи; къ первой группѣ принадлежатъ тѣ изъ нихъ, которые, начинаясь на высокихъ горныхъ вершинахъ, спускаются далеко въ глубину долинъ, принимая по пути съ обѣихъ сторонъ своего ложа притоки другихъ болѣе незначительныхъ ледниковъ. Такіе глетчеры называются ледниками «перваго порядка», «долинными» или «глав-



Ледники Маттергорна (Альпы). Эти ледники представляютъ типы горныхъ глетчеровъ; справа мы видимъ низко спускающійся ледникъ «перваго порядка» или «долинный», а слѣва ледникъ «второго порядка» — «вершинный», иногда называемый также «висячимъ».



ными». Къ другой группѣ принадлежатъ ледники, которые находятся только на верхнихъ склонахъ горъ и не достигаютъ того пояса, гдѣ начинаются обработанныя поля и растительность. Такіе ледники носятъ со времени Соссюра названіе ледниковъ «второго порядка» или «вершинныхъ».

По отношенію къ мѣстности, гдѣ находятся ледники, и по тому характеру, какой имѣютъ различные глетчеры,—всѣ они раздѣляются также на нѣсколько группъ. Съ этой точки зрѣнія среди ледниковъ различаютъ *горные ледники* и *материковые льды*. Характернымъ признакомъ горныхъ ледниковъ является то, что всѣ они берутъ свое начало на горныхъ высотахъ. Горные ледники состоятъ изъ двухъ частей: фирноваго бассейна или *снежника*, т.-е. области питанія и ледяного потока или, собственно, ледника. Первая часть лежитъ выше предѣла постоянныхъ снѣговъ, вторая же ниже; граница, раздѣляющая эти части глетчера, называется *фирновой линіей*. Область питанія горныхъ ледниковъ представляетъ, обыкновенно, снѣжное поле, поверхность котораго выше у краевъ, чѣмъ въ серединѣ.

Другой типъ ледниковъ представляютъ материковые льды полярныхъ областей. Эти ледники покрываютъ иногда громадныя пространства или даже цѣлый континентъ, какъ, напр., Антарктиду или Гренландію. Они поднимаются здѣсь выше снѣговой линіи, и цѣлыя обширныя пространства, съ незначительнымъ уклономъ поверхности, погребены подъ сплошнымъ ледянымъ покровомъ. Въ такой массѣ льда происходитъ медленное движеніе къ окраинамъ, гдѣ ледъ стекаетъ по отдѣльнымъ русламъ, сравнительно узкимъ по отношенію къ огромной площади всего ледника. Въ каждомъ изъ такихъ руселъ заключенъ нерѣдко огромный ледниковый потокъ, но мѣсто перехода области питанія въ ледниковый языкъ совершенно покрыто толщами снѣга и недоступно непосредственнымъ наблюденіямъ.

Материковые льды полярныхъ областей отличаются отъ горныхъ тѣмъ, что ихъ ледъ менѣе прозраченъ и подходит по своему строенію ближе къ фирновому льду. Кромѣ этого, горные ледники имѣютъ обыкновенно каждый свою область питанія, тогда какъ въ материковыхъ ледникахъ отъ одной области питанія расходится много долинныхъ ледниковъ. Область питанія этихъ ледниковъ имѣетъ всегда выпуклую поверхность, а не вдавленную, какъ у большинства горныхъ ледниковъ.

Какъ промежуточный типъ между этими двумя видами ледниковъ, выдѣляются еще такъ называемые ледники подножья ( *piedmont glacier, Vorlandvergletscherung*). Свое названіе этотъ видъ ледниковъ получилъ потому, что обыкновенно эти ледники образуютъ какъ бы подножіе горъ, вслѣдствіе соединенія и сліянія въ одно ледниковое поле отдѣльныхъ ледниковъ съ прилежащихъ горъ. Такимъ образомъ различіе между материковыми ледниками и ледниками подножья состоитъ, главнымъ образомъ, въ томъ, что въ первыхъ изъ общаго ледяного поля вытекаютъ отдѣльныя ледяныя рѣки, а во вторыхъ—отдѣльныя ледяныя рѣки, стекающія съ горъ, соединяются у подошвы горы въ одно общее ледяное поле. Ледники этого типа распространены особенно на Аляскѣ, а также на югѣ Чили и по окраинамъ антарктическаго материка.





Типъ скандинавскаго глетчера.

Извѣстный швейцарскій геологъ и изслѣдователь ледниковъ, Альбертъ Геймъ, раздѣляетъ ледники на три группы: типъ *гренландскій* (материковые ледники), *альпійскій* (горные) и *норвежскій* типъ или *скандинавскій*. Между двумя послѣдними типами ледниковъ Геймъ устанавливаетъ то различіе, что альпійскій типъ ледниковъ распространенъ преимущественно на цѣпныхъ горахъ, а норвежскій—на плоскогоріяхъ и платообразныхъ горахъ. Въ Альпахъ обыкновенно нѣсколько снѣжниковъ питаютъ одинъ ледникъ; крутые, часто совсѣмъ недоступные гребни, отдѣляютъ здѣсь различные фирновые бассейны другъ отъ друга. Такое же явленіе наблюдается и на Кавказѣ, въ Гималаяхъ, на Новозеландскихъ Альпахъ и на многихъ другихъ складчатыхъ горахъ. На Скандинавскихъ же горахъ, имѣющихъ волнообразно холмистые склоны, плоскія фирновые котловины занимаютъ обширныя пространства, и каждое фирновое поле даетъ начало нѣсколькимъ ледникамъ, которые стекаютъ въ различныхъ направленіяхъ. Еще болѣе удаляются отъ альпійскаго типа гренландскіе ледники. Въ Гренландіи обширныя фирновыя поля питаютъ огромные ледники, которые покрываютъ весь островъ и среди которыхъ лишь изрѣдка выступаютъ одинокія вершины. \*

## IV.

**Движеніе ледниковъ.**—Опыты и теоріи.—Выпуклость центральной части ледниковъ.—Послѣдовательные изгибы.—Треніе ледниковыхъ массъ о бока и дно русла.—Объемъ ледниковъ.—Уклонъ ледниковаго русла.

Жителямъ Альпійскихъ горъ съ незапамятныхъ временъ было извѣстно, что ледники движутся и переносятъ обломки скалъ съ высокихъ горныхъ вершинъ въ долины. Но большинство ученыхъ долго не подозрѣвали этого поразительнаго явленія. Только



въ концѣ шестнадцатаго столѣтія ученый Зиммерль впервые указалъ на то, что ледники движутся. Послѣ него Шейхеръ, Грюнеръ и Альтманъ подтвердили, въ свою очередь, это явленіе. Однако движеніе ледниковъ стало общезвѣстнымъ фактомъ лишь въ концѣ восемнадцатаго вѣка, послѣ выхода въ свѣтъ книги о горныхъ путешествіяхъ Горациа Соссюра. Соссюръ былъ одинъ изъ тѣхъ энергичныхъ и смѣлыхъ людей, которые умѣютъ соединить научную любознательность съ силой и настойчивостью и которые считаютъ нужнымъ изучать явленія природы на мѣстѣ ихъ проявленія. Соссюръ не только подтвердилъ движеніе ледниковъ, но и попытался дать объясненія этого явленія. Впрочемъ, онъ ограничился обоснованіемъ своихъ теорій по этому вопросу лишь въ общихъ чертахъ и не предпринималъ никакихъ непосредственныхъ опытовъ для ихъ подтвержденія.

Эта честь принадлежитъ другому швейцарскому ученому, Хюги. Въ 1827 году Хюги построилъ небольшую хижину на Унтерарекомъ ледникѣ, у подошвы горнаго выступа Абшвунгъ. Въ 1830 г. эта хижина спустилась на сто метровъ ниже, а въ 1836 г. она передвинулась уже на 714 метровъ отъ того мѣста, гдѣ она была построена. Слѣдовательно скорость движенія ея равнялась сто двумъ метрамъ въ годъ. Съ этого времени въ Альпійскихъ горахъ было сдѣлано еще много подобныхъ же опытовъ другими изслѣдователями.

\* Движеніе ледниковъ наглядно подтверждается еще и тѣмъ, что всѣ вещи и предметы, попавшіе на поверхность ледника или въ его трещины появляются черезъ нѣсколько лѣтъ у нижняго конца ледника. Здѣсь часто находятъ кирки, горныя палки, дорожныя сумки и другіе предметы, утерянные туристами высоко въ горахъ. Ледники выносятъ иногда въ долину трупы и кости различныхъ горныхъ животныхъ и людей, когда-то заблудившихся на поверхности ледниковъ и погибшихъ въ его разсѣлинахъ. Такъ, напримѣръ, въ 1820 г. при восхожденіи на Монбланъ погибла экспедиція русскаго врача Гамеля. Этотъ путешественникъ поднимался вмѣстѣ со своими двумя спутниками и восьмью проводниками по склону, ведущему къ Рошэ-Ружъ. Вдругъ подъ ногами путешественниковъ снѣгъ заколебался и началъ скользить внизъ, увлекая съ собою несчастныхъ путешественниковъ. Изъ всѣхъ одиннадцати человѣкъ спаслись только три проводника, а докторъ Гамель, его спутники и остальные проводники погибли въ ледниковой трещинѣ. Черезъ сорокъ одинъ годъ послѣ этой катастрофы изъ нижнихъ трещинъ Боссонскаго ледника показались человѣческіе останки: части двухъ череповъ, волосы, челюсти съ зубами, одна рука съ кистью, но безъ одного пальца, лѣвая нога и нѣсколько другихъ костей. Одинъ изъ оставшихся въ это время въ живыхъ проводниковъ—ему было уже 72 года—узналъ останки своихъ погибшихъ товарищей. Въ теченіе слѣдующихъ трехъ лѣтъ постепенно изъ ледника показывались и другіе остатки злополучной экспедиціи. Такимъ образомъ эти погибшіе жертвы спустились вмѣстѣ съ ледникомъ съ вершины горы въ долину, употребивъ на это сорокъ одинъ годъ.

Въ 1866 г. въ этомъ же мѣстѣ погибъ англійскій капитанъ Аркврайтъ, тѣло котораго было найдено почти цѣлымъ внизу





Подобно рѣкѣ, ледникъ течетъ по своему руслу и отчасти принимаетъ его форму; если длина суживается, то ледникъ вытягивается и удлиняется; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ горы раздвигаются, образуя котловину, глетчеръ также расширяется и разливается какъ озеро.

ледника въ 1897 г. не доставало только обѣихъ ногъ; одна изъ нихъ была, однако, найдена въ маѣ 1899 г., а другая черезъ восемь дней послѣ этого вмѣстѣ съ золотыми часами покойнаго путешественника.\*

Исслѣдованія, тщательно произведенныя извѣстнымъ швейцарскимъ ученымъ Агассисомъ надъ верхними притоками Аарскаго ледника—Финстерааромъ и Лаутерааромъ, показали, что обѣ ледяныя массы перемѣщались, первая со скоростью 48—81 метра въ годъ, а вторая 31—74 метровъ. Это движеніе отмѣчалось вѣхами, разставленными на поверхности ледниковъ. При этомъ изслѣдованіи было замѣчено, что ледникъ двигался гораздо быстрѣе въ серединѣ, чѣмъ у краевъ. Такимъ образомъ былъ подтвержденъ тотъ важный фактъ, что ледники на серединѣ своего русла передвигаются съ большою скоростью, чѣмъ тѣ части его, которыя лежатъ у его краевъ. Благодаря этому стало очевиднымъ, что движеніе ледниковъ похоже на теченіе рѣкъ, которыя также текутъ быстрѣе въ серединѣ, чѣмъ у береговъ. Впрочемъ, это сравненіе было уже сдѣлано неутомимымъ изслѣдователемъ Савойскихъ горъ—Рандю; въ одномъ изъ своихъ очерковъ о ледникахъ, изданномъ въ 1841 г., онъ утверждалъ, что между Ледянымъ моремъ на Монбланѣ и рѣкою существуетъ полное сходство, и что всѣ тѣ явленія, которыя наблюдаются въ потокѣ воды, существуютъ и въ ледникѣ.



Какимъ же образомъ совершается постепенное движеніе льда по скалистому ложу? Во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что масса льда не просто скользитъ по влажному дну,—такъ какъ много разъ было уже доказано, что выше того пояса, гдѣ средняя температура почвы ниже нуля, тамъ ледъ примерзаетъ къ почвѣ настолько крѣпко, что не можетъ отдѣлиться отъ нея. Въ центральныхъ Альпахъ этотъ поясъ находится приблизительно на высотѣ 2000 метровъ. На такихъ высотахъ ледъ медленно подтаиваетъ снизу только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ протекаетъ ручей, въ который собирается съ поверхности ледника вода, просачивающаяся въ трещины.

Послѣ изслѣдованій Томсона и опытовъ Джона Тиндала стало извѣстно, что истинную причину движенія ледяныхъ рѣкъ слѣдуетъ искать въ давленіи верхнихъ слоевъ льда на нижніе, а также въ частичномъ таяніи льда, которое является слѣдствіемъ давленія вышележащихъ массъ. Выше мы уже сказали, что въ ледникахъ происходятъ непрерывные процессы таянія и смерзанія отдѣльныхъ ледяныхъ частицъ, благодаря чему ледъ глетчеровъ приобретаетъ пластичность и можетъ течь какъ жидкое тѣло. Въ ледникѣ постоянно образуются маленькія трещины, которыя постоянно смерзаются снова, чтобы образовать трещины въ другомъ мѣстѣ. Смерзаніе происходитъ одновременно во всѣхъ частяхъ ледника; легко понять, что частицы льда, разъединенныя водой и сжатые тѣсно другими ледяными массами, лежащими выше ихъ,—смерзаясь снова, должны перемѣщаться по направленію склона. Такъ какъ перемѣнный процессъ таянія и смерзанія совершается одновременно съ милліонами и милліардами ледяныхъ зеренъ всего ледника, то благодаря этому и весь ледникъ сползаетъ внизъ по ущелью или долинѣ, которыя служатъ ему русломъ <sup>1)</sup>. Иногда въ ледникѣ происходятъ и внутреннія сотрясенія, болѣе или менѣе значительныя, такъ какъ по временамъ ручьи, вытекающіе изъ ледника, выносятъ массу крупныхъ ледяныхъ осколковъ и мелкую ледяную пыль, тогда какъ обычно вода ледниковыхъ ручьевъ сравнительно чиста.

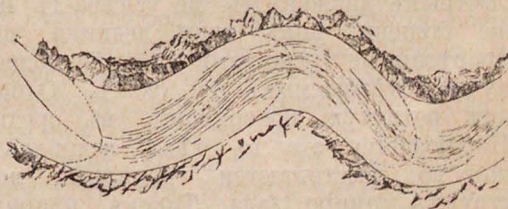
Подъ давленіемъ громадной тяжести, двигающей ледъ впередъ, ледникъ, въ концѣ-концовъ, приспособляется къ своему каменному руслу и отчасти принимаетъ его форму. Если долина суживается, ледникъ вытягивается и удлиняется, чтобы войти въ этотъ проходъ; въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ горы раздвигаются, образуя котловину, глетчеръ также распирается и разливается по котловинѣ какъ озеро. Эта замѣчательная пластичность льда, эта способность принимать различную форму—дала поводъ многимъ извѣстнымъ физикамъ, въ томъ числѣ и Джемсу Форбесу, утверждать, что смерзшая ледяная масса глетчеровъ представляетъ, при всей ея хрупкости, тягучее, вязкое тѣло и стекаетъ наподобіе патоки или густого меда. Тріентль въ Альпахъ Эццалы и Эйткенъ въ Шотландіи установили путемъ наглядныхъ опытовъ, что подъ вліяніемъ давленія ледъ гнется и измѣняетъ форму, не ломаясь и не теряя

<sup>1)</sup> Кромѣ этой теоріи движенія ледниковъ есть еще много другихъ, объясняющихъ каждая по своему движенія ледниковъ, таковы, напр., термическая теорія Фореля, теорія расширенія ледниковыхъ зеренъ, теорія разжиженія и т. п. Но всѣ эти теоріи являются малообоснованными и недоказательными.



своей прозрачности. Когда ледъ сдвигаютъ, онъ обнаруживаетъ пластическія свойства, а когда его пробуютъ вытягивать, то онъ становится хрупкимъ <sup>1)</sup>. Впрочемъ, хотя ледъ и обладаетъ пластическими свойствами, все же изъ этого не слѣдуетъ заключать, что онъ заполняетъ всѣ кривизны и неровности русла и боковыхъ стѣнокъ. Иногда на днѣ долины, черезъ которую протекаетъ ледникъ, встрѣчаются трещины и впадины. Въ этомъ случаѣ ледъ не заполняетъ такія трещины, а только кое-гдѣ заваливаетъ ихъ обломками камней. Такъ, напримѣръ, по лоцинѣ Віа-Маля льды никогда не сползаютъ, несмотря на то, что надъ нею лежитъ мощный Рейнскій ледникъ. Точно такъ же и Тріентскія ущелья нѣкогда представляли глубокіе гроты подъ ледникомъ, спускавшимся съ горнаго массива Красныхъ Иглъ. Еще недавно, до отступленія ледника Розенлау, въ Альпахъ, подъ голубой нѣсколько искривленной массой льда ясно виднѣлась узкая пещера, гдѣ свободно струился ручей.

Съ наибольшей скоростью ледяная рѣка глетчера начинаетъ течь весною—во время пробужденія природы. Въ это время года въ высоко лежащихъ фирновыхъ поляхъ происходитъ таяніе снѣга, и безчисленныя водяныя струйки, вырвавшись изъ своей кристалльной тюрьмы, расширяютъ трещины и проникаютъ въ глубину, вплоть до каменнаго дна. Ледяныя глыбы глетчера, прикованныя къ руслу морозами, оттаиваютъ отъ скалъ. Весьма вѣроятно, что лѣтомъ движеніе ледниковъ, по крайней мѣрѣ, вдвое быстрее, чѣмъ въ холодное время года. Такъ, по вычисленіямъ Тиндала, скорость движенія Ледяного моря близъ Монтанвера зимою равняется приблизительно четыремъ десятымъ метра, тогда какъ лѣтомъ она доходитъ почти до восьми десятыхъ, т.-е. болѣе одного аршина въ сутки. Но если взять крайнія степени скорости движенія ледниковъ, то разница эта будетъ еще значительнѣе. Въ Швейцаріи средняя скорость въ три десятыхъ метра въ сутки или 110 метровъ въ годъ (приблизительно 50 сажень) наблюдается лишь у быстро движущихся ледниковъ. Девдоракскій ледникъ на Кавказѣ перемѣщается въ годъ только на сорокъ метровъ <sup>2)</sup>. Въ Гренландіи, гдѣ ледниковыя рѣки имѣютъ другой характеръ и гораздо значительнѣе, средняя скорость движенія въ ледникахъ, въ лѣтніе дни, въ 50 и даже въ 60 разъ превосходитъ скорость альпійскихъ ледниковъ. Такъ, ледникъ Торсукатакъ, имѣющій при окончаніи около девяти километровъ ширины, движется лѣтомъ со скоростью 6,83 метра въ сутки (около десяти аршинъ). Ледникъ Якобсганъ, имѣющій въ ширину около пяти километровъ и оканчивающійся надъ моремъ ледяной стѣной въ шестьдесятъ мет-



Извилины ледника.

<sup>1)</sup> Albert Heim. Theorie der Gletscherbewegung.

<sup>2)</sup> Записки Кавказскаго общества. VII.



ровъ высотой, въ іюлѣ 1875 г. прошелъ въ однѣ сутки 19,77 метра. Слѣдовательно, средняя скорость движенія этого ледника во время лѣта колеблется между 14 и 25 метрами въ сутки. Такимъ быстрымъ поступательнымъ движеніемъ не обладаетъ ни одинъ изъ горныхъ ледниковъ Альпъ, Кавказа и другихъ горъ. Если допустить, что во время зимы эта скорость уменьшается въ два раза, то въ теченіе года этотъ ледникъ продвигаетъ впередъ 2880 миллионовъ кубическихъ метровъ льда. На томъ концѣ, который обращенъ къ морю, центральная часть ледника оказывается ровной и безъ трещинъ, тогда какъ его края изрѣзаны многочисленными трещинами. Причина такого явленія заключается въ различіи строенія ледниковаго ложа; края ледника движутся по неровнымъ скаламъ, а середина его находится въ водѣ <sup>1)</sup>.

Всякое измѣненіе температуры вліяетъ на скорость движенія ледника, и хотя не всѣ опыты подтверждаютъ это, тѣмъ не менѣе весьма вѣроятно, что при заходѣ солнца поступательное движеніе ледника замедляется, а при восходѣ солнца ускоряется. Едва лучи солнца освѣтятъ поверхность ледника, какъ его видъ совершенно измѣняется. Подобно сосѣднимъ лѣсамъ, онъ оглашается тысячею веселыхъ звуковъ; капли воды, падая въ разсѣлины ледника, звучно разбиваются о выступы; ручейки съ журчаніемъ увлекаютъ песокъ. По временамъ большія тяжелыя глыбы, оторвавшись отъ сосѣдней скалы или оттаявъ на поверхности ледника, съ глухимъ грохотомъ катятся по склонамъ. Всѣ эти звуки становятся на ледникѣ все громче и громче, по мѣрѣ того, какъ солнце поднимается надъ горизонтомъ. Но стоитъ только тучкѣ или облаку внезапно заслонить солнце, какъ на ледникѣ водворяется постепенно тишина. Но вотъ показывается снова солнце, и снова на ледникѣ слышатся тысячи звуковъ, сливающихся въ одинъ общій хоръ.

Въ ледникахъ, точно такъ же, какъ и въ рѣкахъ, середина нѣсколько болѣе выпукла, чѣмъ края; въ то же время средняя часть ледника, какъ и средняя часть рѣки, движется обыкновенно съ большею скоростью, чѣмъ крайнія части. Это явленіе происходитъ, вѣроятно, потому, что срединная часть ледника, обладающая болѣе быстрымъ движеніемъ, не успѣваетъ испаряться и таять въ такой же степени, какъ края ледника, движущіеся болѣе медленно, прорѣзанные трещинами и болѣе подверженные вліянію тепловыхъ лучей, отражаемыхъ отъ скалъ. Однако нѣкоторые ледники имѣютъ вогнутую поверхность въ срединѣ и похожи на желобъ. Наблюдается это въ тѣхъ ледникахъ, гдѣ по обомъ краямъ широко разстилаются громадныя морены, которыя и препятствуютъ таянію льда. Таковъ, напримѣръ, ледникъ Вернахтъ въ Эцталѣ.

Ледяная рѣка представляетъ полное сходство съ обыкновенной рѣкой не только въ томъ, что катитъ свои волны съ несравненно большей скоростью посрединѣ, чѣмъ у береговъ, но еще и въ томъ, что въ ледникахъ, какъ и въ рѣкахъ, наибольшая сила те-

<sup>1)</sup> Hammer. Comptes rendus des séances de la Société de Géographie de Paris. 17 février 1882.



ченія наблюдается у выпуклой стороны каждаго изгиба ея русла. Этотъ фактъ былъ установленъ въ 1857 г. Джономъ Тиндалемъ. Тщательныя измѣренія скорости движенія различныхъ частей Ледяного моря у Монблана показали, что линія наибольшей скорости теченія передвигается на Ледяномъ морѣ то вправо, то влево отъ срединной линіи, и приближается къ тому берегу, который болѣе выгнутъ и вдается въ горы. Такимъ образомъ поступательное движеніе льда происходитъ по извилистой линіи, изгибы которой выражены еще рѣзче, чѣмъ повороты самого ущелья, гдѣ протекаетъ ледникъ. Рисунокъ, правильно изображающій движеніе ледяной рѣки, вполнѣ совпалъ бы съ изображеніемъ теченія водной рѣки по тому же руслу. Наблюденія, сдѣланныя Геймомъ на ледникѣ Гюфи, показали, что въ срединной части ледникъ движется въ три—четыре раза больше, чѣмъ у краевъ <sup>1)</sup>.

Та же самая причина, которая замедляетъ движеніе ледника у его береговъ, то-есть треніе частичекъ льда о скалы, уменьшаетъ также и скорость движенія на глубинѣ ледниковаго потока. Тамъ движеніе льда впередъ совершается, подобно теченію воды на днѣ рѣки, гораздо медленнѣе, чѣмъ на поверхности. Форбесъ и Мартенсъ доказали при посредствѣ опытовъ на Ледяномъ морѣ Монблана и на Фаульгорнѣ это явленіе. Позднѣе, съ опасностью для жизни, эти опыты были повторены Тиндалемъ. Тиндаль спустился въ расщелину ледника, глубиною въ 42 метра, находящуюся между скалами и ледникомъ Такюль на Монбланѣ. Ему удалось воткнуть въ отвѣсную ледяную стѣну три вѣхи: одну на верху, другую въ срединѣ и третью на днѣ ледника; два дня спустя Тиндаль измѣрилъ разность ихъ перемѣщенія; оказалось, что верхняя вѣха подвинулась за сутки на четырнадцать сантиметровъ впередъ, средняя, находившаяся на глубинѣ одиннадцати метровъ, передвинулась всего на десять съ половиною сантиметровъ, а нижняя, бывшая на днѣ ледника, передвинулась только на шесть сантиметровъ <sup>2)</sup>. О большей скорости верхнихъ ледниковыхъ слоевъ свидѣлствуютъ также ступени, образуемыя кое-гдѣ въ стѣнахъ ледниковыхъ трещинъ. По той же причинѣ и стѣнки трещинъ почти всегда наклонены въ сторону движенія ледника.

Исслѣдованія поступательнаго движенія различныхъ ледниковъ позволяютъ заключить, что скорость этого движенія возрастаетъ пропорціонально уклону ледниковаго русла. Дезоръ замѣтилъ, что объемъ движущейся массы также оказываетъ громадное вліяніе на скорость движенія ледника. Небольшіе, хотя и спускающіеся по крутому склону, глетчеры ползутъ медленнѣе, чѣмъ большіе ледники съ малымъ уклономъ. Вообще наиболѣе быстрое движеніе наблюдается тамъ, гдѣ ледникъ имѣетъ наибольшую толщину. Такъ, напримѣръ, на Ледяномъ морѣ Монблана скорость движенія ледника возрастаетъ отъ верховья къ низовью, а въ ледникахъ Алеча и Аара наиболѣе быстрое движеніе ледника наблюдается вверху, гдѣ масса льда толще <sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Heim. Mechanismus der Gebirgsbildung.

<sup>2)</sup> Tyndall. Glaciers of the Alpes.

<sup>3)</sup> Ch. Grad. Annales des Voyages, août 1870.



Такимъ образомъ движеніе ледниковъ бываетъ весьма различно. Скорость движенія измѣняется въ зависимости отъ протяженія, ширины и мощности ледяныхъ массъ, отъ строенія береговъ и дна ледника, отъ изгибовъ русла, отъ его уклона, расширенія и суженія, и, наконецъ, отъ температуры и смѣны временъ года. Большую роль въ движеніи ледника играетъ и вода, скрытая въ глубинахъ ледника; она напираетъ на массу льда и двигаетъ ее впередъ. Стекая подо льдомъ сверху, вода дѣйствуетъ какъ гидравлическій таранъ, приподнимаетъ и толкаетъ впередъ тяжелую массу нагроможденнаго льда <sup>1)</sup>).

Большая часть причинъ, вслѣдствіе которыхъ движется ледникъ, скрыта отъ нашего непосредственнаго наблюденія, поэтому нѣтъ возможности вычислить среднюю скорость ледниковъ и общее количество льда, приносимое этими ледяными рѣками. Для этого необходимо изучить движеніе ледника на всѣхъ точкахъ его русла, принять въ расчетъ всѣ причины, ускоряющія или замедляющія движеніе льда, и точно измѣрить вмѣстимость или объемъ ледника, какъ измѣряютъ въ рѣкѣ количество протекающей воды.

Теченіе ледниковъ, какъ и теченіе рѣкъ, происходитъ по руслу, имѣющему различный наклонъ. Ледяное море Монблана около Шамони имѣетъ въ среднемъ уклонъ въ 5—6 градусовъ; но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ паденіе его гораздо круче. Многіе ледники, расположенные на склонахъ горъ, имѣютъ уклонъ въ 25—30 и даже 50 градусовъ. Но, несмотря на такую крутизну, эти ледяныя массы рѣдко обрушиваются внизъ, подобно лавинамъ; онѣ спускаются такъ же медленно, какъ и ледники, движущіеся по дну долинъ и ущелій съ уклономъ менѣе чѣмъ въ три градуса. Огромный Алезский ледникъ имѣетъ уклонъ всего въ четыре градуса; уклонъ ледниковъ Эццала достигаетъ въ среднемъ пяти—шести градусовъ; ледники Монте-Розы и сѣверныхъ склоновъ горнаго массива Финстерааргорна несравненно болѣе круты и спускаются по уклонамъ въ 10, 15, 20 и даже 27 градусовъ, какъ, напримѣръ, верхній Гриндельвальдскій ледникъ.

## V.

Трещины на поверхности ледниковъ. — «Сераки». — Ледниковыя кельницы. — Мосты изъ снѣга. — Прожилки молодого льда. — Ледниковыя ручьи и лужи. — Глетчерныя озера и причиняемая ими катастрофы. — Выводные каналы.

Ледникъ движется не такой сплошной массой, какъ проточная вода. Слои льда не могутъ, не ломаясь, перемѣщаться по всѣмъ изгибамъ ущелья и по всѣмъ неровностямъ дна; вслѣдствіе этого вся поверхность ледниковъ разбивается на многочисленные куски, разъединенные между собою болѣе или менѣе глубокими трещинами, которыя располагаются или параллельно другъ другу или цѣлыми группами, безпорядочно перепутываясь между собою. Количество трещинъ на ледникахъ мѣстами бываетъ такъ велико, что ледникъ какъ бы совершенно утрачиваетъ цѣльность и пред-

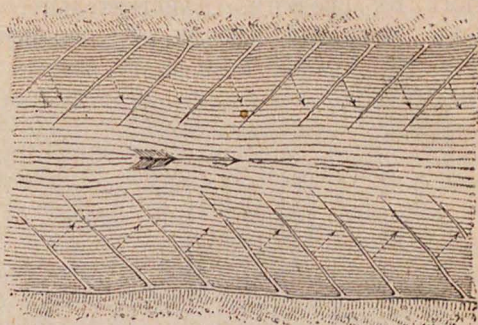
<sup>1)</sup> De xxe. Le Glacier de Boium en juillet 1868.



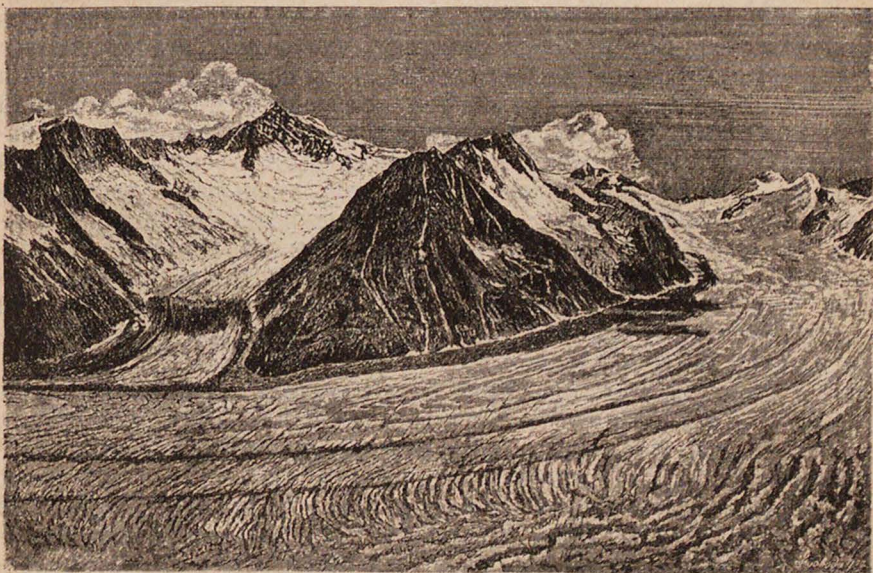
ставляетъ груду ледяныхъ глыбъ, нагроможденныхъ безъ всякаго порядка, какъ, напримѣръ, Ледяное море на склонахъ Монблана.

Трещины на ледникахъ образуются большею частью вблизи краевъ, преимущественно на выпуклой сторонѣ поворотовъ и изгибовъ ледяной рѣки, вслѣдствіе неравномѣрнаго растяженія слоевъ движущагося льда. Движеніе ледника у краевъ замедляется треніемъ льда о скалы, по чѣмъ дальше отъ края къ срединѣ тѣмъ движеніе ледника становится быстрѣе. Слѣдствіемъ такого различія въ скорости движенія глетчера и является возрастаніе

растяженія массы льда по направленію оси ея движенія; ледъ у краевъ ледника сопротивляется силѣ, которая стремится оторвать его,—силѣ растяженія, дѣйствующей, какъ доказали Гопкинсъ и Зонкларъ, по линіи, наклоненной подъ угломъ въ 45 градусовъ къ берегу ледяного потока. Въ концѣ-концовъ, ледъ уступаетъ дѣйствующей на него силѣ и разрывается, а на основаніи законовъ механики краевыя трещины образуются по направленію, перпендикулярному къ направленію силы растяженія. Такъ какъ главная сила растяженія направлена въ сторону движенія по линіи, наклоненной подъ угломъ въ 45 градусовъ, т.-е. внизъ по теченію, то трещины обыкновенно идутъ, образуя углы



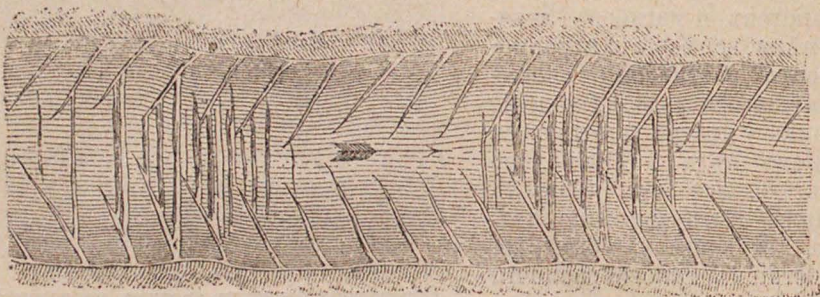
Образованіе боковыхъ трещинъ на ледникѣ.



Трещины на поверхности Алецкаго глетчера въ Бернскихъ Альпахъ.



одинаковаго числа градусовъ въ обратную сторону, т.-е. онѣ направлены противъ теченія. Вотъ почему при взглядѣ на эти трещины можно подумать, что ледникъ движется быстрѣе у краевъ, чѣмъ въ срединѣ. Дѣйствительно, первые изслѣдователи ледниковъ почти всѣ дѣлали эту ошибку.



Поперечныя трещины на поверхности ледника. (Видъ сверху).

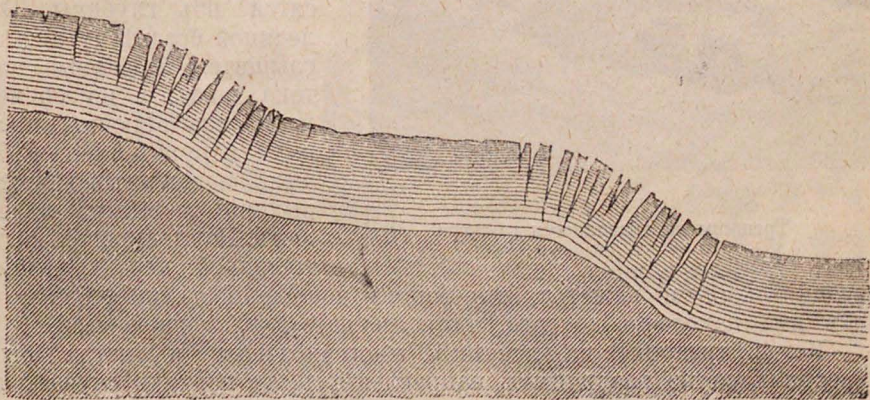
Однако краевыя трещины не сохраняютъ своего первоначальнаго направленія подѣ угломъ въ 45 градусовъ къ берегу ледника. Такъ какъ скорость движенія ледника значительнѣе въ срединѣ, чѣмъ у краевъ, то трещина медленно поворачивается словно спица у колеса, и уголъ, образуемый ею, становится менѣе острымъ; постепенно трещина принимаетъ совершенно перпендикулярное положеніе по отношенію къ берегу, а при дальнѣйшемъ движеніи начинаетъ наклоняться въ сторону движенія ледника, образуя все болѣе и болѣе острый уголъ. Но пока первая трещина поворачивается въ сторону движенія ледника, въ это время дѣлаются другія трещины на этомъ же мѣстѣ; эти трещины, сначала наклоненныя подѣ угломъ въ 45 градусовъ и обращенныя къ верховью ледника, въ свою очередь, начинаютъ поворачиваться въ сторону движенія. Въ результатѣ получаются перекрещенныя линіи, и боковыя части глетчера превращаются въ настоящій лабиринтъ трещинъ, гдѣ съ трудомъ можно различить первоначальный ходъ всѣхъ этихъ послѣдовательныхъ трещинъ. Краевыя трещины суживаются книзу вслѣдствіе меньшаго растяженія льда въ глубинѣ ледника; по мѣрѣ расширенія трещинъ, увеличивается и ихъ глубина. Краевыя трещины на большихъ ледникахъ не протягиваются дальше одной десятой части ширины ледника; эти трещины бывають гораздо значительнѣе въ верхней части ледника; въ маленькихъ ледникахъ краевыя трещины распространяются гораздо дальше.

Кромѣ краевыхъ трещинъ на ледникахъ встрѣчаются еще трещины, идущія поперекъ ледника отъ одного края до другого; такія трещины называются *поперечными*, и онѣ образуются преимущественно отъ неровностей ледниковаго ложа. Тамъ, гдѣ русло ледника становится вдругъ гораздо круче, или гдѣ на днѣ ледника встрѣчаются уступы, ледъ перегибается и, подѣ вліяніемъ развивающагося продольнаго растяженія, раскалывается по всей толщинѣ множествомъ трещинъ, которыя тѣмъ многочисленнѣе и шире, чѣмъ сильнѣе перегибъ русла.



Рѣка, пройдя пороги и водопады, обыкновенно разливается широко и имѣть гладкую и спокойную поверхность. Подобное же явленіе наблюдается и въ ледникахъ; ниже крутыхъ изгибовъ русла массы льда, разорванныя трещинами, начинаютъ снова сближаться, поперечныя трещины суживаются, постепенно закрываются, и вся поверхность ледника становится ровной. Но всякій разъ, какъ встрѣчается новый уступъ, на поверхности ледяной рѣки образуются новыя трещины, которыя снова исчезаютъ на болѣе пологомъ спускѣ. При ровномъ ложѣ съ равномернымъ уклономъ поперечныхъ трещинъ на ледникѣ вовсе не бываетъ; тогда какъ надъ крутыми и высокими террасами ледникъ такъ сильно разбивается поперечными трещинами, что представляетъ настоящій замерзшій водопадъ или *ледопадъ*. Поразительный примѣръ чередованія поперечныхъ трещинъ и болѣе или менѣе гладкихъ ледяныхъ полей представляетъ нижній Гриндельвальдскій ледникъ, что и было замѣчено впервые еще Тиндалемъ. Поперечныя трещины бываютъ обыкновенно слегка изогнуты въ сторону движенія.

Кромѣ трещинъ поперечныхъ отъ неровностей ложа ледника, на его поверхности образуются также и трещины *продольныя*. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ русло ледника приподнимается въ видѣ продольнаго вала, напоминающаго рѣчную отмель, ледъ образуетъ справа и слѣва отъ этого вала складки, и съ каждой стороны дѣлаются продольныя, параллельныя трещины, которыя пропадаютъ ниже, гдѣ кончается возвышеніе ложа. Иногда выпуклости на днѣ имѣютъ и такую форму, что ледъ одновременно раскалывается и вдоль и поперекъ, такъ что на поверхности глетчера появляются трещины полукруглыя и даже змѣевидныя. Такимъ образомъ видъ поверхности ледника даетъ часто возможность судить о неровностяхъ ледниковаго ложа.

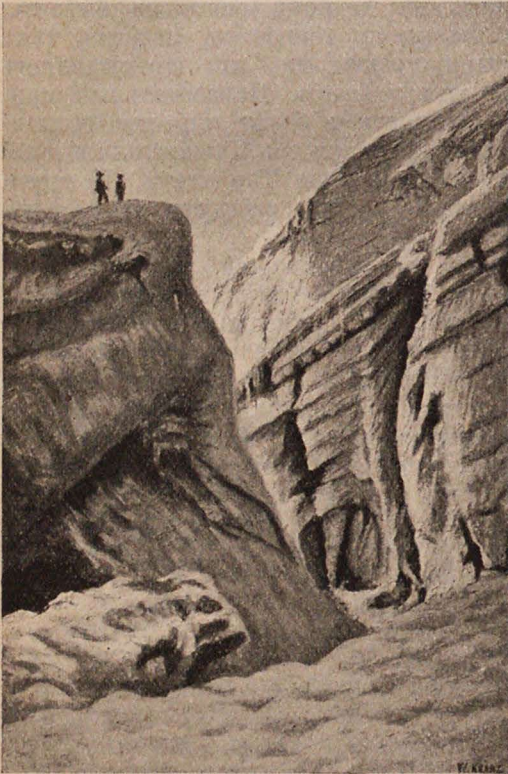


Поперечныя трещины на поверхности ледника. (Видъ сбоку).

На ледникахъ, преимущественно у его конца, бываютъ еще трещины, расходящіяся вѣрообразно, такъ называемыя *радіальныя* трещины. Давленіе верхнихъ слоевъ льда на нижніе заставляеть ледъ раздаваться въ стороны, и вслѣдствіе этого по всему откосу ледника появляются лучеобразныя трещины.



Трудно избавиться от жуткого чувства, когда, находясь на ледникѣ, слышишь, какъ трескается ледъ. Въ толщѣ ледниковой массы начинаютъ раздаваться время отъ времени глухіе раскаты, вызываемые внезапнымъ разрывомъ льда, а протяжный, свистящій звукъ, подобный тому, когда рѣжутъ алмазомъ стекло, свидѣтельствуєтъ о постепенномъ расширеніи трещины. Между тѣмъ, когда звуки стихнутъ на ледникѣ, трещину приходится долго искать,— до такой степени она тонка и незамѣтна. Вновь образовавшаяся трещина расширяется чрез-



Трещины на поверхности глетчера.

вычайно медленно, только по прошествіи нѣсколькихъ дней, и даже недѣль, она превращается, наконецъ, въ одну изъ тѣхъ зіяющихъ пропастей, которыя пересѣкають всю поверхность ледника.

Вполнѣ законченныя трещины представляютъ поразительное зрѣлище. Двѣ ледяныя стѣны, отливающія голубоватымъ цвѣтомъ, теряются глубоко внизу, въ непроходимомъ мракѣ. Камни, скатывающіеся съ поверхности ледника, ударяясь о выступы расщелины, исчезаютъ въ темнотѣ, и глухіе раскаты эхо доносятся изъ глубины. Въ ледяной безднѣ чуть-чуть слышится журчанье потока воды, а по временамъ изъ зіяющей пропасти вдругъ повѣетъ рѣзкимъ и захватывающимъ дыханіе ледянымъ холодомъ. Наклонившись надъ трещиной, невольно ощу-

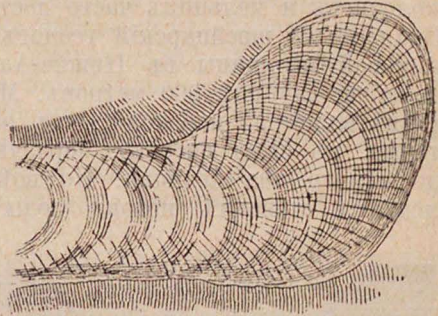
щаешь ужасъ и кажется, что ропотъ доносящійся снизу, приходитъ изъ какого-то другого, таинственного и зловѣщаго міра.

Когда трещины на ледникѣ многочисленны и когда онѣ пересѣкаются по различнымъ направленіямъ, то нерѣдко случается, что болѣе массивныя, обособленныя ледяныя глыбы сопротивляются дѣйствію вѣтра и солнечной теплоты дольше, чѣмъ окружающія массы льда. Вслѣдствіе неодинаковаго строенія льда, а также и благодаря разницѣ въ давленіи, эти ледяныя глыбы принимаютъ иногда живописныя и фантастическія формы. Здѣсь вы видите фигуры какихъ-то странныхъ животныхъ, тамъ какъ будто остатки разбитыхъ статуй, разрушенныя колонны, башни и колокольни. Смотри на эти ледяныя изваянія, прямо поражаешься, какимъ об-



разомъ природа могла создать всѣ эти группы только однимъ медленнымъ дѣйствіемъ тяжести, вѣтра и солнечной теплоты. Такимъ ледянымъ фигурамъ, возвышающимся на поверхности ледниковъ, въ Альпахъ даютъ названіе *сераковъ*, такъ какъ альпійскимъ жителямъ форма этихъ сераковъ напоминаетъ форму особаго сыра—*seret*, кусочки котораго похожи на небольшія головы сахару.

Въ нижней части поверхности глетчера ледяныя глыбы, отдѣляемыя одна отъ другой трещинами, рѣдко бываютъ отвѣсны; онѣ подтаиваютъ и закругляются со стороны обращенной къ югу и принимаютъ, вслѣдствіе этого, видъ громад-



Лучеобразныя трещины на ледникѣ.

ныхъ замерзшихъ волнъ. Въ этомъ случаѣ ледяная рѣка съ изрытой волнистой поверхностью становится дѣйствительно похожей на «ледяное море». Такъ какъ верхніе слои льда движутся съ большей скоростью, чѣмъ нижніе, то ледяныя волны бываютъ почти всегда обращены своимъ болѣе крутымъ скатомъ въ сторону движенія.



Поверхность Боссонскаго ледника на Монблѣ.



Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ ледяного поля встрѣчаются вертикальныя глубокіе колодцы, пробуранные водой; такіе колодцы называются «ледниковыми мельницами», благодаря тому шуму, какой производитъ въ нихъ падающая вода. Глубина ледниковыхъ колодцевъ и мельницъ часто достигаетъ ста и даже болѣе метровъ. Знаменитый швейцарскій геологъ Агассисъ, измѣряя глубину ледниковой мельницы въ Нижне-Аарскомъ глетчерѣ, не нашелъ дна даже на глубинѣ 260 метровъ. Многія ледниковыя мельницы внизу развѣтвляются, переходятъ въ запутанную систему каналовъ, которые, въ свою очередь, образуютъ изгибы и рукава и доходятъ до самаго дна ледника. По всѣмъ этимъ путямъ съ поверхности ледника стекаютъ потоки воды и образуютъ на днѣ глетчера



Поверхность глетчера «Ледяное море» въ Шамони. Поверхность этого глетчера напоминаетъ поверхность замерзшаго моря; застывшія ледяныя волны покрываютъ весь ледникъ, почему онъ и получилъ названіе «Ледяного моря».

ручей значительныхъ размѣровъ, который, въ концѣ-концовъ, вытекаетъ изъ «ледниковыхъ воротъ», расположенныхъ въ видѣ пещеры на нижнемъ концѣ глетчера. Образованіе ледниковыхъ колодцевъ и мельницъ объясняется просто. При таяніи верхнихъ слоевъ льда на поверхности ледника вода образуетъ небольшіе ручейки, которые собираются въ болѣе значительныя ручьи. Когда такой ручей встрѣчаетъ на своемъ пути зияющую разсѣлину, онъ низвергается въ нее и тотчасъ же исчезаетъ въ глубинѣ; но во многихъ мѣстахъ ледяное поле прорѣзано лишь небольшими, едва замѣтными трещинами, если здѣсь ледъ обладаетъ болѣе слабымъ строеніемъ, то вода начинаетъ мало-по-малу расширять и углублять трещину и постепенно образуетъ настоящій колодезь, доходящій до самаго дна глетчера. Такая «мельница» передвигается



вмѣстѣ съ ледникомъ, но на томъ же мѣстѣ, гдѣ она первоначально образовалась, снова появляется во льду трещина, и ручей снова начинаетъ выдалбливать здѣсь другую «мельницу». Вслѣдствіе этого на ледникѣ, по прошествіи извѣстнаго времени, образуются нѣсколько круглыхъ колодцевъ, расположенныхъ послѣдовательно въ одномъ и томъ же направленіи. Ледниковыми мельницами, такъ же, какъ и трещинами, пользуются иногда для приблизительнаго опредѣленія толщины ледника. Съ этою цѣлью въ «мельницы» или бросаютъ камень, вычисляя по часамъ, сколько времени онъ падаетъ, или же опускаютъ на веревкѣ какую-либо тяжесть и затѣмъ измѣряютъ веревку. Такимъ способомъ было опредѣлено, что толщина нѣкоторыхъ альпійскихъ ледниковъ достигаетъ 200, 300 и даже 500 метровъ.

Во время зимы «мельницы» и трещины на ледникѣ наполняются снѣгомъ; снѣгъ проникаетъ въ нихъ и засыпаетъ ихъ совершенно или отчасти, подобно лавѣ, проникающей во всѣ щели горной породы. Иногда случается, что снѣгъ засыпаетъ трещину не до дна, а только сверху, и тогда надъ пропастью образуется висячій снѣжный мостъ. Достаточно бываетъ малѣйшаго сотрясенія ледника, чтобы такой мостъ обрушился въ пропасть. Эти мосты изъ снѣга представляютъ большую опасность для путешественниковъ, отважившихся переходить черезъ ледникъ. Никакой ви́шній признакъ не указываетъ имъ на присутствіе широкой трещины, идущей, можетъ-быть, на цѣлыя сотни метровъ въ глубину. Снѣжное поле совершенно гладко и словно приглашаетъ путника пройти по нему, но стоитъ лишь сдѣлать нѣсколько шаговъ по снѣгу, прикрывающему трещину, какъ этотъ снѣгъ обрушивается внизъ и увлекаетъ за собою несчастныхъ путешественниковъ. Большая часть несчастныхъ случаевъ, ежегодно повторяющихся въ горахъ, происходитъ именно благодаря такимъ обваламъ.



Ледниковая мельница на поверхности глетчера.

Весною обыкновенно на ледникѣ таетъ прежде всего снѣгъ, накопившійся за зиму и наполнившій трещины, такъ какъ этотъ снѣгъ лежитъ на пути весеннихъ водъ; однако, вслѣдствіе движенія ледника, иногда случается, что нѣкоторыя трещины, наполненные снѣгомъ, отходятъ въ сторону отъ того направленія, въ какомъ текутъ ручьи на поверхности ледника. Въ такомъ случаѣ снѣгъ въ трещинѣ постепенно превращается въ фирнъ, уплотняется и подъ давленіемъ окружающихъ массъ становится льдомъ. Этотъ молодой ледъ отличается отъ стараго своимъ бѣловатымъ оттѣнкомъ, зернистымъ строеніемъ и большимъ обиліемъ пузырьковъ воздуха. Благодаря своему бѣлому цвѣту, этотъ ледъ таетъ медленнѣе, чѣмъ окружающій его старый голубоватый ледъ, — по этой при-



чинѣ слои молодого льда образуютъ еще издали замѣтные конусы или валы, которые поднимаются надъ поверхностью ледяного поля.

Весьма часто случается, что подобныя бѣлыя жилы молодого льда заполняютъ всѣ извилистыя русла потоковъ, протекавшихъ лѣтомъ по поверхности ледника. Тиндаль, изслѣдуя Ледяное море въ Шамони, нашелъ нѣсколько такихъ, заполненныхъ бѣлымъ льдомъ, старыхъ руселъ на боковыхъ ледникахъ Ледяного моря.

Въ углубленіяхъ нѣкоторыхъ ледниковъ образуются цѣлыя озера и даже небольшія рѣки. Иногда это просто лужи, скопляющіяся въ еще не вполне образовавшихся трещинахъ. Эти лужи перемѣщаются вмѣстѣ съ ледникомъ, на поверхности котораго онѣ находятся; затѣмъ сразу исчезаютъ, когда проходятъ надъ какой-нибудь трещиной. Другія озера, болѣе значительныя, наполняютъ колодцы, достигающіе скалистата дна ледниковаго ложа. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ поверхностныя воды, не находя стока въ долины подлѣ ледникомъ, плотно прилегающимъ къ почвѣ, собираются въ углубленіяхъ между ледникомъ и горными склонами. Темно-лазурныя ледяныя скалы, вершины которыхъ увѣнчаны снѣгомъ, окаймляютъ поверхность озера, воды котораго отливаютъ еще болѣе глубокой синевою, чѣмъ ледъ. По временамъ огромныя ледяныя глыбы съ шумомъ низвергаются съ вершины утесовъ въ воду озера, поднимая высокія волны и покрывая затѣмъ всю поверхность озера изящной сѣтью тонкой ряби. Небольшія ледяныя островки, еще не успѣвшіе растаять, носятся по поверхности озера, подгоняемые вѣтромъ, который врывается сюда черезъ горныя ущелья. На высокихъ вершинахъ рѣдко можно встрѣтить болѣе красивую картину, чѣмъ эти небольшія озера, окруженныя снѣгомъ и похожія на синіе сапфиры, обдѣланные въ серебро.

Большая часть ледниковыхъ озеръ образуется изъ ручьевъ, вытекающихъ изъ боковыхъ ущелій и задержанныхъ естественной плотиной изъ льда. Нѣкоторыя изъ этихъ озеръ постоянныя, въ другихъ же вода скапливается лишь временно. Озера перваго рода занимаютъ глубокія впадины въ самой толщинѣ скалъ; озера же втораго рода, задерживаются лишь ледяными стѣнами, которыя они мало-по-малу размываютъ и прорываютъ. Лишь только ледяная плотина уступить давленію, вода съ неудержимой силой устремляется въ пробитую брешь, озеро быстро превращается въ бурный потокъ и бушующими каскадами низвергается въ долину. Въ нѣсколько часовъ изъ озера вытекаетъ вся вода, накапливавшаяся въ теченіе иногда многихъ десятковъ лѣтъ.

Исторія наводненій въ высокихъ горныхъ долинахъ приводитъ многочисленныя примѣры этого рода. Современная геологія свидѣтельствуетъ, что самыя сильныя горныя наводненія случаются въ Гималаяхъ, по причинѣ рыхлости многихъ горныхъ породъ, а также вслѣдствіе обилія потоковъ. Такимъ образомъ рѣки Индъ, Чинабъ и Сѣтледисъ бывали превращаемы во временныя озера благодаря ледниковымъ обваламъ; ихъ русла высыхали совершенно до тѣхъ поръ, пока внезапное наводненіе, уничтожавшее все на своемъ пути, не наполняло ихъ снова. Въ Альпахъ такія явленія также не рѣдки; такъ, озеро Рофенъ, образовавшееся въ Эцталѣ въ теченіе четырнадцати дней, вслѣдствіе обвала ледника Вернахта вдругъ прорвало свою плотину и уже черезъ часъ все





Ледяные «сераки» на Боссонскомъ глетчерѣ, на склонахъ Монблана.

озеро исчезло. Сульденская долина была вся занесена валунами и пескомъ, а рѣка Иннъ, переполненная внезапно прибывшей водой, вышла изъ своихъ береговъ и опустошила всѣ окрестности вплоть до своего впаденія въ Дунай. Временный потокъ, устремившійся въ Иннъ, доставилъ не менѣе 2.200.000 кубическ. метровъ воды.

Нижній ледникъ Жьетроза, залегающій на высотѣ 1840 метровъ и спускающійся въ долину Банъ, недалеко отъ массива Монте-Розы, тоже неоднократно преграждалъ путь рѣкѣ Дрансѣ, притоку Роны. Но обыкновенно ледяная плотина успѣвала растаять въ началѣ весны, и поэтому здѣсь большихъ катастрофъ почти никогда не происходило. Однако въ 1818 г. случилось иначе. Ледяная масса, спустившаяся съ верхнихъ фирновыхъ полей, была такъ велика, что прегражденная ею рѣка Дранса не могла прорвать плотины и образовала озеро. Въ началѣ мая ледяная плотина, длиною болѣе чѣмъ въ двѣсти метровъ, простиралась отъ одного горнаго склона до другого; въ вышину эта плотина имѣла не менѣе 128 метровъ. Образовавшееся благодаря этой плотинѣ озеро было болѣе одного километра въ длину и все продолжало прибавляться. Глубина его достигала въ иныхъ мѣстахъ восьмидесяти метровъ. Количество воды, скопившееся въ этомъ озерѣ, было не меньше пяти миллионовъ кубическихъ метровъ. Жителямъ нижней долины грозила страшная опасность отъ прорыва озера, который долженъ былъ рано или поздно случиться.

Тогда подъ руководствомъ горнаго инженера Венетца жители стали рыть сточный каналъ черезъ ледяной валъ; благодаря этому уровень озера началъ понижаться; но 16-го іюня въ 4 часа дня



ледяная плотина вдруг прорвалась, и вода хлынула съ такой силой, что черезъ двадцать пять минутъ озеро было совершенно пусто. Грозный потокъ, увлекаая за собою льдины и скалы, смылъ до основанія много домовъ и уничтожилъ цѣлые лѣса; онъ бѣшено мчался вдоль по долинѣ, ломая все, что встрѣчалось на его пути и смывая луга, деревья и хижины. Впереди его несло густое черное облако, похожее на дымъ пожараща. Опустошенія, причиненныя этой катастрофой, были значительны не только въ долинѣ Дрансы, но и на берегахъ Роны. Чтобы предупредить на будущее время повтореніе подобнаго бѣдствія, съ тѣхъ поръ стали ежегодно прочищать выводной каналъ Дрансы подъ ледникомъ. Эти работы окончательно разрѣшили вопросъ о примерзаніи ледниковъ къ своему ложу. Озеро Мериль или Мержелень, воды котораго сдерживаются громадной плотиной Алечскаго ледника, въ прежніе годы нерѣдко прокладывало себѣ путь въ долину. Въ настоящее время отъ него проведенъ выводный каналъ въ долину рѣки Роны; черезъ этотъ каналъ и вытекаетъ весь излишекъ воды.\*

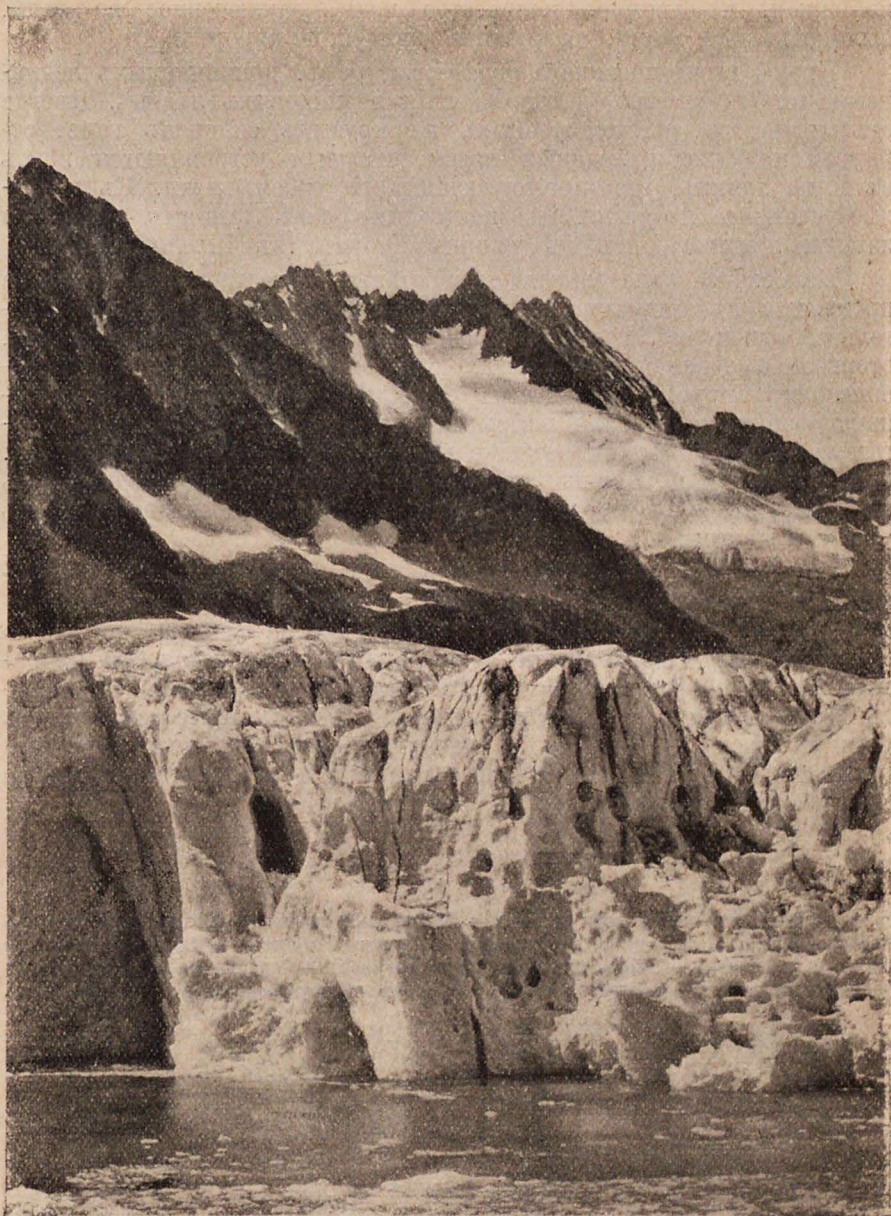
Изъ болѣе недавнихъ катастрофъ подобнаго рода, выдается катастрофа въ курортѣ Сень-Жерве. Въ 1892 году въ ночь съ 11-го на 12-е іюня въ мѣстечко, расположенное въ узкой тѣсинѣ, внезапно ворвался бурный потокъ воды: онъ несъ съ собою огромныя массы деревьевъ, камней, ледяныхъ обломковъ и грязи. Этотъ потокъ несся съ маленькаго ледника Тэтъ Руссъ, находящагося въ массивѣ Монблана. Послѣдствія этой катастрофы были ужасны. Три четверти курортныхъ зданій были снесены и превратились въ груды обломковъ, а уцѣлѣвшія каменные стѣны были завалены грязью и камнями. Въ мутныхъ водахъ потока погибло двѣ трети туристовъ, съѣхавшихся на курортъ, и почти вся прислуга, въ общемъ около 150 человѣкъ. Въ сосѣднихъ съ курортомъ мѣстечкахъ Біоннэ и Ле-Файэ погибло также болѣе сорока человѣкъ.

Удивительно велико было число унесенныхъ водою деревьевъ. Достигши узкаго ущелья у Біоннэ, потокъ захватилъ съ обоихъ склоновъ долины весь рыхлый матеріалъ, наносный щебень, древнія моренныя отложенія, деревья и кусты. Благодаря этому, каменные стѣны ущелья были раздроблены въ своемъ основаніи, верхнія части ихъ потеряли опору, и въ волны бѣшено несущагося потока устремились огромные камни и глыбы лѣсной почвы вмѣстѣ съ росшими на нихъ елями. Стволы елей, плотно прижатые другъ къ другу, сѣплялись корнями и образовывали настоящіе плоты, на которыхъ могли держаться нѣкоторые изъ обвалившихся каменныхъ глыбъ.

Ниже Сень-Жерве потокъ началъ терять свою силу и покрылъ пространство около 75 десятинъ толстымъ слоемъ грязи, въ одинъ аршинъ толщиною. Черезъ нѣсколько часовъ ручей, такъ неожиданно наводнившійся и произведшій грозную катастрофу, вновь принялъ свой обычный видъ.

Изслѣдованіе причины этой ужасной катастрофы показало, что отъ ледника Тэтъ-Руссъ оторвалась довольно значительная масса, и что посрединѣ стѣны ледника зіяло огромное отверстіе—въ 20 метровъ высоты и 40 метровъ ширины. Нѣсколько женевскихъ геологовъ проникли въ этотъ опасный ледниковый туннель; черезъ нѣкоторое время изслѣдователи попали въ обшир-





Озеро на поверхности Алечского ледника въ Швейцаріи.

ную пещеру; она была открыта сверху и имѣла видъ исполинской ледниковой мельницы, на отвѣсныхъ стѣнахъ которой были замѣтны ясные слѣды воды. По приблизительному расчету въ этой мельницѣ могло помѣститься болѣе ста тысячъ кубическихъ метровъ воды, и когда эта масса вмѣстѣ съ оборвавшимся льдомъ устремилась внизъ въ долину, то ужасная катастрофа стала не-



избѣжной, и огромное количество воды, заключенное во льдѣ, вылилось въ долину, разрушивъ цвѣтущій курортъ.

Кромѣ вышеописаннаго рода катастрофъ, причиняемыхъ ледниками, иногда случаются еще паденія ледниковыхъ лавинъ. Иногда отъ ледниковъ, расположенныхъ на крутыхъ склонахъ горъ, отрываются большія ледяныя массы, которыя устремляются внизъ въ видѣ лавинъ, все уничтожающихъ на своемъ пути. Къ наиболѣе частымъ и ужаснымъ по своимъ послѣдствіямъ относятся лавины ледника Бисъ въ долинѣ Цермата въ Швейцаріи.

Наиболѣе значительная и недавняя катастрофа этого рода произошла въ Альпахъ, 11-го сентября 1895 г. Съ вершины Альтельса, одной изъ горъ, возвышающихся надъ проходомъ Гемми, оторвалась ледяная глыба, объемомъ около пяти миллионъ кубическихъ метровъ. Эта глыба скатилась въ долину, гдѣ разрушила ферму и задавила шесть человѣкъ и сто сорокъ головъ рогатаго скота, уничтоживъ также цѣлый лѣсъ кедровыхъ деревьевъ. Отъ удара о дно долины эта огромная глыба льда раздробилась въ мелкую водяную пыль, которая долго носилась вокругъ мѣста катастрофы.

На Кавказѣ извѣстенъ своими «завалами» Девдоракскій ледникъ на Казбекѣ. Вслѣдствіе сравнительно малой длины (4 версты) и значительнаго паденія (900 футовъ на версту, или около 19 градусовъ) Девдоракскій ледникъ то прибавляется, то укорачивается. Во время наибольшаго наступанія ледника происходятъ всегда громадныя обвалы льда и снѣга, которые заваливаютъ долину Терека и Военно-Грузинскую дорогу. Въ послѣдніе тридцать лѣтъ «завалы» значительно ослабли и не достигаютъ такого размѣра, какъ ранѣе.\*

## VI.]

Обломки скалъ на поверхности ледника.—Ледниковые стаканы.—Глетчерные столы.—Морены—боковыя, срединныя и конечныя.—Грязевыя полосы.—Измѣренія скорости движенія ледниковъ.—Убыль или отступаніе ледниковъ.—Ледниковые ручьи и рѣки.—Ледниковыя ворота.—Контрастъ между ледникомъ и окружающими его склонами горъ.

Подобно рѣкамъ, ледники увлекаютъ въ своемъ теченіи массу обломковъ скалъ и отлагаютъ ихъ по прошествіи болѣе или менѣе продолжительнаго времени въ концѣ своего пути. Движущаяся поверхность ледника покрывается обломками съ обнаженныхъ крутыхъ скалистыхъ горныхъ склоновъ, съ которыхъ они осыпаются благодаря дѣйствию вѣтра, дождя и холода; на ледникъ падаютъ цѣлыя лавины мелкихъ камней, которыя увлекаются снѣжными обвалами; сюда же попадаютъ всѣ обломки вывѣтрившихся горныхъ вершинъ, поднимающихся въ видѣ иглъ, пиковъ, зубцовъ или гребней по сторонамъ ледника. Поверхность ледниковъ, протекающихъ между горами изъ сланца, стѣны которыхъ легко вывѣтриваются, нерѣдко становится совершенно черной отъ покрывающихъ ее обломковъ. Ледники же, надъ которыми возвышаются скалы изъ твердыхъ породъ, или же покрытые снѣгомъ склоны, сохраняютъ отчасти свою первоначальную бѣлизну. Впрочемъ, всѣ ледники безъ исключенія несутъ по своимъ краямъ боль-





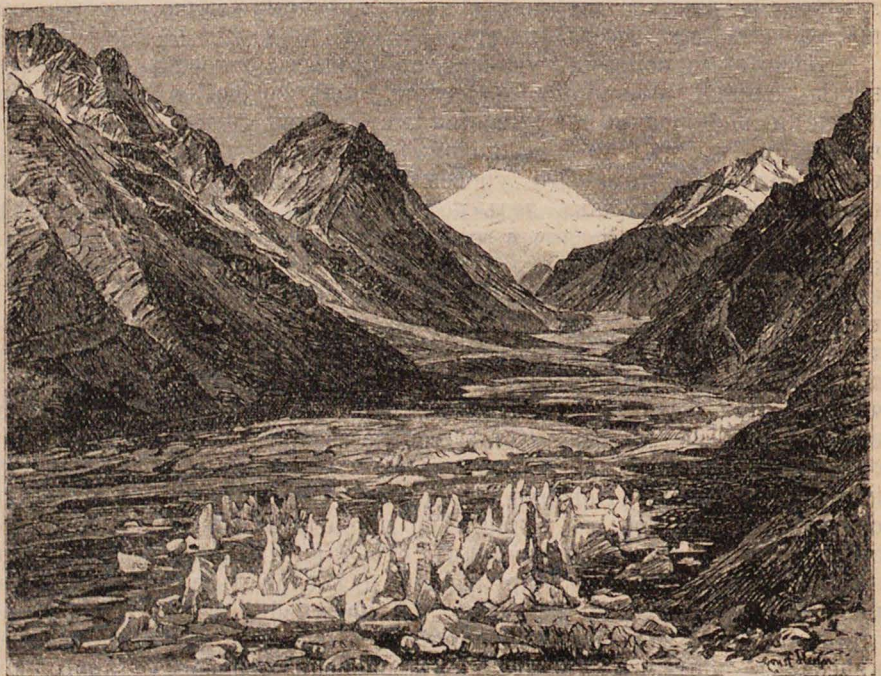
Ледниковый столъ на поверхности глетчера: каменная плита лежитъ на ледяной подставкѣ, которую она и предохраняетъ нѣкоторое время отъ нагрѣванія солнца.

большее или меньшее количество валуновъ и камней. Попадъ на поверхность ледника, эти обломки горныхъ породъ начинаютъ медленное и длинное путешествіе по ледяному морю, постепенно превращаясь въ песокъ и грязь.

Нѣкоторые обломки, упавшіе съ крутыхъ откосовъ на поверхность ледника, понемногу образуютъ подъ собою во льду углубленіе и постепенно погружаются въ глубину ледника; другіе же, наоборотъ, какъ будто приподнимаются надъ поверхностью ледника, вслѣдствіе того, что уровень окружающаго ихъ льда таетъ и понижается, тогда какъ ледъ подъ камнями, защищаемый послѣдними отъ солнечныхъ лучей, остается не тронутымъ и выдается на поверхности въ видѣ ледяной тумбы. Въ самомъ дѣлѣ, небольшіе камни темнаго цвѣта, лежащіе на поверхности льда, быстро поглощаютъ солнечные лучи и нагрѣваются. Ледъ подъ ними таетъ, и они медленно опускаются въ своего рода колодезь, образовавшійся подъ камнемъ. Иногда такіе колодези, сдѣланные многочисленными камнями, придаютъ всей ледниковой поверхности видъ огромнаго рѣшета. Когда же на ледникъ обрушиваются не отдѣльные валуны, а цѣлыя массы обломковъ, то результатъ получается иной. Поверхность этихъ массъ тоже нагрѣвается солнечными лучами, но теплота не проходитъ сквозь нихъ, и поэтому эти камни предохраняютъ отъ таянія прикрываемый ими ледъ. Въ то время какъ окружающіе ихъ слои льда таютъ и испаряются, кучи камней остаются на прежней высотѣ. Вслѣдствіе этого кажется, что онѣ поднимаются и растутъ наподобіе вулканическихъ конусовъ. Съ теченіемъ времени основанія такого конуса, однако, начинаютъ медленно подтаивать, его откосы становятся болѣе крутыми, и съ вершины его начинаютъ осыпаться камни, а вскорѣ и весь холмъ осѣдаетъ и исчезаетъ.

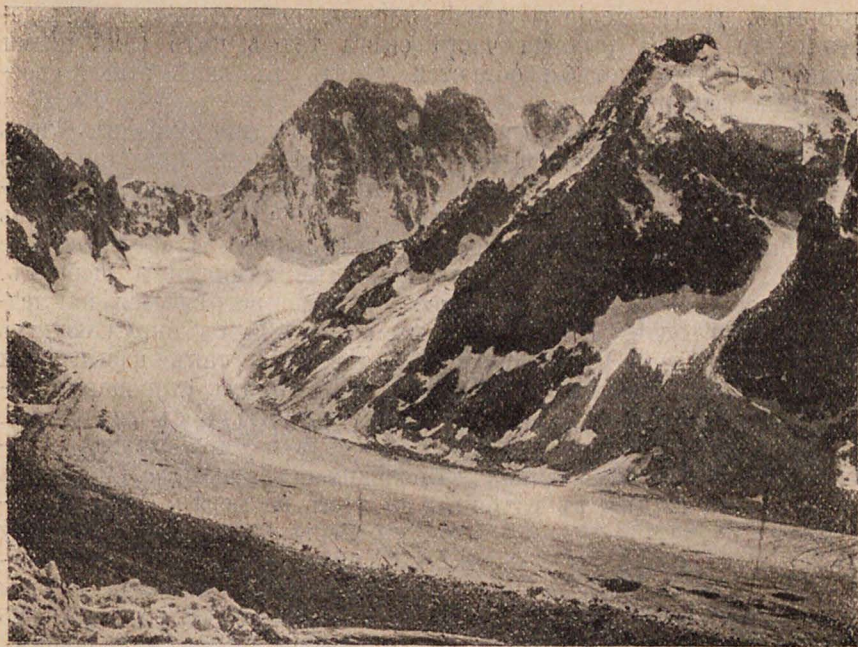


Точно такое же явление происходит и въ томъ случаѣ, когда на ледъ упадетъ широкая и болѣе или менѣе плоская глыба сланца или гранита. Окружающая поверхность ледника точно такъ же медленно понижается отъ таянiя, но подъ глыбою ледъ сохраняется и образуетъ ледяной столбъ, напоминающій мраморную колонну, увѣчанную капителю, или столъ на одной ножкѣ. Дѣйствительно, такія каменные глыбы, лежащія на ножкѣ изъ льда, называются «ледниковыми столами». Въ Альпахъ и на другихъ горахъ умѣреннаго пояса камни ледниковыхъ столовъ никогда не лежатъ горизонтально на своемъ пьедесталѣ; освѣщаемые лучами полуденнаго солнца сбоку, вкось, они сильнѣе нагрѣваются съ южной стороны, и поэтому съ этой стороны ледяная ножка стола нагрѣвается и таетъ сильнѣе. Въ то же время солнечные лучи мало-по-малу подтачиваютъ и нижнюю часть ножки, такъ что весь столъ постепенно наклоняется на своемъ ледяномъ пьедесталѣ къ полуденной сторонѣ, и въ концѣ-концовъ каменная глыба стола сваливается, чтобы рядомъ снова образовать другой ледниковый столъ. Такимъ образомъ подъ каменными глыбами, переносимыми ледникомъ, одни столы постоянно смѣняются другими. Иногда площадь такихъ столовъ доходить до 20—25 квадратныхъ метровъ. Среди валуновъ разнообразной формы на поверхности ледниковъ встрѣчаются иногда глыбы въ нѣсколько тысячъ кубическихъ метровъ въ объемѣ. Такъ, скала въ долинѣ Зааса, извѣстная подъ названiемъ Блауштейна (синiй камень), представляетъ глыбу змѣвика.



Ледяныя фигуры «кающихся грѣшниковъ» на ледникѣ въ горахъ Аконкагуа въ Южной Америкѣ.





Поверхность ледника Лешо въ Альпахъ; слѣва видны каменные обломки боковой морены.

болѣе чѣмъ въ 8000 кубическихъ метровъ. Эта скала еще въ 1740 г. находилась на поверхности Матмарскаго ледника <sup>1)</sup>.

\*Кромѣ ледниковыхъ столовъ на поверхности глетчера встрѣчаются иногда другого рода возвышенія, похожія на небольшія пирамиды или зубья. Въ своеобразныхъ формахъ этихъ ледяныхъ фигуръ, встрѣчающихся особенно часто въ южно-американскихъ Андахъ, пылкое воображеніе колонистовъ-испанцевъ увидѣло молящіяся фигуры людей въ бѣлыхъ покаянныхъ одеждахъ, и поэтому этимъ ледянымъ фигурамъ было дано названіе «кающихся грѣшниковъ». Ледникъ, покрытый этими остроконечными ледяными зубьями и пирамидами, представляетъ оригинальное зрѣлище. Тысячи фигуръ «кающихся грѣшниковъ» слѣдуютъ плотно одна за другою, такъ что между ними нельзя пробраться. Особенно фантастическій видъ принимаетъ видъ такого ледника во время лунной ночи, когда эти высокія бѣлыя фигуры странно выдвигаются надъ черными вулканическими породами горъ. Эти ледяныя возвышенія состоятъ не изъ настоящаго глетчернаго льда, а изъ болѣе рыхлаго льда, образовавшагося изъ снѣга, вынававшего на ледникъ. Этимъ и объясняется ихъ слабая сопротивляемость дѣйствию тепла и вѣтра. По мнѣнію Воркмана, надъ образованіемъ такихъ формъ работаютъ двѣ различныя силы: во-первыхъ, сильный вѣтеръ, дующій цѣлыя недѣли въ одномъ и томъ же направленіи, наносящій снѣгъ параллельными гребнями и уплотняющій его въ однихъ мѣстахъ сильнѣе, чѣмъ въ другихъ;

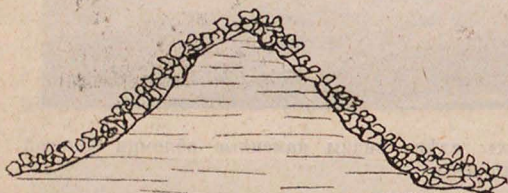
<sup>1)</sup> De Charpentier. Essais sur les glaciers.



во-вторыхъ, долгіе періоды ясной погоды, слѣдующіе за выпаденіемъ снѣга, когда рыхлыя части снѣга таютъ подъ солнечными лучами, а болѣе плотныя остаются стоять въ видѣ этихъ своеобразныхъ фигуръ.\*

Если отдѣльная каменная глыба можетъ предохранить ледъ отъ таянія, то еще болѣе большую защиту для льда представляютъ *морены*, составленныя изъ многихъ тысячъ такихъ глыбъ. Моренами называются валы изъ камней и щебня, тянущіеся вдоль по леднику. Въ сущности, морены—въ большинствѣ случаевъ, не каменные, а ледяные валы, лишь покрытые камнями и щебнемъ.

Скопленіе камней и щебня всего больше встрѣчается на ледникѣ около краевъ, куда сваливаются обломки съ окружающихъ ледникъ вершинъ. Эти скопленія составляютъ такъ называемыя *боковыя морены*. Боковыя морены идутъ по обѣимъ сторонамъ ледника въ видѣ валовъ, которые и движутся вмѣстѣ съ ледникомъ. Иногда, впрочемъ, обломки скалъ исчезаютъ въ пропасть, зияющихъ между краями ледника и подошвой вершины. Морена въ такихъ случаяхъ скрыта въ глубинѣ, но, тѣмъ не менѣе, она продол-



Схематическій рисунокъ, изображающій разрѣзъ боковой морены.

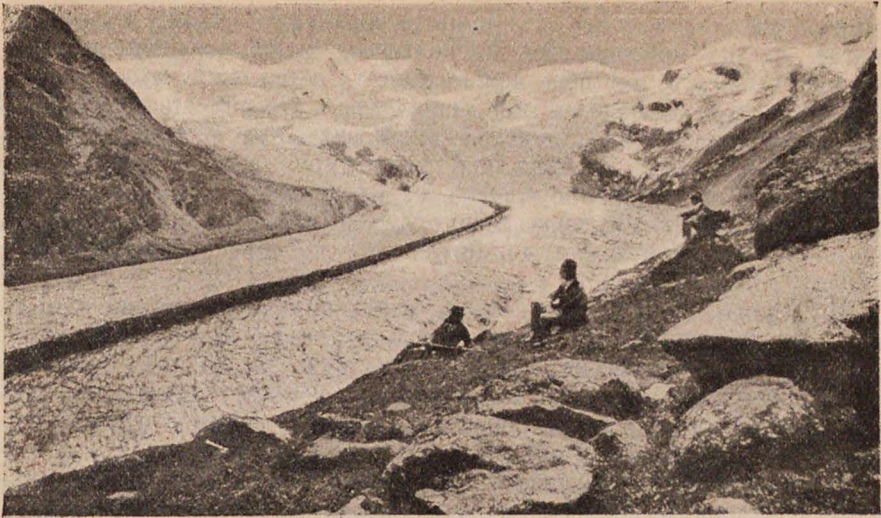
жается спускаться въ долину вмѣстѣ съ движущейся массой льда. Боковыя морены достигаютъ иногда 20—25 метровъ высоты надъ общимъ уровнемъ ледяного потока. Однако щебень и камни на такихъ моренахъ образуютъ сравнительно очень тонкій покровъ, подъ которымъ находится ледъ съ обломками

каменей и прослойками щебня. Поперечный разрѣзъ типичной поверхностной морены представленъ на помѣщенномъ здѣсь рисункѣ.

Тамъ, гдѣ горы состоятъ изъ мягкихъ и хрупкихъ горныхъ породъ, часто случается, что вся поверхность ледника бываетъ покрыта сплошнымъ слоемъ щебня; весь ледникъ представляетъ собою, такъ сказать, одну огромную морену. Подобныя явленія очень распространены въ ледникахъ Тянь-Шаня, въ центральной Азіи. При первомъ взглядѣ на такіе ледники ихъ можно принять за огромныя груды камней. На нѣкоторыхъ ледникахъ каменный покровъ достигаетъ толщины болѣе ста метровъ и имѣетъ видъ гористой мѣстности съ долинами, вершинами и впадинами. Путешествіе по такимъ ледникамъ чрезвычайно трудно и опасно.

При сліяніи двухъ ледниковъ боковыя морены обоихъ ледниковъ, тянувшіяся около горнаго выступа, раздѣляющаго ледники, соединяются вмѣстѣ и образуютъ на серединѣ ледника третью морену, которая, въ отличіе отъ боковыхъ, называется *срединной мореной*. Если затѣмъ въ этотъ ледникъ впадаетъ еще побочный ледникъ, то на поверхности главнаго ледника образуется вторая срединная морена, параллельная первой; однимъ словомъ, сколько бы ни было ледяныхъ притоковъ у главнаго ледника, каждый изъ нихъ несетъ свою морену и сливаетъ ее съ одной изъ боковыхъ моренъ главнаго ледника, образуя новую срединную морену. При взглядѣ на поверхность одного изъ тѣхъ ледниковъ, движеніе





Срединная морена на ледникѣ Розегъ въ массивѣ Бернины въ Швейцаріи.

которыхъ совершается правильно, напримѣръ, Ледяное море Монблана, можно узнать, по числу срединныхъ моренъ, количество ледниковыхъ притоковъ, впадающихъ въ главный глетчеръ.

Однако многія срединныя морены, едва успѣвъ образоваться, исчезаютъ въ трещинахъ ледника. Онѣ остаются заключенными внутри ледника до тѣхъ поръ, пока не растаетъ покрывающій ихъ ледяной слой; пройдя, такимъ образомъ, болѣе или менѣе значительное разстояніе, онѣ вновь появляются на поверхности ледника, какъ будто бы ихъ выдвинула снизу какая-то вулканическая сила. Замѣчательно при этомъ то, что на протяженіи нѣсколькихъ сотенъ метровъ или даже нѣсколькихъ километровъ, эти большія скопленія каменныхъ обломковъ, побывавъ въ нѣдрахъ ледника, вполне сохраняютъ свое первоначальное направленіе. Ледяныя рѣки, вливающіяся въ общее русло, не смѣшиваются другъ съ другомъ и текутъ рядомъ одна съ другою. Подобное же явленіе мы видимъ и при слияніи рѣкъ, имѣющихъ неодинаковый цвѣтъ воды, какъ, напримѣръ, Миссури и Миссисипи; эти обѣ рѣки долго катятъ свои воды въ одномъ общемъ руслѣ, не смѣшивая ихъ между собою.

По прошествіи многихъ лѣтъ и даже вѣковъ каменные глыбы, образующія срединныя и боковыя морены, достигаютъ конца ледника и скатываются другъ за другомъ съ откосовъ въ долину. Тяжелые камни, которые не могутъ быть унесены водою, скопляются у конца ледника и образуютъ громадныя кучи. Эти скопленія обломковъ скалъ у нижняго края ледниковъ называются «конечной» или «передовой» мореной. Конечная морена ледника достигаетъ иногда 50—100 метровъ высоты, а у нѣкоторыхъ ледниковъ бываетъ еще выше. Такіе валы можно встрѣтить въ Альпахъ и другихъ высокихъ горахъ нерѣдко на разстояніи нѣсколькихъ километровъ отъ нижняго края ледника; это доказываетъ, что въ прежніе годы

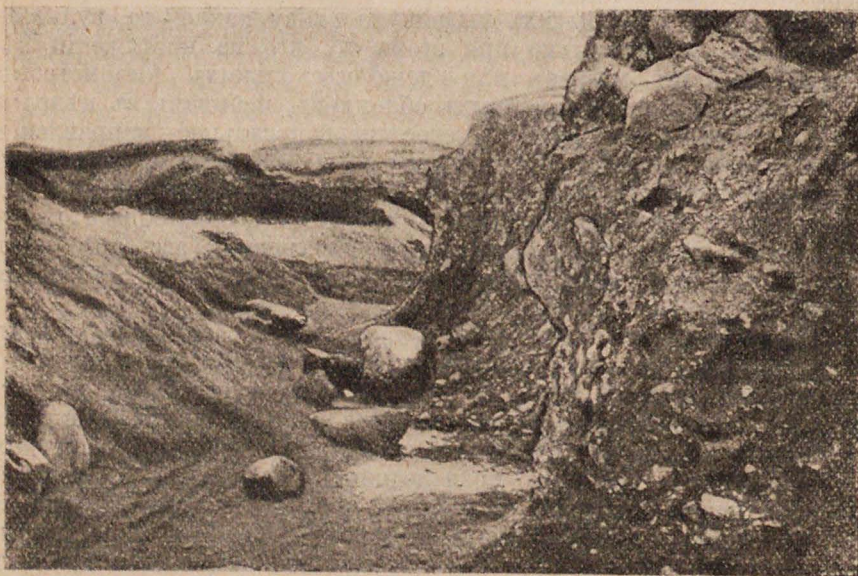


ледникъ спускался ниже въ долину, а затѣмъ сдѣлался короче. Иногда долина пересѣкается нѣсколькими параллельными рядами конечныхъ моренъ, изъ чего можно вывести заключеніе, что ледникъ нѣсколько разъ и надолго прерывалъ свое отступленіе и каждый разъ нагромождалъ на нижнемъ концѣ валь изъ камней. У тѣхъ ледниковъ, которые уменьшались равномерно и постепенно, подобные валы не могли образоваться; въ такомъ случаѣ конечная морена простирается въ видѣ обширнаго и довольно ровнаго поля обломковъ и щебня среди долины; такое явленіе наблюдается въ Альпахъ довольно часто.

Но если ледяная рѣка снова переходитъ въ наступленіе и начинаетъ увеличиваться, тогда конецъ ледяного потока сдвигаетъ всѣ прежнія конечныя морены и гонитъ ихъ по долинѣ впередъ; такимъ образомъ всѣ остатки прежнихъ моренъ соединяются въ одну гигантскую морену и образуютъ впереди ледника громадную движущуюся каменную стѣну.

Точно такъ же убывающіе ледники, оставившіе на сосѣднихъ горныхъ склонахъ боковыя морены, когда начинаютъ снова возрастать въ своей массѣ, то снова захватываютъ старыя боковыя морены и увлекаютъ всѣ эти каменные обломки. Подобно тому, какъ разлившаяся рѣка уноситъ сплавной лѣсъ, лежащій на ея берегахъ,—ледникъ также уноситъ эти скопленія камней къ дальнѣйшему этапу на пути ихъ къ морю.

Кромѣ вышеописанныхъ боковыхъ и срединныхъ моренъ, груды камней и грязи лежатъ еще на днѣ русла подо льдомъ. Эти скопленія носятъ названіе *основной* или *поддонной*, а также *нижней* морены. Эти морены легко непосредственно наблюдать въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ возможно проникнуть въ пространство между льдомъ

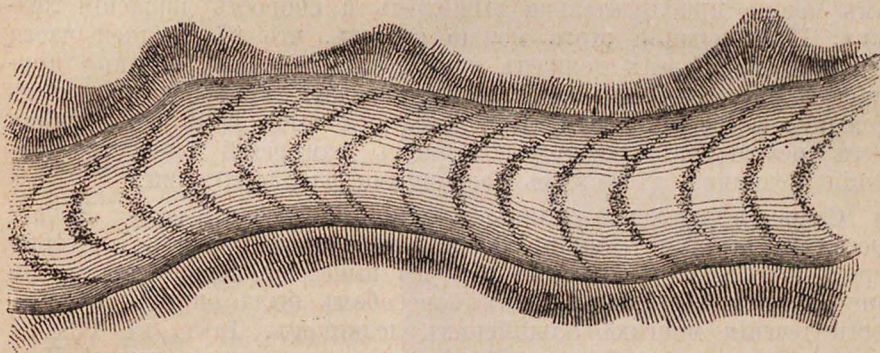


Скопленіе глины и камней, составляющихъ «конечную» или «передовую» морену.



и ложе́мъ ледника. Обыкновенно матеріаль основной морены срастается съ нижними пластами льда, которые поэтому имѣють грязный оттѣнокъ и содержать въ себѣ множество камней и ила; иногда же на днѣ ледника образуется самостоятельный слой мокраго песка и ила, переме́шанныхъ съ камнями. Выше мы видѣли, что ледники опираются на дно долины только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ; пустоты, находящіяся между пластами льда и ложе́мъ долины, обыкновенно заполнены цѣликомъ или отчасти поддонными моренами.

Въ то время, какъ возникновеніе поверхностныхъ моренъ легко объяснить часто наблюдаемыми обвалами сосѣднихъ скалъ, происхожденіе основныхъ моренъ еще не вполне выяснено. По всей вѣроятности, тѣ обломки и грязь, которые передвигаются подъ ледникомъ, имѣють различное происхожденіе. Часть ихъ состоитъ изъ матеріала поверхностныхъ моренъ, случайно попавшаго внизъ на дно ледника черезъ трещины и ледниковыя мельницы. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ между ледникомъ и его скалисты́мъ



Грязевыя полосы на поверхности ледника.

берегомъ зіяють широкія краевыя трещины, падающіе со склоновъ камни могутъ непосредственно попадать на дно ледника. Однако мощныя основныя морены встрѣчаются у ледниковъ, которые не имѣють каменныхъ береговъ и поверхностныхъ моренъ, такъ, напримѣръ, у гренландскаго материковаго льда. Въ этомъ случаѣ остается предположить, что потокъ льда при движеніи взрываетъ свое ложе и постепенно сноситъ внизъ разрыхленный матеріаль.

Поверхность нѣкоторыхъ ледниковъ покрыва, кромѣ боковыхъ и срединныхъ моренъ, еще полосами грязи и каменныхъ обломковъ, расположенныхъ иногда съ замѣчательной правильностью. Ледяное море въ Шамони, у Монблана, представляетъ интересный примѣръ подобнаго явленія. Здѣсь первыя полосы грязи встрѣчаются нѣсколько ниже большого порога изъ каменныхъ обломковъ, лежащаго между фирновыми полями ущелья Гиганта и собственно ледникомъ. Въ лѣтнія жары, когда ледникъ движется быстрѣе, обломки и камни накаплиются у подножья крутого обрыва въ видѣ дугообразной гряды и затѣмъ медленно уносятся внизъ. Грязь, пыль и всевозможные обломки наполняютъ мало-по-малу трещины на поверхности ледника; въ то же время эти трещины ниже постепенно затягиваются и, наконецъ, сравниваются съ



общей поверхностью ледника. Но грязевыя полосы бурого или красноватаго цвѣта такъ и сохраняютъ свое первоначальное расположение и напоминаютъ рябь расходящихся на гладкой водной поверхности волнъ. На Ледяномъ морѣ эти грязевыя полосы вначалѣ имѣютъ видъ почти совершенно правильныхъ полукруговъ; но передъ входомъ въ ущелье Треляпортъ, гдѣ ледяной потокъ сжимается, чтобы пройти по узкому каналу, полосы вытягиваются посрединѣ, вслѣдствіе болѣе быстраго движенія ледника въ этой части. Выпуклая сторона грязевыхъ полосъ обращена въ сторону, обратную той, въ какую изогнуты ледниковыя трещины. Каждый промежутокъ между двумя сосѣдними полосами показываетъ нарастаніе ледника за время отъ одного наступанія до другого: чистая полоса отмѣчаетъ новое наступаніе ледника, а сѣровая—періодъ временной остановки. Полосы грязи на поверхности ледника можно сравнить со слоями древесины, которые ежегодно прибавляются въ деревѣ, такъ что по числу ихъ можно опредѣлить возрастъ дерева. Точно такъ же по этимъ полосамъ можно приблизительно вычислить и скорость движенія ледника. На основаніи этого можно сказать, что въ средней части Ледяного моря ледъ долженъ спуститься до конца ледника приблизительно лѣтъ въ сорокъ, при средней скорости въ шесть десятыхъ метра въ сутки. Впрочемъ, эти вычисленія согласуются и съ результатами непосредственныхъ измѣреній скорости движенія ледника, сдѣланныхъ различными наблюдателями.

Скорость движенія ледниковъ можно опредѣлять болѣе точно, бросая въ верхнія трещины ледника различные предметы, которые черезъ извѣстное число лѣтъ, будутъ вынесены ледникомъ въ долину на концѣ глетчера. Этимъ способомъ была опредѣлена скорость теченія многихъ альпійскихъ ледниковъ. Такъ, въ 1788 г., Соссюръ, поднимавшійся на Монбланъ, оставилъ у подошвы Черной Иглы лѣстницу, которая и была найдена въ 1832 г. въ 4350 метрахъ ниже этого мѣста. Слѣдовательно, въ теченіе этихъ сорока четырехъ лѣтъ лѣстница двигалась вмѣстѣ съ ледникомъ со средней скоростью девяносто девять метровъ въ годъ или по двадцать семь сантиметровъ въ сутки. Сумка, упавшая въ 1836 г. въ трещину Талефрскаго ледника и найденная десять лѣтъ спустя, двигалась быстрѣе лѣстницы Соссюра; она спускалась ежегодно на 129 метровъ, т.-е. болѣе 35 сантиметровъ въ сутки.

Человѣческіе трупы, вынесенные ледниками, также послужили данными для вычисленія скорости движенія ледниковъ. Въ 1861, 1863 и 1865 годахъ Боссонскій ледникъ вынесъ въ долину останки трехъ проводниковъ, упавшихъ въ 1820 г. въ первую трещину у подножія Монблана. Такимъ образомъ въ сорокъ лѣтъ эти трупы спустились на шесть километровъ, что составляетъ по 150 метровъ въ годъ. Ледникъ, движущійся очень медленно въ долину Аренталя, въ Австрійскихъ Альпахъ, вынесъ около 1860 г. хорошо сохранившійся трупъ человѣка въ костюмѣ такого стариннаго покроя, который уже нѣсколько столѣтій вышелъ изъ употребленія среди мѣстныхъ жителей <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Payer. Adamello-Gruppe. Mittheilungen von Petermann.



Каждый ледникъ въ его цѣломъ можно разсматривать, какъ состоящій изъ двухъ потоковъ: одинъ,—состоящій изъ льда, употребляетъ годы и даже столѣтія на то, чтобы спуститься съ горныхъ вершинъ въ долину; другой—въ видѣ ручья или потока протекаетъ то же пространство въ нѣсколько дней.

Ледникъ находится подъ непрерывнымъ вліяніемъ различныхъ силъ, подъ дѣйствіемъ которыхъ онъ таетъ и уменьшается. Ледники таютъ сверху, снизу и внутри. Согласно этому, общую убыль ледниковъ можно раздѣлить на три категоріи: верхнюю убыль, нижнюю убыль и внутреннюю убыль; всѣ онѣ вызываются различными факторами.

Верхняя убыль, или *абляция*, зависитъ отъ непосредственнаго дѣйствія солнечныхъ лучей, отъ нагрѣтаго воздуха, теплоты, отражаемой окрестными скалами, отъ сырого воздуха и дождя. Нижняя убыль ледника зависитъ отъ боковыхъ ручьевъ, стекающихъ со склоновъ долины, отъ поддонныхъ ручьевъ, отъ теплаго воздуха, проникающаго черезъ ледниковыя пещеры и трещины, и отъ внутренней теплоты земного шара. Внутренняя убыль, или таяніе, происходитъ отъ давленія и отъ теплаго воздуха и воды, проникающихъ во внутренность ледника по незамѣтнымъ капиллярнымъ трещинамъ.

Лѣтомъ таяніе льда на поверхности ледника, или верхняя ледниковая убыль, идетъ довольно быстро. Въ ледникахъ центральныхъ Альпъ<sup>1)</sup> въ августѣ мѣсяцъ ежедневно растаиваетъ слой льда въ три—четыре сантиметра, а въ особенно жаркіе дни таяніе совершается еще быстрее. Вслѣдствіе этого на Альпійскихъ ледникахъ образуются во время лѣта многочисленные ручьи и ручейки. Осенью и зимой таяніе на поверхности ледниковъ происходитъ въ меньшихъ размѣрахъ; однако таяніе рѣдко прекращается совсѣмъ, и тамъ, куда попадаютъ солнечные лучи, даже глубокой осенью появляются маленькія струйки воды. Исслѣдователь альпійскихъ ледниковъ, Дезоръ, вычислилъ, что въ среднемъ слой стаивающаго ежегодно льда на поверхности швейцарскихъ лед-



Ледяной гротъ въ Антарктикѣ близъ горы Эребусъ.

1) Viollet le Duc. Le Massif du Mont-Blanc. p. 209.



никовъ равняется тремъ метрамъ. Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что на поверхности ледника происходитъ также и обратное явленіе. Ледникъ обладаетъ способностью поглощать изъ воздуха водяные пары и, такимъ образомъ, возвращать обратно часть утраченной влаги. Этимъ объясняется тотъ фактъ, что, при одинаковыхъ условіяхъ температуры и высоты надъ уровнемъ моря, воздухъ надъ ледникомъ суше, чѣмъ на крутыхъ горныхъ склонахъ. Нерѣдко случается, что облака, проходя надъ фирновыми полями, оставляютъ тамъ нижній слой своихъ паровъ.

Ручьи, образующіеся на поверхности ледника отъ таянія льда, низвергаются въ трещины и ледниковыя мельницы и, проникая изъ трещины въ трещину, достигаютъ, въ концѣ-концовъ, дна ледника и его каменистаго русла. Благодаря тому, что ручьи имѣютъ температуру выше нуля, они, соединяясь въ потокъ, размываютъ нижніе слои ледника и, такимъ образомъ, прокладываютъ себѣ выходъ въ долину. Во многихъ мѣстахъ ледника проточная вода высверливаетъ цѣлыя пещеры и ледяные гроты, въ которые иногда при благопріятныхъ условіяхъ можно проникнуть. Игра красокъ въ этихъ пещерахъ бываетъ прямо поразительна, особенно если поблизости находится широкая трещина, черезъ которую проникаетъ дневной свѣтъ. Здѣсь слѣдуетъ упомянуть объ одномъ замѣчательномъ явленіи, которое иногда наблюдается въ ледниковыхъ гротахъ и пещерахъ, а именно, о такъ называемыхъ «висячихъ ручейкахъ». Висячіе ручейки—это небольшія ленты воды, достигающія иногда около фута ширины, которыя быстро протекаютъ, вопреки законамъ тяготѣнія, по наклонному своду ледяного грота.

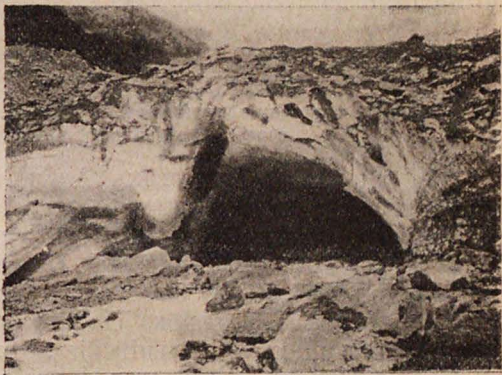
Уровень воды въ ледниковыхъ ручьяхъ и потокахъ чрезвычайно измѣнчивъ и зависитъ отъ времени года, отъ времени дня и отъ состоянія погоды. Наивысшаго уровня въ теченіе сутокъ вода ледниковыхъ ручьевъ достигаетъ не въ самые жаркіе часы дня, а нѣсколько позднеѣ; въ большихъ ледникахъ—даже вечеромъ, такъ какъ водѣ, стекающей съ поверхности ледника, нужно нѣкоторое время для того, чтобы добраться до дна ледника черезъ трещины и каналы. Соотвѣтственно этому періодъ самаго низкаго уровня воды наступаетъ рано утромъ.

Что же касается годовыхъ колебаній, то, начиная со времени весенняго таянія снѣговъ и до середины лѣта, замѣчается постоянная прибыль воды; во вторую половину лѣта вплоть до осени количество воды постепенно уменьшается. Зимой, почти полгода, уровень воды въ ледниковыхъ ручьяхъ остается постояннымъ, и ледниковый ручей продолжаетъ течь при самомъ сильномъ морозѣ, когда всѣ другіе ручьи замерзаютъ. Разница между количествомъ воды зимою и лѣтомъ очень велика: въ восточныхъ Альпахъ, напримѣръ, это количество во время зимы бываетъ въ среднемъ въ пять разъ меньше, чѣмъ лѣтомъ, а рѣка Рона, по выходя изъ ледника, во время лѣта несетъ массу воды въ двадцать разъ большую, чѣмъ въ январѣ и февралѣ. Ледниковые ручьи несутъ съ собою, особенно лѣтомъ, массу обломковъ и мелкой грязи; послѣдняя получается отъ непрерывнаго шлифованія горныхъ породъ нижнею частью ледника. Вслѣдствіе такой примѣси вода ледниковыхъ потоковъ бываетъ большею частью мутна и окрашена въ желтоватый, сѣрый или черноватый цвѣтъ; такая окраска зависить



отъ горныхъ породъ, среди которыхъ подледниковая вода прокладываетъ себѣ путь. Зимой, когда скалистое ледниковое ложе замерзаетъ, потокъ становится обыкновенно прозрачнымъ; однако нѣкоторые горные ручьи сохраняютъ свою окраску круглый годъ; эта окраска обыкновенно напоминаетъ цвѣтъ ледника—мутный и въ то же время голубоватый. Изъ ледниковъ берутъ начало иногда очень значительныя рѣки, какъ, напримѣръ, Рона, Рейнъ, Гангъ и другія.

Надъ мѣстомъ выхода потока изъ ледника обыкновенно возвышается большая ледяная арка, или сводъ. Иногда ледниковый ключъ вытекаетъ словно изъ гигантскихъ воротъ, образовавшихся въ полуразрушенномъ высокомъ и крутомъ обрывѣ, которымъ заканчивается ледникъ. Впрочемъ, каждое наступаніе и отступаніе ледника совершенно измѣняетъ форму и внѣшній видъ ледяного грота, изъ котораго вытекаетъ потокъ. Иногда подъ тяжестью верхнихъ слоевъ сводъ немного подается, и тогда широкіе, изогнувшіеся пласты льда медленно откалываются отъ стѣнъ или отъ свода и съ шумомъ падаютъ въ протекающій потокъ. Вотъ почему путешественники, желающіе полюбоваться вблизи хрустальными сводами ледяного грота и красивыми переливами свѣта, не всегда могутъ съ полной безопасностью входить въ глубину такого грота. Ледяныя глыбы и обломки скаль очень часто загромождаютъ все русло ледниковаго потока, такъ что галлерей, проложенныя имъ, рѣдко сохраняютъ правильную форму. Однако извѣстно нѣсколько случаевъ, когда путники, провалившіеся въ русло ледниковаго потока черезъ трещину въ верхней части ледника, снова выходили на свѣтъ Божій, пробираясь ощупью по теченію потока въ совершенной темнотѣ.



Ледниковыя ворота.

Величіе и красота громадныхъ ледниковъ тѣмъ сильнѣе поражаетъ насъ, чѣмъ богаче окружающая ихъ растительность и чѣмъ неожиданнѣе контрастъ ея съ бѣлыми или голубоватыми утесами ледниковой массы. Нѣкоторые изъ альпійскихъ ледниковъ движутся среди еловыхъ, буковыхъ и лиственныхъ лѣсовъ—и сквозь зеленѣющую листву этихъ деревьевъ проглядываютъ бѣлыя волны ледяного моря и черныя стѣны моренъ. Въ другихъ мѣстахъ до самаго окончанія ледяной рѣки простираются хлѣбныя поля или фруктовые сады. Нерѣдко приходится, какъ говорятъ, взбираться на свалившіяся ледяныя глыбы, чтобы достать плоды съ деревьевъ. Такимъ образомъ въ горныхъ долинахъ воздѣланныя поля и сады умѣренного пояса соприкасаются со льдами, которые всегда отдѣлены другъ отъ друга на равнинахъ материковъ пространствомъ въ нѣсколько тысячъ километровъ.



Трудъ человѣка и природа въ своемъ величїи соприкасаются здѣсь непосредственно, безъ всякихъ переходныхъ ступеней. Такой рѣзкій переходъ отъ роскошной зелени къ полярнымъ областямъ, гдѣ не замѣтно никакихъ слѣдовъ человѣческой дѣятельности, производитъ большое впечатлѣніе. Невольное чувство ужаса охватываетъ человѣка при видѣ этихъ мощныхъ ледяныхъ громадъ бѣлаго или голубоватаго льда въ сотни метровъ толщиною, которыя движутся всей массой съ величавой медленностью, по нѣсколькимъ сантиметровъ въ день, увлекая вмѣстѣ съ собою милліоны пудовъ обломковъ горъ и исчерчивая глубокими бороздами свое скалистое ложе. На первый взглядъ кажется, что ледники такъ же неподвижны, какъ и окружающія ихъ горныя вершины; но на самомъ дѣлѣ, они текутъ, какъ мы видѣли, подобно воднымъ потокамъ, берущимъ въ нихъ свое начало. Твердыя ледяныя волны, покрывающія рябью поверхность ледника, поднимаются и опускаются подобно волнамъ моря. На ледникахъ существуютъ свои водовороты, свои пороги, а мощныя морены являются такими же наносными отложеніями, какъ пески на берегахъ рѣкъ.

## VII.

**Наступаніе и отступаніе ледниковъ.** — Видъ ложа, покинутого ледникомъ; курчавыя скалы, бараньи лбы и параллельныя борозды.

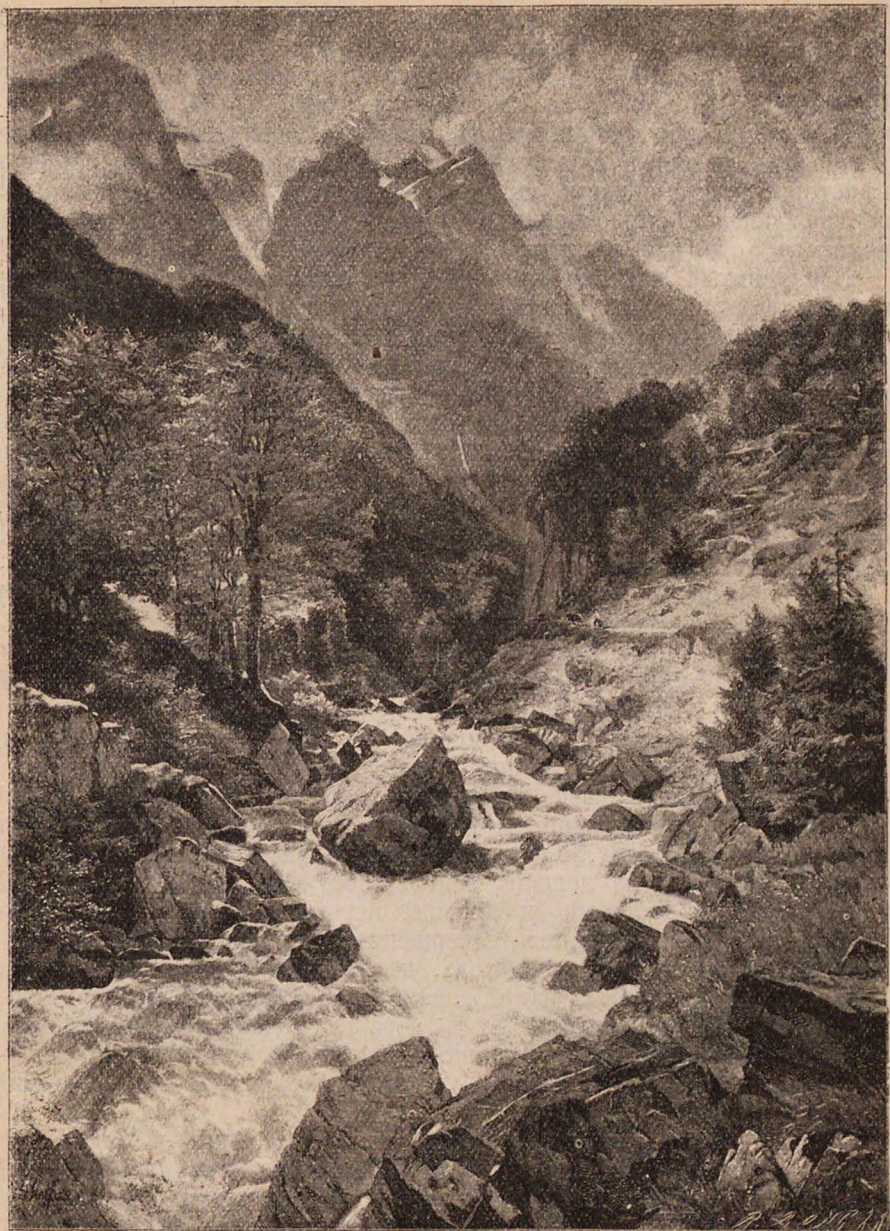
Во многихъ мѣстностяхъ Альпъ горные жители еще до сихъ поръ продолжаютъ вѣрить, подъ вліяніемъ старинныхъ преданій, что нижній конецъ ледниковъ наступаетъ и отступаетъ поочередно черезъ каждыя семь лѣтъ <sup>1)</sup>. Но если наступаніе и отступаніе ледяныхъ полей и совершается по какому-либо опредѣленному закону, то законъ этотъ пока еще не открытъ. Наблюденія надъ ледниками выяснили, что альпійскіе ледники постоянно измѣняли свое движеніе. Они то спускались ниже по долинѣ, то укорачивались и поднимались выше въ горы, то въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ оставались на одномъ и томъ же мѣстѣ.

Многіе ученые утверждаютъ, что, несмотря на временныя отступанія, нѣкоторые ледники въ теченіе многихъ вѣковъ все же подвигаются впередъ и настолько увеличились, что закрыли даже такіе горные проходы, которые въ прежнія времена были доступны для проѣзда на лошадяхъ. Такъ, многія ущелья на Монбланѣ, Монте-Розѣ и въ Берцкомъ Оберландѣ, черезъ которые еще въ пятнадцатомъ столѣтіи совершали переходы путешественники, въ концѣ восемнадцатаго вѣка стали совершенно недоступны ни для проѣзда верхомъ ни для нѣшиходовъ <sup>2)</sup>. Перевалъ Летшенъ, близъ Гемми, доступный еще въ прошломъ столѣтіи, теперь совершенно заваленъ льдами. Цѣлый рядъ древнихъ лѣтописей указываетъ на то, что въ прежнія времена Альпы и Скандинавскія горы имѣли на себѣ гораздо меньшій ледяной покровъ, чѣмъ въ настоящее время. Существуютъ многочисленныя преданія о разрушеніи плодородныхъ альпійскихъ долинъ и горныхъ деревень наступающими ледяными рѣками. Большею частью эти нашествія ледниковъ раз-

<sup>1)</sup> William. Huber. Les Glaciers.

<sup>2)</sup> Venetz. Denkschriften der Schweizerischen Gesellschaft, 1830.





Ледниковый потокъ, вытекающій изъ глетчера у подошвы Глерниша въ западныхъ Альпахъ.

смаatrивались какъ наказаніе за невѣріе и грѣхи мѣстныхъ жителей. По словамъ одной легенды, еще въ шестнадцатомъ вѣкѣ существовалъ свободный ото льда горный проходъ между Гриндельвальдомъ въ Бернскомъ Оберландѣ и Фишлемъ въ Валлисѣ, т.е. поперекъ самой крутой и самой высокой части Бернскихъ Альпъ.



Этимъ переваломъ пользовались, по словамъ легенды, протестанты Верхняго Валлиса для того, чтобы носить для крещенія дѣтей въ Гриндельвальдъ. На верху перевала стояла часовня во имя святой Петронеллы. Начиная съ семнадцатаго вѣка этотъ переваль началъ заполняться ледникомъ, часовня была совершенно поглощена глетчеромъ, и переваль сталъ недоступенъ для путниковъ. Черезъ нѣкоторое время ледникъ выбросилъ колоколь часовни; туристамъ, посѣщающимъ Гриндельвальдъ, еще и теперь показываютъ этотъ колоколь, отлитый въ пятнадцатомъ столѣтн.

Знаменитый изслѣдователь Альпъ, Агассисъ, еще въ 1839 г. видѣлъ самъ слѣды мостовой, которая существовала, по преданію, въ шестнадцатомъ вѣкѣ черезъ этотъ переваль.

Въ шестнадцатомъ же вѣкѣ ледники погребли подъ своимъ покровомъ золотые и серебряные рудники въ Верхнемъ Тауэрнѣ. Наступившій ледникъ разрушилъ всѣ постройки и покрылъ ихъ слоемъ льда въ 50 сажень толщиною. Въ 1776 г. изъ-подо льда показалось было нѣсколько строеній, но черезъ нѣкоторое время снова началось наступаніе ледника. Только недавно, благодаря общему отступанію альпійскихъ ледниковъ, снова показалось изъ-подо льда нѣсколько разрушенныхъ шахтъ.

Старинныя укрѣпленія въ ущельи святого Теодула, въ группѣ Монте-Розы, совершенно утратили свое значеніе съ тѣхъ поръ, какъ снѣга и льды спустились ниже и защищаютъ границу горраздо дѣйствительно<sup>1)</sup>. Нѣсколько подобныхъ фактовъ можно указать и въ Тироли: одинъ изъ ледниковъ Эццала—Гургль—съ 1717 года подвинулся на два километра впередъ и сталъ загораживать входъ въ боковую долину Лангенталья, гдѣ, вслѣдствіе этого, протекавшій здѣсь ручей образовалъ озеро<sup>2)</sup>. Точно такъ же и въ Азін нѣкоторые ледники Каракорума значительно увеличились за послѣднее столѣтіе. Ущелье Юсерно, гдѣ прежде можно было проѣхать верхомъ на лошади, теперь доступно лишь для пѣшеходовъ. Ледникъ Бальторо и древній переваль черезъ Мустагъ въ настоящее время сдѣлались совершенно непроходимы<sup>3)</sup>. Въ Альпахъ можно указать, кромѣ того, нѣсколько ледниковъ недавняго происхожденія, таковы, напр., ледникъ Дрекглетчерли на Фаульгорнѣ, который не существовалъ совершенно въ началѣ девятнадцатаго вѣка; ледяное поле на Симплонѣ-Ротельтахъ, образовавшееся въ 1731 году, наконецъ, ледникъ Розенлау тоже недавняго происхожденія<sup>4)</sup>.

Но слѣдуетъ ли приписывать распространеніе и увеличеніе ледниковъ на различныхъ горныхъ цѣляхъ какой-нибудь одной общей причинѣ, дѣйствующей одинаково на всей поверхности нашей планеты? На это утвердительно отвѣстны извѣстные ученые, Адемаръ, а за нимъ и многіе другіе геологи. По ихъ мнѣнію, постепенное охлажденіе сѣвернаго полушарія, начиная съ тринадцатаго вѣка вплоть до нашего времени—фактъ вполне доказанный увеличеніемъ ледниковъ въ Гренландіи, въ Альпахъ и въ Гималайскихъ горахъ. Если бы наступаніе ледниковъ продолжалось

<sup>1)</sup> Ch. Grad. Tour du Monde. № 529.

<sup>2)</sup> Sonklar. Oetzthaler Gebirgsgruppe.

<sup>3)</sup> Godwin. Journal of the Geogr. Soc. of London, 1864.

<sup>4)</sup> Чуди. Альпійскій міръ. Т. III.



въ теченіе одного или двухъ столѣтій съ такою же скоростью, какъ за время съ 1810 по 1818 г., то къ началу двадцать перваго столѣтія ледники дошли бы до подошвы Юрскихъ горъ.

Однако наблюденія надъ наступаніями и отступаніями ледниковъ еще такъ незначительны и отрывочны, что совершенно нельзя утверждать, что ледники сѣвернаго полушарія дѣйствительно увеличились въ общей сложности со времени среднихъ вѣковъ. Въ Альпійскихъ горахъ ледники вообще длиннѣе на томъ склонѣ, на которомъ воздухъ болѣе влаженъ, а средняя температура выше.



Видъ ложа отступившаго ледника.

Слѣдовательно, длина ледника не есть еще доказательство пониженія температуры. Если бы даже всѣ ледники въ равной степени спустились въ долины, то и тогда увеличеніе ихъ могло бы произойти отъ увеличенія влажности воздуха или же отъ измѣненія въ общемъ направленіи вѣтровъ, а не отъ пониженія температуры. Можно привести много примѣровъ такихъ ледниковъ, которые по склонамъ одной и той же горы подвигаются съ различной скоростью, что зависитъ отъ количества выпавшаго снѣга на каждый ледникъ. Иногда наблюдаютъ даже такое явленіе, что одинъ изъ ледниковъ становится длиннѣе, а другой, спускающійся съ противоположнаго склона той же горы, уменьшается. Подобныя явленія, очевидно, происходятъ отъ неравнобѣрнаго распредѣленія выпадающаго на



вершину горы снѣга. Массовое паденіе каменныхъ обломковъ и щебня на поверхность ледника способствуетъ также росту ледника и его наступанію, такъ какъ слой камня и щебня въ значительной степени уменьшаетъ таяніе льда.

Впрочемъ, на ряду съ ледниками, которые за послѣднее время неоспоримо спустились ниже въ долины и находятся въ періодѣ наступанія, есть другіе ледники, которые, несомнѣнно, поднялись выше и отступили. Такъ, въ группѣ Пельву оба ледника, Бонпьеръ и Шардонъ, начиная съ 1850 г., непрерывно уменьшались и въ длину и въ толщину. Точно такъ же уменьшаются и всѣ ледники группы Адамелло въ Тирольскихъ Альпахъ. Самый большой изъ этихъ ледниковъ, Мандронъ, отступаетъ, по крайней мѣрѣ, съ 1825 г., а въ теченіе 1864 г. онъ укоротился приблизительно на двадцать метровъ. Въ этомъ же году ледникъ Фаргорида отступилъ почти на тридцать метровъ, и мѣстные жители утверждаютъ, что ледникъ этотъ началъ уменьшаться еще съ конца восемнадцатаго столѣтія. Ледяныя поля, покрывавшія вершины, въ настоящее время совершенно исчезли. Многіе утесы, на которые прежде нельзя было подняться иначе, какъ вырубая предварительно ступеньки во льду, теперь въ лѣтнее время совершенно обнажены отъ снѣга, и по ихъ склонамъ пробивается растительность: слой дерна замѣнилъ льды.

Съ 1816 года по 1876 годъ, т.-е. въ теченіе шестидесяти лѣтъ, ледники Монблана подвергались въ своемъ движеніи многочисленнымъ и разнообразнымъ колебаніямъ. Въ общемъ они сильно уменьшились и въ длину и въ толщину. Такъ, напримѣръ, Турскій ледникъ, спускавшійся въ долину Шамони, отступилъ съ 1854 по 1866 г. въ общей сложности на 520 метровъ и теперь не выходитъ изъ предѣловъ верхняго прохода. Камень, обозначавшій мѣсто, до котораго достигалъ ледникъ Буа, или Ледяное море, въ 1826 году, находился въ 1865 г. уже на разстояніи 388 метровъ отъ конца ледника. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ мощность ледника уменьшилась, по свидѣтельству Бардена, болѣе чѣмъ на сто метровъ. Остальные два большихъ ледника долины Шамони—Боссонскій и Аржантьеръ, которые угрожали засыпать своими конечными моренами сосѣднія съ ними деревни, тоже отступили съ 1854 по 1866 г.—первый на 322, а второй на 181 метръ.

Относительно колебанія ледника Вернахта въ тирольской группѣ Эцталя сохранились записи мѣстныхъ общинъ, на основаніи которыхъ, а также и на основаніи новѣйшихъ научныхъ наблюденій, обнаружено поразительное чередованіе въ наступаніяхъ и отступаніяхъ этого ледника. Колебанія этого ледника записаны на протяженіи трехъ столѣтій, и въ первомъ извѣстіи объ этомъ ледникѣ, написанномъ въ 1599 г., говорится, что отступаніе и наступаніе ледника составляютъ, «природное свойство ледника». Наступаніе ледника Вернахтъ обыкновенно происходитъ слѣдующимъ образомъ: Вернахтъ быстро спускается въ долину, и его ледъ упирается въ стѣну скалъ, возвышающихся напротивъ ледника; ледяной потокъ преграждаетъ путь водамъ Розентальской долины, которыя, скапливаясь, образуютъ широкое озеро. Съ теченіемъ времени огромная ледяная плотина мало-по-малу таетъ, и ледникъ начинаетъ медленно отступать въ горы до тѣхъ поръ, пока новый



напоръ фирновыхъ полей не заставитъ его снова спуститься въ долину. Если не принимать въ расчетъ самыхъ незначительныхъ колебаній, то окажется, что промежутки между каждымъ періодомъ наибольшаго нарастанія ледника равнялись 78, 93 и 73 годамъ, что составляетъ, въ среднемъ, періодъ въ 84 года. Ледникъ Вернахтъ, какъ и рѣки проточной воды, имѣетъ свои половодья и мелководья. Его льды то утолщаются и вспучиваются, то уменьшаются. Подобныя же колебанія, но только еще въ болѣе большихъ размѣрахъ, наблюдаются на Таргшинскомъ ледникѣ, въ Кашмирѣ.

\* Извѣстные изслѣдователи ледниковъ Форель и Рихтеръ первые задались цѣлью сопоставить всѣ извѣстныя данныя о колебаніяхъ ледниковъ въ Альпахъ и попробовали вывести изъ этихъ сопоставленій общія колебанія ледниковъ. Согласно выводамъ этихъ ученыхъ, картина колебанія Альпійскихъ ледниковъ въ XIX вѣкѣ рисуется въ такомъ видѣ: съ 1811 по 1818 г. происходило общее наступаніе большинства ледниковъ; съ 1818 г. по 1830 замѣчается отступаніе большинства ледниковъ или остановка. Съ 1830 по 1850 г.—снова наступаніе, а съ 1850 по 1870 г. наблюдается большое и общее отступаніе. Съ 1871 по 1893 г. замѣчается небольшое наступаніе большинства ледниковъ, а съ 1893 г. до настоящаго момента происходитъ отступаніе.



Такимъ образомъ изъ этихъ данныхъ видно, что хотя періоды колебанія ледниковъ и неравномѣрны, но

«Бараньи лбы» въ Пергельской долигѣ въ Граубинденѣ.

что въ первую половину девятнадцатаго столѣтія преобладало наступаніе, перемежавшееся періодами небольшого отступанія, а во вторую половину столѣтія, наоборотъ, преобладало отступаніе, смѣнявшееся періодомъ небольшого наступанія съ 1871 по 1893 г.

Форель, изучая колебаніе ледниковъ, пришелъ къ заключенію, что хотя колебанія ледниковъ самостоятельны и каждый ледникъ имѣетъ свои собственные періоды наступаній и отступаній, но все-таки существуютъ періоды общаго наступанія или общаго отступанія для всѣхъ ледниковъ данной области, напр., для Альпъ, а можетъ-быть, и для cadaго полушарія. Форель устанавливаетъ продолжительность періодовъ ледниковыхъ колебаній отъ 30 до 50 лѣтъ.



Съ своей стороны Рихтеръ, на основаніи данныхъ о колебаніяхъ ледниковъ въ Альпахъ съ 1592 года, вывелъ среднюю продолжительность періодовъ ледниковыхъ наступаній и отступаній; по его вычисленіямъ, эти періоды въ среднемъ имѣютъ по 35 лѣтъ. Это число совпадаетъ съ продолжительностью періодовъ климатическихъ измѣненій, которые установилъ вѣнскій географъ Брюкнеръ. Какъ извѣстно, Брюкнеръ вычислилъ, что черезъ каждые 35 лѣтъ происходитъ смѣна холодныхъ и теплыхъ годовъ, и что черезъ 70 лѣтъ для данной мѣстности наступаютъ болѣе или менѣе однородныя климатическія измѣненія. Такъ, напр., если періодъ



Видъ «курчавыхъ скалъ».

начинается рядомъ сырыхъ и прохладныхъ лѣтъ, то черезъ 35 лѣтъ обыкновенно слѣдуетъ періодъ теплыхъ и сухихъ лѣтъ. Эти колебанія температуры отражаются, въ свою очередь, на количествѣ осадковъ, на уровнѣ воды въ рѣкахъ, на продолжительности снѣжнаго покрова и т. д.

Такимъ образомъ періоды ледниковыхъ и климатическихъ колебаній хотя и не могутъ совпадать другъ съ другомъ, такъ какъ первые слѣдуютъ за вторыми, но имѣютъ приблизительно одинаковую продолжительность <sup>1)</sup>. \*

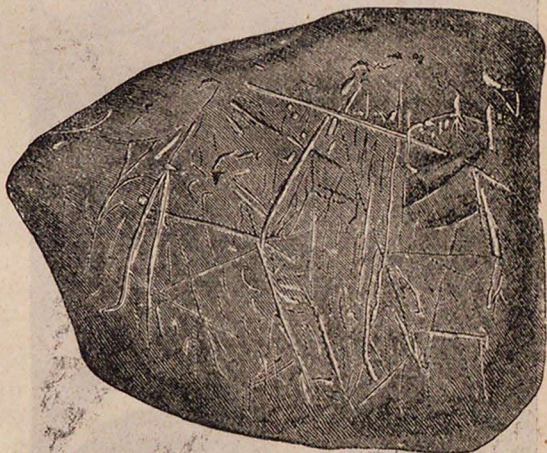
Благодаря временному или постоянному отступанію нѣкоторыхъ ледниковъ явилась возможность изучить дѣйствіе ледниковъ

<sup>1)</sup> Въ настоящее время для собранія всѣхъ свѣдѣній о ледникахъ и ихъ колебаніяхъ существуетъ «Международная Ледниковая коммиссія», которая собираетъ всѣ данныя о ледникахъ и печатаетъ ихъ въ своихъ отчетахъ.



на земную поверхность. Ледниковая рѣка, стекая медленно по каменному ложу, постепенно сглаживаетъ всѣ выдающіяся неровности въ руслѣ и придаетъ скаламъ округленное очертаніе. Ледникъ можно сравнить съ рубанкомъ гигантскихъ размѣровъ: онъ строгаетъ свое дно, срываетъ остроконечные выступы; дробитъ и стираетъ въ песокъ скалы, превращаетъ ихъ обломки въ грязь и съ помощью этихъ мелкихъ каменныхъ частицъ стачиваетъ и полируетъ скалистое дно своего ложа. Благодаря этимъ процессамъ дно ледниковой долины съ теченіемъ времени углубляется, и русло глетчера расширяется. Если движущійся ледяной потокъ встрѣчаетъ на своемъ пути твердую каменную глыбу, то онъ медленно всползаетъ на нее, сглаживаетъ и шлифуетъ ее поверхность. Видъ такихъ отполированныхъ и сглаженныхъ ледникомъ скалъ напоминаетъ издали видъ разбросанной шерсти или, вѣрнѣе, имѣетъ сходство съ пасущимся стадомъ барановъ. Отсюда произошло ихъ оригинальное названіе «бараньи лбы», данное этимъ скаламъ впервые Соссюромъ. На русскомъ языкѣ такія скалы называютъ «курчавыми скалами».

Въ Альпахъ нѣтъ почти ни одной долины безъ «бараньяго лба». Во многихъ мѣстахъ эти скалы не видны, такъ какъ засыпаны наносной почвой. Живописная группа «бараньихъ лбовъ» находится въ Германіи, недалеко отъ саксонскаго городка Каменца. Здѣсь возвышаются, частью голыя, частью покрытыя лѣсомъ, живописныя гранитныя скалы, въ которыхъ легко можно признать «бараньи лбы». Въ Россіи «курчавыя скалы» встрѣчаются на Кавказѣ, въ Финляндіи и въ Олонецкомъ краѣ.



[Исчерченный валунъ «поддонной» морены ледника.]

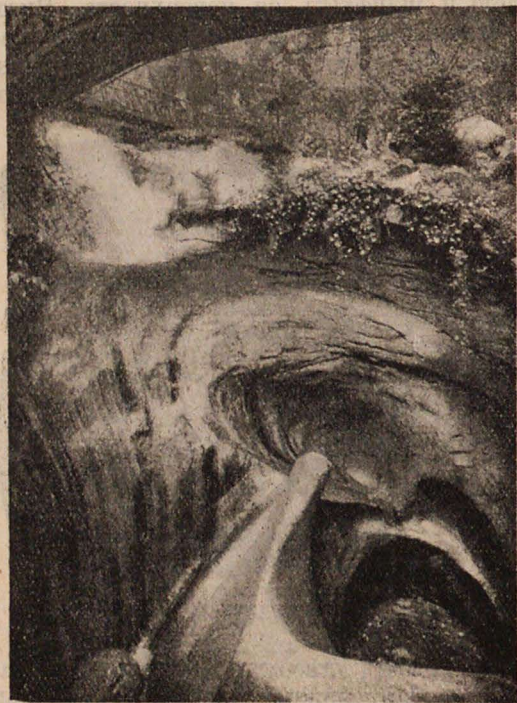
«Курчавыя скалы» вытянуты обыкновенно по направленію движенія ледника, на что указываютъ борозды. Иногда эти борозды глубоки и похожи на желоба, въ другихъ же случаяхъ онѣ представляютъ тонкіе, еле замѣтные штрихи. Передняя часть «бараньяго лба» всегда сглажена и имѣетъ очень слабый уклонъ, въ то время какъ задняя сторона сохраняетъ свою крутую и неровную поверхность. Такимъ образомъ по формѣ и по расположенію «бараньихъ лбовъ» можно судить о направленіи движенія давно исчезнувшихъ ледниковъ.

Ледникъ не ограничивается тѣмъ, что сглаживаетъ и срѣзаетъ выдающіяся части своего ложа; въ иныхъ мѣстахъ онъ даже долбитъ и рѣжетъ камни тѣми валунами различной твердости, которые вмержли въ нижнюю часть его поверхности и дѣйствуютъ на лежація подъ ними скалы, какъ настоящіе рѣзцы. Велѣдствіе



этого дно ледникового ложа имѣтъ во многихъ мѣстахъ глубокія борозды по всей длинѣ, словно по нему прошелъ сошникъ плуга. Валуны, которые бороздятъ дно ледника, въ свою очередь, бывають обточены и исчерчены острыми выступами дна. Боковыя стѣны ледникового русла также изборозжены штрихами, которые выдалбливаются твердыми краями каменныхъ обломковъ боковыхъ моренъ.

Иногда на поверхности сглаженного ложа отступившихъ ледниковъ тамъ и сямъ видѣются круглыя, котлообразныя углубленія. Эти углубленія извѣстны подъ именемъ «исполиновыхъ котловъ».

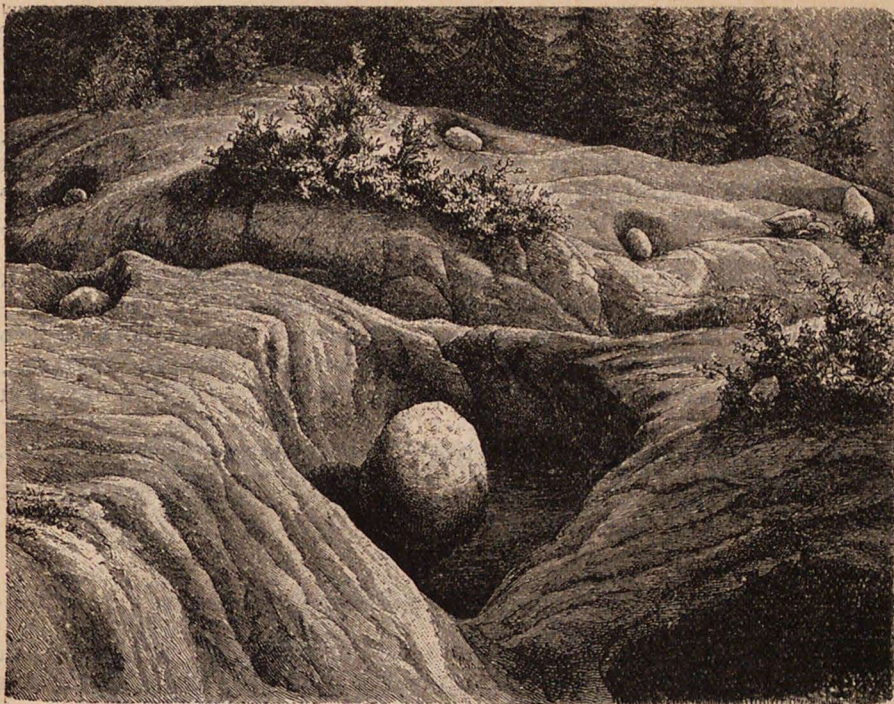


Ледниковый котель въ Люцернскомъ «Ледниковомъ Саду».

Обыкновенно эти котлы бывають наполнены щебнемъ и грязью; если же удалить изъ нихъ весь этотъ матеріаль, то обнаруживаются гладко отполированныя стѣнки, на которыхъ видны спиралеобразныя повороты. Получается впечатлѣніе, будто кто-то высверлилъ въ твердомъ камнѣ яму въ нѣсколько аршинъ глубиною съ помощью гигантскаго бурава. Эти ледниковые котлы сходны по своему происхожденію съ такими же котлами, которые встрѣчаются у высокихъ морскихъ береговъ и утесовъ. Они выдолблены валунами, которые непрерывно вращались подъ ледниковымъ потокомъ, можетъ-быть, въ теченіе нѣсколькихъ тысячелѣтій. Механизмъ этого процесса можно наблюдать на каждомъ шагѣ у подножія водопадовъ или на днѣ водоворотовъ.

\*Слѣды ледниковой дѣятельности, а также «исполиновые котлы» и образованіе ихъ при посредствѣ ледниковой мельницы можно видѣть въ знаменитомъ «Ледниковомъ Саду» въ городѣ Люцернѣ, въ Швейцаріи. Въ Люцернскомъ «Ледниковомъ Саду» подпочвенныя пласты состоятъ изъ третичныхъ песчаниковъ и поверхность ихъ отшлифована и покрыта штрихами. До 1872 г. эти пласты оставались скрытыми подъ толстымъ слоемъ ледниковаго наноса. Случайно вырывая яму для погреба открыли нѣсколько большихъ ледниковыхъ котловъ. Вслѣдствіе этого было рѣшено произвести здѣсь раскопки всей окружающей мѣстности и сдѣлать ее доступной для каждаго, кто интересуется замѣчательными явленіями природы. Въ общемъ здѣсь было открыто болѣе тридцати испо-





Ледниковые котлы и валуны въ нихъ, найденные въ Люцернѣ.

линовыхъ котловъ, изъ которыхъ нѣсколько было громаднѣхъ размѣровъ. Диаметръ самаго большаго котла достигаетъ восьми метровъ (около четырехъ сажень), глубина его девять съ половиной метровъ. На днѣ этого котла находится еще нѣсколько меньшихъ котловъ, представляющихъ первый моментъ образованія и отдѣленныхъ другъ отъ друга каменными перегородками. Каменные валуны, которые выдолбили этотъ котелъ, остались на днѣ вырытыхъ водоворотомъ ямъ. Они имѣютъ совершенно другой составъ, чѣмъ дно котла. На сглаженной поверхности ледниковаго ложа разсыяно много такъ называемыхъ «эратическихъ» камней, или, какъ называетъ ихъ русскій народъ, — «дикарей»; эти камни оставлены здѣсь ледниковыми моренами. Большинство ихъ по своему происхожденію съ альпійскихъ вершинъ; они перенесены сюда прежнимъ Рейскимъ ледникомъ черезъ Фирвальдштетское озеро, которое въ древнія времена было сплошь покрыто ледникомъ.

Для того, чтобы наглядно выяснитъ посѣтителѣмъ сада процессъ образованія исполиновыхъ котловъ, въ Люцернскомъ «Ледниковомъ Саду» устроена искусственная ледниковая мельница. Войдя въ гротъ, изображающій ледниковую пещеру, посѣтитель видитъ въ глубинѣ трещину, чрезъ которую низвергается потокъ воды, какъ бы отъ таяня льда. Этотъ потокъ съ силой падаетъ въ каменный котелъ, гдѣ приводитъ въ вращательное движеніе большой жерновъ-валунъ. Въ музеѣ сада выставлена прекрасная



модель ледника, сдѣланная извѣстнымъ швейцарскимъ геологомъ, профессоромъ Геймомъ; на этой модели представлены въ миніатюрѣ всѣ явленія ледниковаго міра.

Слѣды исчезнувшихъ ледниковъ представляютъ также и остатки моренъ, разбросанные въ разныхъ мѣстностяхъ земного шара, и эрратическіе (заносные) камни, или валуны. Валуны разсѣяны почти по всей сѣверной и средней Россіи; по большей части это обломки финляндскихъ и олонецкихъ горныхъ породъ—гранитовъ, гнейсовъ и песчаниковъ.

Кромѣ валуновъ, ледниковыми остатками являются также и *валунныя*, или *ледниковыя отложения*, состоящія изъ глинъ и песковъ. Такія валунныя отложения покрываютъ почти сплошь всю поверхность сѣверной и средней Россіи. По такимъ слѣдамъ, оставленнымъ ледниками, ученые опредѣляютъ, гдѣ въ древнія эпохи проходили ледники и какія мѣстности земного шара находились подъ ледянымъ покровомъ; о распространеніи ледниковъ въ древнѣйшія эпохи мы будемъ говорить дальше.\*

## VIII.

### Распространеніе ледниковъ на поверхности земного шара.

Не всѣ горы, вершины которыхъ поднимаются выше предѣла постоянныхъ снѣговъ, имѣютъ ледники. Для того, чтобы фирновыя поля могли превратиться въ ледники, необходимы извѣстныя метеорологическія и орографическія условія. Прежде всего необходимо, чтобы снѣговая область на вершинахъ горъ имѣла значительную площадь, гдѣ могли бы залегать обширныя фирновыя поля, питающія ледникъ. Необходимо также, чтобы преобладающіе на данныхъ горахъ вѣтры были достаточно насыщены влагой. Кромѣ того, нужно, чтобы ущелья, пересекающія горы, имѣли не слишкомъ крутые склоны, такъ какъ иначе снѣгъ не сможетъ задерживаться на ихъ склонахъ и будетъ скатываться въ видѣ лавинъ тотчасъ же послѣ выпаденія. Самыя горы должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы всѣ ихъ ущелья открывались бы въ одну общую долину, гдѣ накопившійся снѣгъ могъ бы окончательно превратиться въ ледяной потокъ. Наконецъ необходимо, чтобы между временами года было довольно значительное различіе въ температурѣ, иначе же въ массѣ фирна не произойдутъ явленія таянія и смерзанія. Именно вслѣдствіе слишкомъ ровнаго климата на склонахъ высокихъ снѣжныхъ пиковъ экваторіальныхъ Андъ встрѣчается такъ мало ледниковъ.

Такъ какъ для образованія ледниковъ необходимо соединеніе многихъ разнообразныхъ условій, то весьма понятно, почему эти ледяныя рѣки сравнительно рѣдко встрѣчаются на земномъ шарѣ. Постоянные и значительные ледники могутъ развиваться лишь на склонахъ довольно высокихъ горъ. На менѣе высокихъ горахъ, какъ, напримѣръ, Вогезы, образуются—и то только въ очень снѣжныя зимы—лишь зачатки ледниковъ въ глубинѣ овраговъ, куда не проникаютъ лучи солнца. Только близъ полюсовъ ледники являются главной частью въ пейзажѣ и представляютъ характерную особенность природы полярныхъ странъ.



Альпы въ Европѣ представляютъ горную систему, въ которой во многихъ мѣстахъ соединены всѣ условія, необходимыя для образованія ледниковъ. Для изслѣдователей Альпійскія горы навсегда останутся образцовой областью для изученія ледниковъ: здѣсь именно Соссюръ, Шарпантье, Атассисъ, Рандю, Форбесъ, Тиндаль, Форель, Геймъ и другіе ученые сдѣлали цѣлый рядъ открытій и выяснили истинную причину движенія ледниковъ. Въ Альпахъ насчитывается около двухъ тысячъ ледниковъ, изъ которыхъ сто могутъ считаться ледниками перваго порядка. Общая поверхность снѣговыхъ и фирновыхъ полей и ледниковъ занимаетъ, по вычисленію братьевъ Шлагинтвейтовъ, 3050 квадр. километровъ. Эта цифра гораздо ниже дѣйствительности, такъ какъ въ одной только Швейцаріи площадь льдовъ и фирновыхъ полей равняется 3000 квадр. километровъ. Почти двадцатая часть



Ледники въ горной группѣ Юнгфрау въ Альпахъ.

всей поверхности большихъ горъ отъ Пельву до Гроссъ-Глокнера покрыта льдами. Одни только ледники Монблана, которые по размѣрамъ менѣе ледниковъ Монте-Розы, покрываютъ поверхность въ 282 квадр. километра. По вычисленію Губера, эти ледники въ общей сложности заключаютъ въ себѣ, по крайней мѣрѣ, четырнадцать миллиардовъ кубическихъ метровъ льда.

Альпійскіе ледники спускаются въ среднемъ до высоты 2260 метровъ надъ уровнемъ моря, то-есть метровъ на 500—600 ниже границы постоянныхъ снѣговъ. Однако изъ числа большихъ ледниковъ многіе спускаются ниже 2000 метровъ. Такъ, Ледяное море, этотъ резервуаръ для главной массы снѣговъ Монблана, спускался въ 1862 г. до высоты 1125 метровъ, а Боссеонскій ледникъ, питаемый снѣгами той же группы, спускался до 1099 метровъ. Наконецъ нижній Гриндельвальдскій ледникъ оканчивается ледянымъ гротомъ на высотѣ 983 метровъ, т.-е. на 500 метровъ ниже верхней границы вишневыхъ деревьевъ: фактъ этотъ объясняется положеніемъ ледника на сѣверномъ склонѣ горы.



Ледники многочисленны также и въ Тирольскихъ Альпахъ. Такъ, Зонкларъ насчитываетъ триста девять ледниковъ въ однѣхъ только группахъ Эцтала и Стюбаера; изъ нихъ шестнадцать ледниковъ перваго разряда. Нѣкоторые изъ ледниковъ Тироля, какъ, напримѣръ, Гепачъ, Вернахтъ, Мурцоль, Гургль, отличаются большими размѣрами и хорошо извѣстны благодаря изслѣдованіямъ братьевъ Шлагинтвейтовъ, Симони, Зонклара и другихъ геологовъ.

Однако эти ледники уступаютъ по своей величинѣ главнѣйшимъ ледникамъ Швейцаріи. Это происходитъ, главнымъ образомъ, отъ неодинаковаго распредѣленія снѣговыхъ осадковъ въ обѣихъ странахъ. Въ горахъ Швейцаріи снѣгъ и дождь выпадаютъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ горахъ Тироля. Въ Бернскихъ Альпахъ, напр., ежегодный слой фирна достигаетъ въ среднемъ двухъ метровъ въ толщину, а въ Альпахъ Эцтала онъ едва доходитъ до одного метра.

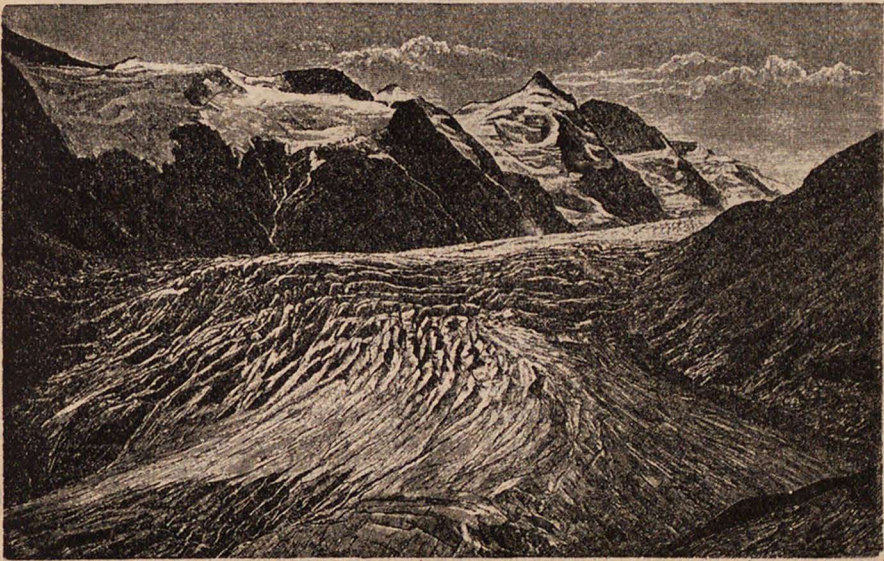
Двѣ другія главныя группы восточныхъ Альпъ составляютъ Ортлеръ, къ югу отъ Эцтала, и Высокій Тауэрнъ, къ востоку отъ долины Инна. Здѣсь, на склонахъ Гроссъ-Глокнера залегаетъ красивый ледникъ Пастерце, который имѣетъ около 10 километровъ въ длину, пять въ ширину и болѣе двухсотъ метровъ въ толщину. Въ Высокомъ Тауэрнѣ насчитывается 254 ледника, покрывающихъ одну седьмую часть всей площади, занимаемой этой группой. Далѣе къ югу находится горный массивъ Адамелло, гдѣ тоже залегаютъ обширные ледники. Что касается остальныхъ Австрійскихъ Альпъ, то на нихъ встрѣчаются лишь два изолированныхъ ледника; глетчеръ Дахштейнъ, близъ Гальштадта и ледникъ Мармолата, спускающійся надъ равнинами Венеціи, а также маленькій ледникъ Терглу.

Мощныя ледяныя рѣки встрѣчаются снова на противоположной сторонѣ альпійской системы, къ югу и къ юго-западу отъ большихъ центральныхъ группъ Монте-Розы и Монблана. Здѣсь каждый изъ массивовъ Пьемонта, Савойи и Дофинэ имѣетъ свои громадные ледники. Горы Узанъ, Пельву, Экренъ, Игла де-Меджъ по обилію своихъ ледниковъ имѣютъ почти такое же значеніе, какъ и самый Монбланъ.

Во всей альпійской цѣпи нѣтъ мѣста болѣе удобнаго для изученія различныхъ явленій, совершающихся на ледникахъ, чѣмъ въ высокой долинѣ Банъ, расположенной при сліянii двухъ ледниковъ—Чернаго и Вѣлаго у подножія горы Пельву. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ эти мощные ледяные потоки, сдавленные между отвѣсными стѣнами, соприкасаются своими боковыми моренами, они представляютъ рѣзкій, поразительный контрастъ. Если встать между двумя моренами, на площадкѣ, устланной обломками, то можно видѣть, что Черный ледникъ до такой степени засыпанъ всевозможными обломками, что онъ представляетъ скорѣе огромный грязевой потокъ, въ родѣ тѣхъ изверженій грязи, какія выбрасываются вулканами острова Явы. Только по зіяющимъ во многихъ мѣстахъ трещинамъ, въ которыя съ глухимъ грохотомъ безпрестанно скатываются каменныя глыбы и сыплется цѣлый дождь мелкихъ галекъ, можно узнать, что это ледникъ. У конца ледника поднимается конечная морена, болѣе ста метровъ вышиной, гдѣ между каменными глыбами медленно вытекаютъ грязевые ручьи.



Съ другой стороны, Бѣлый ледникъ, почти совершенно свободный отъ обломковъ, заканчивается гигантскими ступенями, поддерживаемыми отвѣсными ледяными контрофорсами, что придаетъ ему сходство съ огромной львиной лапой. Ледяные пласты чисто бѣлаго цвѣта пересѣчены мѣстами желто-золотистыми полосами; изъ-подъ средней, изящно изогнутой арки, опирающейся на голубые столбы льда, струятся молочно-бѣлая воды главнаго притока Бана. Напротивъ, по ту сторону долины, возвышается гора Пельву, подобно готической стрѣльчатой башнѣ со множествомъ колоколенъ; между остроконечными пиками этой горы лежатъ небольшія ледяныя поля, похожія на плиты бѣлаго мрамора.



Ледникъ Пастерце, стекающій съ вершины Гроссъ-Глокнера.

Къ югу отъ мощнаго горнаго массива Уазана встрѣчаются только отдѣльные ледники въ верхнихъ ущельяхъ высокихъ горъ; эти маленькіе обособленные глетчеры нигдѣ не соединяются между собою и нигдѣ не образуютъ ледяного потока, который бы спускался въ долины, лежащія у подножія горъ. Гора Визо и нѣкоторыя вершины въ Приморскихъ Альпахъ имѣютъ лишь небольшія ледяныя поля; послѣдній ледникъ въ этой области — это Клянье де-Пагаренъ, находящійся между Ниццей и Вальдieri. При взглядѣ на карту центральной Европы, мы замѣчаемъ, что главные группы ледниковъ сосредоточены вокругъ Монблана, Монте-Розы, Финстерааргорна, Бернины и Эцтала. Нижеслѣдующая таблица, изъ которой видно, что Монте-Роза является настоящимъ центромъ ледниковой области въ Альпахъ, указываетъ и на относительное значеніе каждой изъ перечисленныхъ горныхъ группъ.



Монбланъ.	Ледяное море, длина	15	килом.
»	Ледникъ Аржантьеръ	» 10	»
»	» Бюнассэ	» 10	»
Монте-Роза.	» Горнеръ	» 15,3	»
»	» Ферпекль	» 14,2	»
»	» Циналь	» 10,7	»
»	» Финделенъ	» 10	»
»	» Цмутъ	» 8,6	»
»	» Туртманъ	» 7,6	»
»	» Ридъ	» 7,6	»
Финстерааргорнъ.	» Алечъ	» 21,3	»
»	» Вишъ	» 14,8	»
»	» Унтераарскій	» 14,3	»
»	» Чингель	» 8,7	»
»	» Летшемъ	» 7,8	»
»	» Обераарскій	» 7,7	»
Бернина.	» Мортиратъ	» 9,3	»
»	» Форно	» 8,8	»
Эцталъ.	» Гепачъ	» 11,3	»
»	» Гургль	» 10	»
»	» Хинтерейсъ	» 9,2	»
»	» Мюрцоль	» 8,8	»
»	» Миттельбергъ	» 7,8	»
»	» Вернахтъ	» 7,6	»

Въ этой таблицѣ помѣщены лишь ледники, имѣющіе болѣе 7 килом.

Пиренейскія горы лежатъ южнѣе Альпъ и достигаютъ меньшей высоты, и поэтому онѣ имѣютъ гораздо меньше снѣговыхъ полей и ледниковъ на своихъ склонахъ, чѣмъ Альпы. Пиренейскіе ледники, которыхъ насчитывается около сотни, почти всѣ принадлежатъ къ разряду «вершинныхъ» ледниковъ и не спускаются внизъ, въ долины. Только одинъ изъ пиренейскихъ ледниковъ, именно восточный Виньемальскій ледникъ имѣетъ видъ ледяного потока, но и онъ оканчивается въ ущельѣ на высотѣ 2197 метровъ надъ уровнемъ моря. Хотя ледники Пиренеевъ нельзя сравнивать съ альпійскими ледниками ни по величинѣ ни по развитію, тѣмъ не менѣе и они замѣчательны своими глубокими трещинами и небольшими озерами, покрытыми плавающими льдинами, и другими явленіями, которыя наблюдаются въ ледникахъ Швейцаріи.

Кавказъ по своему общему строенію можетъ соотвѣтствовать Пиренейскому хребту, но, въ отличіе отъ Пиренеевъ, онъ гораздо богаче ледниками.\* На Кавказѣ насчитывается около 250 ледниковъ перваго порядка и около 1000 ледниковъ второго порядка. Наибольшее скопленіе глетчеровъ наблюдается между горными вершинами Казбека и Эльбруса. Эта часть Кавказскаго хребта самая высокая, и здѣсь нѣтъ ни одного перевала ниже трехъ тысячъ метровъ. Погодіе и широкіе склоны Эльбруса особенно благопріятствуютъ накопленію снѣговъ, и дѣйствительно, на его вершинахъ и склонахъ мы находимъ обширныя снѣжныя поля, общая поверхность которыхъ равняется приблизительно 200 квадр. километровъ. Со склоновъ Эльбруса спускается около восьмидесяти ледниковъ,





Фирновые поля и верхнія части ледниковъ въ массивѣ Пельву.

изъ которыхъ наиболѣе значительными считаются ледники: Ирикъ, Азау и Кугуртлю. Ледникъ Ирикъ спускается съ восточнаго склона горы въ долину Баксана и достигаетъ восьми километровъ длины. Съ южнаго склона Эльбруса стекаетъ ледникъ Азау, имѣющій около семи километровъ длины. Третій большой ледникъ Эльбруса—Кугуртлю спускается съ западнаго склона горы и имѣетъ въ длину болѣе пяти километровъ. Верхняя часть этого ледника почти со всѣхъ сторонъ окружена высокими остроконечными разорванными скалами,—по всей вѣроятности, краями древняго кратера Эльбруса. Въ конечной моренѣ Кугуртлю попадаются часто куски сѣры, перемѣшанные съ зернами бѣлаго кварца, кусочками трахита и другихъ минераловъ. Безъ сомнѣнія, эта сѣра отлагалась на стѣнкахъ кратера Эльбруса, когда онъ еще продолжалъ дѣйствовать. Благодаря присутствію сѣры въ своихъ моренахъ этотъ ледникъ и получилъ свое названіе (кугуртъ—значить сѣра).

Однако всѣ ледники Эльбруса значительно уступаютъ по величинѣ ледникамъ сосѣднихъ вершинъ. Однимъ изъ самыхъ замѣчательныхъ и огромныхъ ледниковъ Кавказа считается ледникъ Бизинги, или Улу-тау-чиранъ, находящійся въ бассейнѣ рѣки Черекъ (притокъ Терека). Этотъ ледникъ имѣетъ въ длину семнадцать верстъ, не считая фирновыхъ полей, и по своей длинѣ онъ уступаетъ только величайшему альпійскому глетчеру—Алечскому, а по величинѣ поверхности долженъ быть поставленъ на ряду съ знаменитымъ Ледянымъ моремъ Монблана.

Рядомъ съ Бизинги, по другую сторону гигантской вершины Дыхъ-тау, лежитъ другой громадный ледникъ Кавказа—Дыхъ-су, имѣющій въ длину около десяти верстъ. Этотъ ледникъ спускается



нѣсколькими потоками съ вершинъ Шхарскаго массива; онъ весь заваленъ щебнемъ и представляетъ одинъ изъ самыхъ трудно-доступныхъ ледниковъ Кавказа. Всюду на его поверхности торчатъ огромныя ледяныя пирамиды, раздѣланныя глубокими трещинами; на каждомъ шагѣ зіяютъ глубокія пропасти. Средняя ширина этого ледника достигаетъ около версты.

Въ той части Кавказа, которая носитъ названіе Дигорскихъ Альпъ, насчитывается до тридцати ледниковъ перваго порядка, изъ которыхъ наиболѣе значительными считаются ледники Агштанъ, Штулу или Кара-су, Цейскій ледникъ и Карагомъ. Ледникъ Агштанъ начинается въ обширной котловинѣ между горами Шаривчикъ и Фостнаргынь. Длина этого ледника болѣе десяти километровъ, онъ имѣетъ небольшія морены и отличается необыкновенной чистотою. На его поверхности нѣтъ почти совсѣмъ ни камней ни щебня, и поэтому видъ на глетчеръ необыкновенно красивъ. Къ востоку отъ Агштана, въ бассейнѣ Черека, спускается ледникъ Штулу,—его длина около шести километровъ. Этотъ ледникъ оканчивается большимъ ледянымъ гротомъ, изъ котораго вытекаетъ рѣчка Кара-су.

Въ послѣднемъ ущельѣ Дигорскихъ Альпъ находится великолѣпный Цейскій ледникъ, состоящій изъ двухъ кристаллическихъ рѣкъ: одна изъ нихъ спускается съ Адай-Хоха и Чанчахи, а другая—съ восточной Чанчахи и Мамисонъ-Хоха. Вся длина этого ледника равняется около десяти километровъ. На высотѣ 2510 метровъ стѣны долины, по которой спускается ледникъ, сближаются,



Вершина горы Дыхъ-тау на Кавказѣ.





Горный Шхарскій массивъ на Кавказѣ, откуда берутъ начало многочисленные ледники.

ущелье образуетъ здѣсь порогъ, вслѣдствіе чего вся масса ледника разрывается, и его поверхность въ этомъ мѣстѣ покрыта массой трещинъ, пирамидъ и зубцовъ. Выше этого ледопада тянется довольно ровная часть ледника, а затѣмъ слѣдуетъ второй ледопадъ.

Ледникъ Карагомъ имѣетъ въ длину около шестнадцати километровъ, и въ этомъ отношеніи уступаетъ только леднику Бизинги. Карагомъ спускается въ долины ниже всѣхъ другихъ кавказскихъ ледниковъ; этотъ глетчеръ на протяженіи нѣсколькихъ верстъ течетъ среди березовыхъ и сосновыхъ лѣсовъ, что придаетъ леднику особенную красоту. Карагомъ оканчивается живописными ледниковыми воротами, изъ которыхъ съ шумомъ вытекаетъ рѣчка Карагомъ.

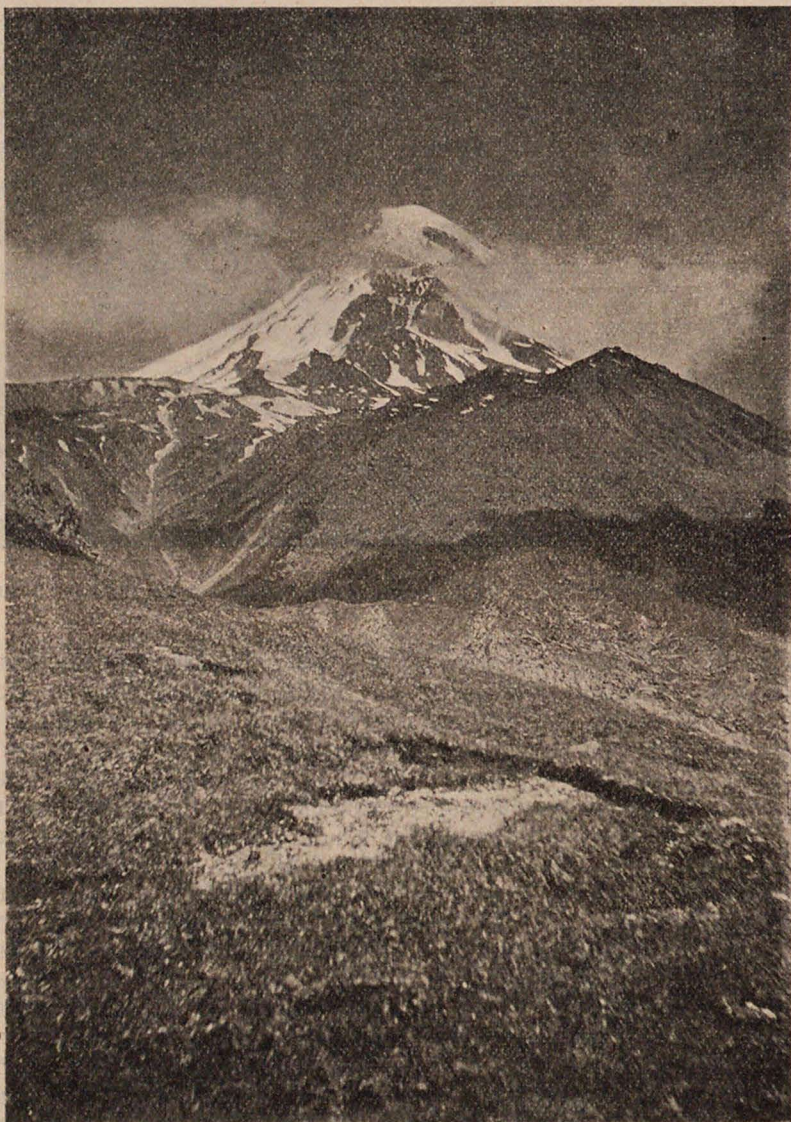
Изъ ледниковъ Казбека наибольшей извѣстностью пользуется Девдоракскій ледникъ. Подобно Эльбрусу, Казбекъ представляет собою потухшій вулканъ, но, въ отличіе отъ Эльбруса, Казбекъ обладаетъ болѣе крутыми склонами, и поэтому площадь его постоянныхъ снѣговъ и льдовъ значительно меньше, чѣмъ на Эльбрусѣ.

Девдоракскій ледникъ имѣетъ въ длину около шести километровъ. Онъ беретъ свое начало изъ обширнаго фирноваго поля, находящагося къ сѣверу отъ вершины Казбека (на высотѣ 12.500 футовъ). Ледникъ вытекаетъ тремя рукавами, раздѣленными другъ отъ друга скалами. Ниже къ леднику присоединяются еще четыре вѣтви, берущія начало на правомъ склонѣ Девдоракскаго ущелья.

Поверхность Девдоракскаго ледника страшно крута, и на пространствахъ послѣднихъ двухъ верстъ ледникъ имѣетъ паденіе въ



800 футовъ на версту, т.-е. почти  $25^{\circ}$ . Девдоракскій ледникъ мало доступенъ, и путешествіе по его поверхности представляетъ значительную опасность, такъ какъ вышележащіе камни часто низвер-



К а з б е к ъ .

гаются внизъ. На ледникѣ встрѣчаются многочисленныя пропасти, ямы, трещины и ледопады. Девдоракскій ледникъ оканчивается узкимъ и крутоспускающимъ языкомъ въ пяти верстахъ отъ Военно-Грузинской дороги. Время отъ времени этотъ ледникъ сильно увеличивается въ длину и ширину, и вслѣдствіе этого его конецъ об-





Ледникъ Лекзырь въ Местійской долині на Кавказѣ.

рушивается внизъ и производитъ страшные завалы на Военно-Грузинской дорогѣ.

Съ южнаго склона Казбека спускаются четыре большихъ ледника, изъ которыхъ ледники Цминда и Цаннеръ наиболѣе значительны. Ледникъ Цаннеръ состоитъ изъ нѣсколькихъ вѣтвей и оканчивается на высотѣ 2084 метровъ. По величинѣ своей поверхности (около 70 квадр. кил.) онъ занимаетъ первое мѣсто среди кавказскихъ ледниковъ.

Въ Местійской долині находятся четыре ледника, изъ которыхъ Лекзырь и Чалаатъ принадлежатъ къ наиболѣе красивымъ. Лекзырь имѣетъ пятнадцать километровъ длины и по величинѣ своей поверхности уступаетъ только ледникамъ Бизинги и Цаннеру. Ледникъ Чалаатъ имѣетъ около одиннадцати километровъ длины, и его нижній конецъ лежитъ на высотѣ 1421 метра, такимъ образомъ, этотъ ледникъ спускается ниже всѣхъ остальныхъ кавказскихъ ледниковъ.

Кромѣ этого, ледники находятся еще на Алагезѣ и Араратѣ. Вершины Алагеза, вслѣдствіе своей крутизны, лишены снѣгового покрова, но у ихъ подножія находятся огромныя массы снѣга. Изъ этихъ фирновыхъ полей спускаются два короткихъ глетчера, раздѣленныхъ скалистымъ гребнемъ.

Съ вершины Большого Арарата спускается также нѣсколько глетчеровъ, изъ которыхъ самымъ замѣчательнымъ считается ледникъ, спускающійся съ сѣверо-западной стороны въ долину св. Іакова, или Аргури.



Кавказскіе ледники изслѣдованы сравнительно мало; ихъ общая площадь также не опредѣлена точно, но многіе ученые полагаютъ, что, несмотря на то, что линія постоянныхъ снѣговъ на Кавказѣ лежитъ выше, чѣмъ въ Альпахъ, однако, вѣдствие большей высоты Кавказа, его область снѣжныхъ полей и ледниковъ не меньше Альпійской.\*

Самыми большими ледниками умѣреннаго пояса въ сѣверномъ полушаріи слѣдуетъ считать ледники на Гималаѣ и на Каракорумѣ. Сравнительно съ этими широко раскинувшимися массами льда, стекающими съ главныхъ вершинъ Азіи, самые большіе ледники Альпъ и Кавказа должны отступить на второе мѣсто. Длиннѣйшій ледникъ въ горахъ Индіи, Біафо, въ долинѣ Чигара, въ Каракорумѣ, имѣетъ не менѣе 58 километровъ длины; онъ длиннѣе на 31 кил. Алечскаго ледника въ Швейцаріи; его поверхность равна нѣсколькимъ сотнямъ квадратныхъ километровъ. Недалеко отъ него находятся другія ледяныя поля Бальторо, Мустага, которыя только немногимъ меньше его <sup>1)</sup>. Массы льда, наполняющія каждую изъ долинъ Каракорума, превосходятъ, по крайней мѣрѣ, разъ въ десять ледяныя скопленія альпійскихъ ледниковъ.

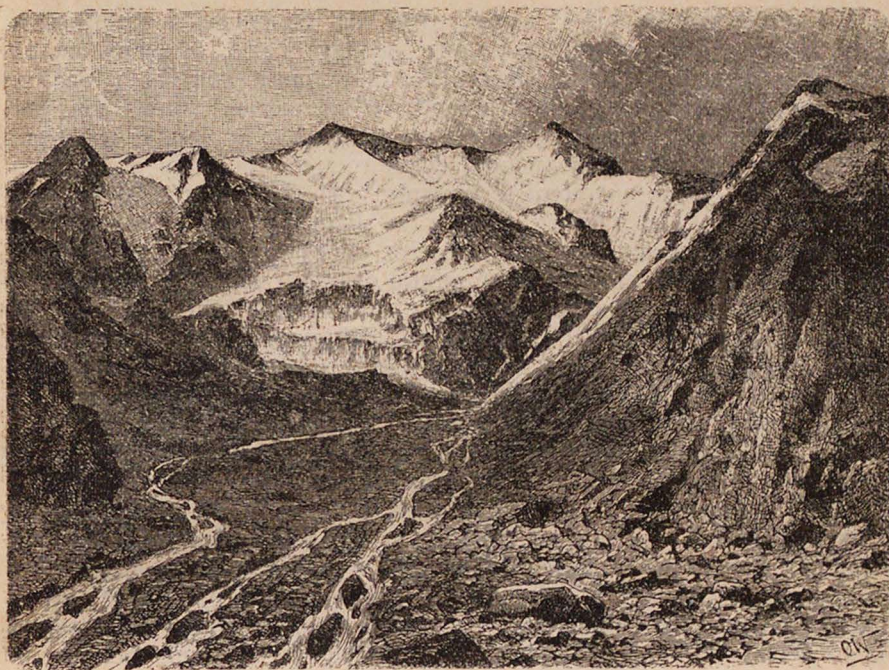
Къ югу отъ Каракорума простирается Гималайскій хребетъ, который уже находится подъ вліяніемъ влажныхъ юго-западныхъ муссоновъ, доставляющихъ обильные осадки, особенно на южномъ склонѣ Гималаевъ, гдѣ поэтому ледники достигаютъ громаднаго развитія и спускаются на 1000—2000 метровъ ниже, чѣмъ на сѣверномъ склонѣ, прилежающемъ къ сухой и жаркой области центральной Азіи. Гималайскіе ледники изслѣдованы еще очень



Вершины Гималайскихъ горъ, покрытыя снѣгами и ледниками.

<sup>1)</sup> Montgomerie. Mittheilungen von Peterman. 1863. Godwin. A., Journal of the Geogr. Soc. of London. 1864.





Ледникъ горы Гумбольдта въ горномъ хребтѣ Куэнь Луня (центральная Азія).

мало, но тѣмъ не менѣе извѣстно, что ледники въ Гималаѣ встрѣчаются очень часто, и они достигаютъ здѣсь громаднѣхъ размѣровъ.

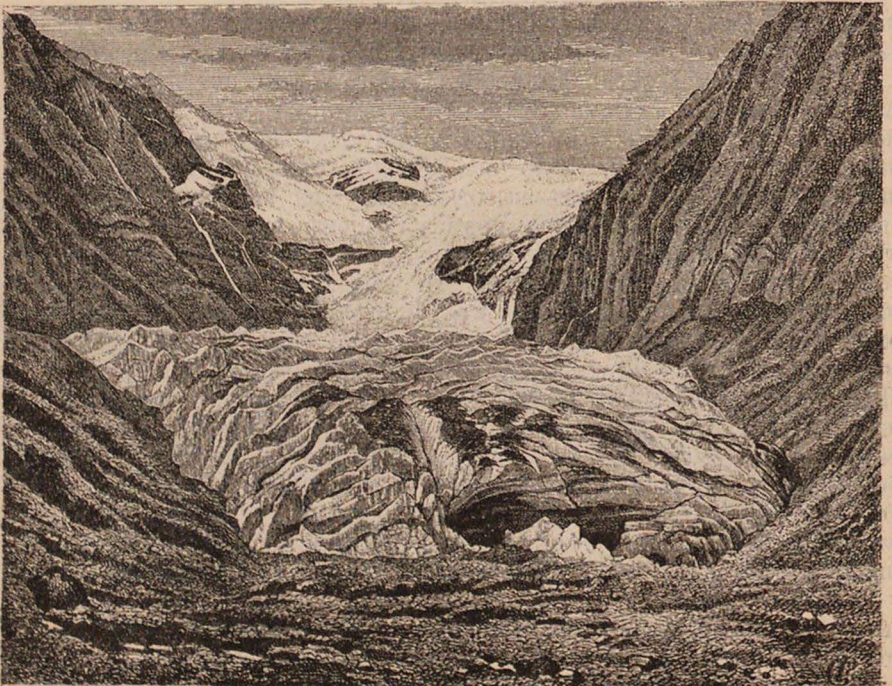
Горныя цѣпи сѣверной части Стараго Свѣта значительно ниже Альпъ, Кавказа и Гималая, поэтому ледники здѣсь встрѣчаются меньшихъ размѣровъ, чѣмъ въ упомянутыхъ центральныхъ массахъ Европы и Азіи. Зато на сѣверѣ близость полюса возмѣщаетъ отчасти недостатокъ высоты. Такъ, на горахъ Скандинавіи, склоны которыхъ находятся подъ вліяніемъ влажныхъ западныхъ вѣтровъ, обширныя снѣговыя поля покрываютъ высокія плоскогорія, которыми заканчиваются эти горы; во многихъ ущельяхъ, направляющихся на западъ, къ фіордамъ, спускаются ледники, оканчивающіеся на высотѣ 500 и даже 245 метровъ надъ уровнемъ моря. Самый значительный изъ скандинавскихъ ледниковъ — Лодаль беретъ начало изъ громаднѣхъ фирновыхъ полей Юстедаль; длина этого ледника около восьми километровъ, а ширина 800 метровъ. Поверхность этого ледника гораздо меньше площади большихъ альпійскихъ ледниковъ; она равняется приблизительно седьмой части большого Алезскаго ледника, если не принимать въ расчетъ его фирновыхъ полей, которыя одни занимаютъ площадь болѣе чѣмъ въ двадцать квадратныхъ километровъ.

Уральскія горы, хотя и тянутся подобно скандинавскимъ плоскогоріямъ далеко на сѣверъ, но онѣ не имѣютъ ни одного ледника на своихъ склонахъ, такъ какъ ихъ вершины не достигаютъ предѣла постоянныхъ снѣговъ. Въ самый разгаръ лѣта на вершинахъ Урала, высотъ которыхъ колеблется между 1200



и 1500 метрами, совсѣмъ не встрѣчается сплошныхъ снѣговыхъ полей, только мѣстами по лощинамъ, между скалъ, бываютъ видны одинокія снѣжныя полянки. Этотъ поразительный контрастъ Уральскихъ горъ съ горами Скандинавіи объясняется тѣмъ, что на Уралѣ выпадаетъ меньшее количество осадковъ, а также и тѣмъ, что эти горы имѣютъ небольшую, сравнительно, ширину и одиноко расположены среди низменной тундры, гдѣ зимою господствуютъ холодные вѣтры, а лѣтомъ засухи и жары.

\*Другія горныя цѣпи, окружающія Сибирь съ юга и болѣе высокія, чѣмъ Уралъ, имѣютъ постоянные снѣга и ледники. Наиболѣе богаты ледниками горныя цѣпи Алтая и Тянь-Шаня. Исслѣдователь Алтая, профессоръ Сапожниковъ, открылъ здѣсь болѣе тридцати ледниковъ. На Алтаѣ высота снѣговой линіи колеблется между 2250 и 2700 метрами выше уровня моря; нѣкоторыя же горныя вершины Алтая поднимаются гораздо выше этой границы. Профессоръ Сапожниковъ дѣлитъ ледники Алтая на четыре слѣдующихъ группы: ледники высочайшей горы Алтайскаго хребта — Бѣлухи (3350 метровъ вышины), гдѣ насчитывается шесть большихъ ледниковъ съ общою площадью около 50 кв. верстъ; эти ледники слѣдующіе: Берельскій (9 верстъ длины), Катунскій (8 верстъ), Черный, Акъ-кэмскій, Ядычемскій или Менъ-су и ледникъ Куркуре. Всѣ эти ледники оканчиваются на высотѣ около 2000 метровъ. Вторую группу алтайскихъ ледниковъ составляютъ ледники Чуйскихъ бѣлковъ, гдѣ извѣстны восемь ледниковъ; третій ледниковый центръ представляютъ горы Бишъ-Ирду.



Глетчеръ въ Норвегіи.





Внутренний материковый ледъ въ Гренландіи.

и, наконецъ, четвертую группу составляютъ ледники горы Тянь-Шань-Богдоола, въ бассейнѣ рѣки Калгутты въ юго-восточномъ Алтаѣ.

Въ Тянь-Шанѣ ледники достигаютъ еще большаго развитія, чѣмъ на Алтаѣ. Самымъ большимъ ледникомъ Тянь-Шаня считается въ настоящее время Зарявшанскій, имѣющій около тридцати верстъ длины. Сливаясь изъ огромнаго множества рукавовъ, онъ имѣетъ около тридцати срединныхъ моренъ; покрывая всю поверхность ледника, эти морены мѣстами представляютъ цѣлыя горы. Этотъ гигантскій ледникъ даетъ начало рѣкѣ Зарявшану.

Въ центральной части Тянь-Шаня извѣстенъ Петровъ ледникъ, имѣющій около двадцати верстъ длины. Этотъ ледникъ питаетъ истоки рѣки Сыръ-Дарьи. На Алайскомъ хребтѣ наиболѣе значительнымъ ледникомъ считается ледникъ Щуровскаго. Кромѣ него, здѣсь находится еще нѣсколько ледниковъ совершенно не изслѣдованныхъ. Вообще ледники Тянь-Шаня и другихъ горныхъ цѣпей центральной Азіи очень мало еще изучены и описаны; но, основываясь на словахъ путешественниковъ по русскимъ азіатскимъ владѣніямъ — Федченко, Липскаго, Семенова, Сѣверцова, Ошанина и др., горы центральной Азіи имѣютъ многочисленные глетчеры.

Въ восточной Сибири небольшіе ледники извѣстны около озера Косогола, на горѣ Мунко-сардыкъ, а также на хребтѣ Танну-ола. На Камчаткѣ, подъ  $56^{\circ}$  сѣв. широты, постоянные



снѣга уже начинаются на высотѣ 1600 метровъ надъ уровнемъ моря, и многія вершины Камчатскихъ вулкановъ бываютъ всегда покрыты снѣгомъ. Однако коническая форма вулкановъ и ихъ изолированное положеніе не благоприятны для образованія ледниковъ. Только на Ключевской сопкѣ существуетъ ледяной покровъ, достигающій около четырнадцати метровъ толщины; но поверхность этого покрова совершенно гладкая и безъ трещинъ, такъ что никакихъ признаковъ движенія льдовъ здѣсь не замѣтно.\*

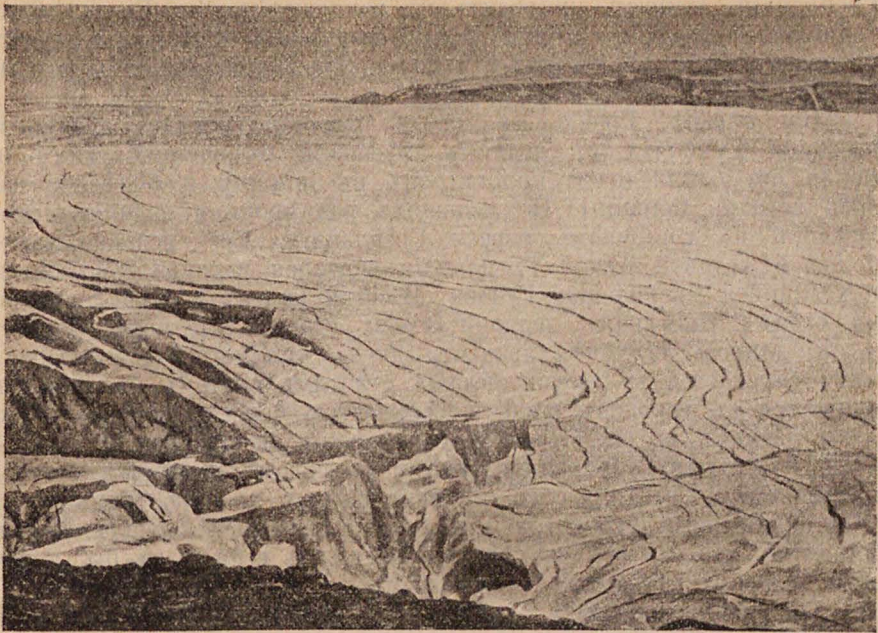
Въ пустынныхъ областяхъ, простирающихся на сѣверѣ Азіатскаго материка, нѣкоторое подобіе фирновыхъ полей встрѣчается даже на равнинахъ. Этимъ массамъ недостаетъ только поступательнаго движенія, чтобы вполне походить на настоящіе ледники. Снѣгъ, выпадающій въ этихъ мѣстахъ зимою, набивается во всѣ углубленія почвы, въ овраги и ямы, и не успѣваетъ растаять въ теченіе здѣшняго короткаго лѣта. Осенью онъ снова замерзаетъ и на него наносятся новые пласты снѣга. Вслѣдствіе частичныхъ оттаиваній и послѣдовательныхъ замерзаній, снѣгъ постепенно превращается въ фирнъ, а затѣмъ въ такой чистый и прозрачный голубой ледъ, какъ въ альпійскихъ ледникахъ. Ледяная масса иногда бываетъ изборъ ж ена въ разныхъ мѣстахъ рещинами, благодаря рѣзкимъ переѣнамъ въ температурѣ. Но эта масса льда не движется подобно леднику; только талая вода, накопившаяся на поверхности льда, сбѣгаетъ внизъ и снова замерзаетъ, постепенно увеличивая основаніе ледяного холмика.

Страны сѣвернаго полярнаго пояса — Гренландія, Шпицбергенъ и другіе острова Сѣвернаго Ледовитаго океана представляютъ по преимуществу область фирновыхъ полей и ледниковъ. Здѣсь всѣ горы, даже высоту въ 300 — 500 метровъ, круглый годъ покрыты снѣгомъ, а ледяныя поля, спускающіяся въ долины, почти всѣ достигаютъ берега моря.

Ледники полярныхъ областей только тѣмъ и отличаются отъ ледниковъ центральной Европы, что, вслѣдствіе низкаго положенія снѣговой линіи, фирновыя поля ихъ гораздо обширнѣе самыхъ ледниковъ. Одно время господствовало мнѣніе, что ледники Шпицбергена, даже у своего нижняго конца, имѣютъ видъ и строеніе фирновыхъ полей. Но это невѣрно; ледники полярныхъ областей имѣютъ, какъ и остальные, и трещины, и мельницы, и слоистое строеніе, и голубую пластинчатость, и морены, и подледниковыя ручьи. Только мощный снѣжный покровъ, одѣвающій всю страну, а съ нею вмѣстѣ и поверхность ледника, придаетъ всему утомительно однообразный видъ: камни моренъ рѣдко показываются на поверхности, а что касается до конечныхъ моренъ, которыя должны накопляться впереди каждаго ледника, то здѣсь ихъ слѣдуетъ искать на днѣ моря, куда падаютъ всѣ обломки, сорвавшіеся съ поверхности ледника.

\*Материкъ Гренландіи, поверхность котораго равна двумъ милліонамъ квадратныхъ километровъ, весь покрытъ снѣгомъ и льдомъ, за исключеніемъ лишь береговой полосы. Первую серьезную попытку изслѣдовать Гренландію предпринялъ въ 1883 году Норденшельдъ, которому удалось пройти подъ 70° сѣв. широты почти до половины Гренландіи. Въ 1888 г. Фритіофъ Нансенъ пересѣкъ Гренландію къ сѣверу отъ 64° с. ш. сдѣлавъ на лыжахъ





Поверхность одного изъ гренландскихъ глетчеровъ.

переходъ въ 560 километровъ въ сорокъ дней. Наконецъ Пири въ 1892 и въ 1895 гг. проникъ въ наиболѣе сѣверныя части Гренландіи, а многія экспедиціи, въ особенности Дригальскаго (1891—93 гг.) изслѣдовали въ достаточной степени береговую окраину Гренландіи.

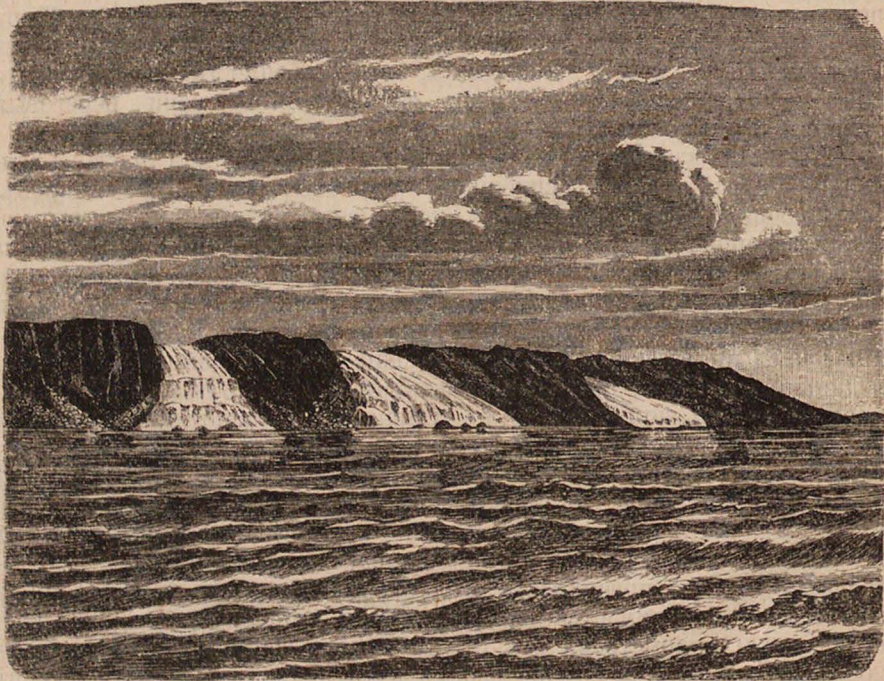
Всѣ эти изслѣдованія показали, что внутренняя часть Гренландіи представляетъ сплошной фирново-ледниковый покровъ, заполняющій всѣ углубленія и неровности почвы; только выдающіяся вершины выступаютъ среди снѣга и льда въ видѣ отдѣльных островковъ. Эти холмы и скалы, выступающіе среди ледяной равнины, называются *пунатаками*. Кромѣ пунатаковъ только узкая береговая полоса Гренландіи свободна отъ льда и то не вездѣ. Многочисленные фіорды, прорѣзывающіе берега, заняты мощными ледниками, которые представляютъ какъ бы отроги сплошного ледниковаго покрова, получившаго, въ отличіе отъ окраинныхъ ледниковъ, названіе внутренняго или *материковаго* льда (Binneneis, Inlandeis), или, по-эскимосски, «сермерсоакъ» (большой ледъ). Материковый ледъ въ Гренландіи занимаетъ девять десятыхъ всей поверхности материка. Хотя сермерсоакъ далеко еще не изслѣдованъ, тѣмъ не менѣе путешественники, проникавшіе внутрь страны, свидѣтельствуютъ, что поверхность его съ удаленіемъ отъ береговъ моря значительно поднимается. Норденшельдъ говоритъ, что на разстояніи 300 километровъ отъ берега высота сермерсоака достигаетъ 2000 метровъ, а Хансенъ на своемъ пути поднялся на 2720 метровъ надъ уровнемъ моря. На основаніи свѣдѣній различныхъ путешественниковъ о высотѣ материковаго льда въ разныхъ точкахъ



Гренландіи, Нансенъ приходитъ къ заключенію, что Гренландскій ледниковый покровъ имѣетъ форму выпуклаго щита, поверхность котораго близка къ поверхности шара. Эта форма является результатомъ пластичности самого льда.\*

На сѣверѣ Гренландіи среди многочисленныхъ ледниковъ выдается Гумбольдтовъ ледникъ, имѣющій въ нижней части не менѣе ста одиннадцати километровъ въ ширину и болѣе шестисотъ метровъ толщины. Не меньшихъ размѣровъ и ледникъ Дове, лежащій на восточномъ берегу Гренландіи. Еще недавно самой большій ледяной рѣкой Гренландіи считался ледникъ Ейсблинкъ, находящійся къ югу отъ Гудаба. Низкій конецъ этой чудовищной по своимъ размѣрамъ ледяной массы вдается въ море, образуя мысъ, длиною не менѣе двадцати двухъ километровъ. Этотъ ледникъ спускается къ океану весьма отлогимъ скатомъ и незамѣтно сливается съ горизонтальной поверхностью берегового льда. Такъ какъ ледникъ не оканчивается со стороны океана крутымъ обрывомъ, то трудно опредѣлить, гдѣ подъ льдомъ кончается суша и начинается море. Впрочемъ, во всю ширину ледника подъ водою тянется въ видѣ дуги гряда изъ обломковъ камней и скалъ. Весьма вѣроятно, что эта отмель представляетъ изъ себя какъ бы конечную морену, отложенную ледникомъ.

Въ очень холодныхъ моряхъ, какъ, напримѣръ, въ Смитовомъ проливѣ, ледникъ, погрузившись въ воду, температура которой ниже его собственной, продолжаетъ подвигаться впередъ по дну и глубоко подъ водою; при этомъ ледяная масса не теряетъ своей

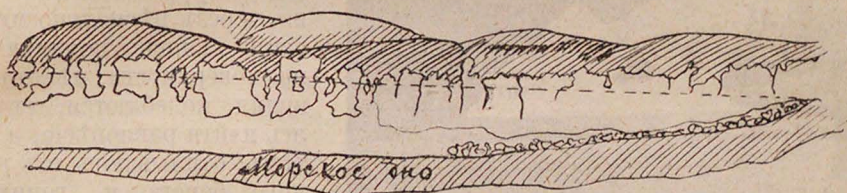


Ледники на островѣ Янгъ-Майенъ въ сѣверномъ полярномъ океанѣ.



плотности; конецъ ледника скользитъ по скаламъ морского дна, какъ огромный стругъ, сраивая и полируя подводныя скалы. Этотъ громадный пластъ льда, который по своему удѣльному вѣсу легче воды, не всплываетъ, а остается на днѣ моря, потому что его удерживаетъ на днѣ все остальное ледяное поле, котораго онъ составляетъ только конецъ. Однако рано или поздно, по связъ подводной части ледника съ остальнымъ ледникомъ, находящимся на берегу, нарушается. Конецъ ледника подъ водою отламывается и всплываетъ на поверхность моря въ видѣ большихъ пловучихъ льдинъ, извѣстныхъ подъ именемъ «айсберговъ», или ледяныхъ горъ. Эти горы льда, гонимыя холодными полярными течениями, спускаются далеко къ экватору и доходятъ, напримѣръ, въ Атлантическомъ океанѣ, до  $38^{\circ}$  сѣв. шир., т.-е. до широты Испаніи.

Въ Тихомъ океанѣ айсберговъ почти не встрѣчается, потому что у Берингова пролива нѣтъ большихъ ледниковъ, спускающихся къ морю, а глетчерные льды Аляски не доходятъ до открытаго океана. Главныя мѣсторожденія айсберговъ находятся на Новой Землѣ, на островѣ Янъ-Майенѣ, на Шпицбергенѣ и въ Гренландіи.



Схематическое изображеніе образованія айсберговъ. Пунктирная линія представляетъ уровень моря. Конецъ ледника, спускаясь въ море, постепенно поднимается волнами и, въ концѣ-концовъ, подъ ихъ напоромъ отъ ледника отрываются глыбы льда, образующія айсберги.

\*Величина айсберговъ бываетъ весьма различна и зависитъ отъ размѣра ледниковъ, отъ которыхъ они оторвались. Нѣкоторые айсберги достигаютъ нѣсколькихъ верстъ въ поперечникѣ и возвышаются на сто и болѣе метровъ надъ поверхностью воды. Такъ какъ ледъ приблизительно въ восемь-девять разъ легче воды, то надъ поверхностью моря выдается лишь только одна восьмая или одна девятая часть айсберга, а главная его масса находится въ водѣ. Такимъ образомъ айсберги сидятъ иногда на семьсотъ и даже восемьсотъ метровъ (саженъ и на четыреста) въ водѣ. Айсберги очень опасны для кораблей и пароходовъ, и благодаря столкновенію съ ними погибло много судовъ. Такъ, въ 1912 г. на пути изъ Англіи въ Америку погибъ отъ столкновенія съ айсбергомъ пароходъ «Титаникъ», при этой катастрофѣ погибло болѣе двухъ тысячъ человѣкъ пассажировъ.

Форма ледяныхъ горъ бываетъ различна. Въ началѣ айсберги имѣютъ сравнительно простую форму, а затѣмъ, подъ вліяніемъ тепла и вѣтра, они неравномѣрно растаиваютъ и принимаютъ иногда красивыя и фантастическія очертанія; иногда на поверхности айсберга возвышаются странныя ледяныя башни, крѣпости, гроты и т. п.



Материковый ледъ Гренландіи, сползая почти горизонтально въ море, держится нѣкоторое время надъ водой; громадная глыба въ 50, 100 и даже болѣе метровъ вышиною, какъ, напримѣръ, въ ледникѣ Горнъ-Зундѣ, на югѣ Шпицбергена, повисаетъ надъ моремъ. Во время отлива громадная нависшая ледяная глыба, подъ которой можно проѣхать на лодкѣ, удерживается на вѣсу, ни на что не опираясь, только благодаря связи съ остальною массой льда и съ сосѣдними скалами. Но постепенно море начинаетъ подтачивать ледъ вездѣ, куда только достигаютъ его волны; этой работѣ помогаютъ солнце и дождь. Между тѣмъ ледникъ все



Видъ айсберга въ Атлантическомъ океанѣ.

продолжаетъ двигаться впередъ, и въ его толщѣ появляются трещины. Наконецъ часть нависшей надъ моремъ ледяной массы отрывается, и мощныя ледяныя глыбы съ страшнымъ трескомъ и шумомъ падаютъ въ море; онѣ сразу всѣ погружаются въ воду, но черезъ нѣсколько мгновений вновь появляются на поверхности, нѣкоторое время колеблются, стараются найти равновѣсіе, а затѣмъ отплываютъ отъ родного берега и, гонимыя вѣтрами и теченіями, начинаютъ свое странствованіе по океану, медленно растаивая и уменьшаясь. Подводная часть ледяныхъ горъ таетъ во много разъ скорѣе, чѣмъ надводная, и потому въ этой послѣдней образуются нависшія скалы, гроты и фантастическія фигуры. Нѣкоторые айсберги, по словамъ Вейпрехта, существуютъ до десяти лѣтъ.

Число ледяныхъ горъ въ значительной степени колеблется въ зависимости отъ мѣста и времени года. Тамъ, гдѣ въ море спускаются многочисленные ледники и отроги материковаго льда, образуются многочисленные ледяныя горы. Путешественникъ Гелландъ говоритъ, что «глядя съ берега Гренландіи, въ бухтѣ Якобсгавна, вы не видите совсѣмъ фіорда изъ-за ледяныхъ пловучихъ горъ и ледяныхъ обломковъ».

Попадая въ болѣе теплую воду, ледяныя горы быстро таютъ и разрушаются. Разрушенію ледяныхъ горъ способствуетъ много вода, образующаяся на поверхности айсберговъ подъ вліяніемъ солнца; эта вода, попадая въ щели и трещины айсберга, замерзаетъ и вызываетъ новые разломы; иногда отъ такихъ трещинъ вся





Ледники на полуостровѣ Аляскѣ.



надводная часть горы разваливается на сравнительно небольшія глыбы. Обломки развалившагося айсберга могут снова смерзнуться при наступленіи морозовъ, и въ такомъ случаѣ они образуютъ такъ называемые *ледяныя поля*.

Ледяныя горы несутъ въ себѣ много обломковъ камней и скалъ, а также песку и щебня, оторванныхъ отъ почвы, гдѣ протекалъ ледникъ, часть котораго составляли ледяныя горы. При растаиваніи этотъ обломочный матеріалъ осѣдаетъ на дно моря и, если это происходитъ въ одномъ и томъ же мѣстѣ моря, то можетъ образовать *подводную морену*. На Шпицбергенѣ и въ Гренландіи устья многихъ фіордовъ заполнены подобными отложениями айсберговъ. У острова Ньюфаундланда, гдѣ растаиваетъ окончательно большая часть айсберговъ, плывущихъ отъ береговъ Гренландіи, этотъ обломочный матеріалъ, принесенный ледяными горами, образуетъ обширныя мели, или такъ называемыя «банки». Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ айсберги производятъ и обратное дѣйствіе: встрѣчая на своемъ пути мели и скалы, они сглаживаютъ и шлифуютъ ихъ и проводятъ глубокія борозды на морскомъ днѣ, сглаживая и углубляя его. Такимъ образомъ ледяныя горы могутъ производить замѣтныя и значительныя измѣненія рельефа морского дна.\*

Въ Новомъ Свѣтѣ ледники самыхъ сѣверныхъ горъ похожи на ледники Гренландіи и Шпицбергена въ томъ отношеніи, что и они спускаются до береговъ моря. Но, по мѣрѣ приближенія къ югу, нижній предѣлъ ледниковъ довольно быстро поднимается.

Наибольшее число ледниковъ въ Сѣверной Америкѣ наблюдается на полуостровѣ Аляскѣ. Граница постоянныхъ снѣговъ здѣсь проходитъ въ среднемъ на высотѣ 700 метровъ надъ уровнемъ моря, а въ области горъ святого Ильи спускается даже до 600 метровъ. Количество осадковъ здѣсь также очень велико, и поэтому даже южные отроги береговыхъ горъ, едва поднимающіеся на высоту 1800 метровъ, имѣютъ на своихъ склонахъ громадныя ледники, далеко превосходящіе по своимъ размѣрамъ ледники Альпійскихъ горъ.

Наиболѣе извѣстнымъ изъ ледниковъ Аляски считается глетчеръ Муръ, который вмѣстѣ съ другими (Великій Тихоокеанскій ледникъ, Карпантье) спускается колоссальными потоками къ заливу Гласьебэ. Ширина ледника на берегу моря достигаетъ почти трехъ километровъ. На ледникѣ находится много озеръ, а его поверхность покрыта огромными моренами. Около нижняго конца ледника по берегу залива обращаютъ на себя вниманіе слоистыя отложенія высотой въ 30 — 50 метровъ песка и щебня, которые отложены подледниковой водой. Наблюденія надъ перемѣщеніемъ матеріала на этомъ ледникѣ имѣютъ особенное значеніе для объясненія многихъ особенностей ледниковъ древнихъ эпохъ земной жизни.

Южнѣе ледники встрѣчаются въ Сѣв. Америкѣ близъ 52° сѣв. шир. на горѣ Форбесъ, далѣе на горѣ Ренъ между 46° и 47° с. ш. еще встрѣчаются небольшіе ледники; на нихъ иногда изливается горячая лава. Наконецъ, по свидѣтельству Кларенція Кинга, настоящіе ледники горы Шаста лежатъ къ югу отъ 42 градуса широты, на сѣверномъ склонѣ. Южнѣе этого градуса широты въ Америкѣ уже не встрѣчается ледяныхъ полей; ихъ нѣтъ





Снѣговья вершины Сіерры-Невады въ Сѣверной Америкѣ.



даже на вершинахъ Сіерры-Невады Калифорніи, поднимающихся выше четырехъ тысячъ метровъ надъ уровнемъ моря. Но остатки моренъ и бороздъ, встрѣчаемыхъ здѣсь, свидѣтельствуютъ, что когда-то ледники были и здѣсь. Что же касается главной цѣпи Скалистыхъ горъ, то на ней попадаются еще небольшіе ледники даже южнѣе  $38^{\circ}$  широты. Одинъ изъ нихъ лежитъ на Голи-Кроссѣ въ Національной цѣпи. Фирновые поля на этихъ горахъ вообще очень не велики, что объясняется сухостью воздуха и быстрымъ испареніемъ влаги, какъ слѣдствіемъ этой сухости.

Въ тропическомъ поясѣ Америки ледники, и то небольшихъ размѣровъ, встрѣчаются только по склонамъ горъ, вершины которыхъ поднимаются выше 5000 метровъ, какъ, напримѣръ, Оризаба, нѣкоторыя вершины Сіерры-Невады де Санта Марта, Иллимани



Ледникъ «Послѣдней Надежды» въ Патагоніи.

и др. Эти небольшія ледники, при сравненіи ихъ съ вышележащими обширными фирновыми полями и съ громадными размѣрами самихъ горныхъ цѣпей, не имѣютъ никакого значенія съ географической точки зрѣнія. На высокихъ вулканахъ Эквадора снѣговые поля покрываются толстымъ слоемъ вулканическаго пепла, и вершины ихъ кажутся безснѣжными. Снѣгъ на вершинѣ этихъ вулкановъ способствуетъ образованію грозныхъ грязевыхъ потоковъ съ обломками горныхъ породъ, пепломъ, глыбами лавы и льда.

Высокія горы и плоскогорія Боливіи и сѣвера Чили очень сухи, такъ какъ здѣсь преобладаютъ восточные вѣтры, дующіе съ материка. Южнѣе  $33^{\circ}$  южной широты, гдѣ начинаютъ преобладать влажные сѣверо-западные вѣтры, граница постоянныхъ снѣговъ сразу понижается съ высоты 5000 метровъ до 2000 метровъ. Гора Дескабзадо де Моль подъ  $35^{\circ}$  южн. шир. — одна изъ первыхъ чилийскихъ горъ, на склонахъ которой встрѣчаются ледники. Къ югу отъ этой вершины ледники попадаются все чаще и чаще,



и, по словамъ Филиппи, въ строеніи и движеніи ихъ наблюдается такое же разнообразіе, какъ у альпійскихъ ледниковъ. Подъ широтою  $46^{\circ}$ , т.-е. приблизительно на такомъ же разстояніи отъ экватора, на какомъ находятся Альпы, въ южной Америкѣ ледники уже спускаются почти къ морю, а подъ  $50^{\circ}$  южн. широты глетчерные потоки даютъ начало айсбергамъ, которые относятся къ сѣверу. Этотъ фактъ объясняется тѣмъ, что на западномъ склонѣ южно-американскихъ горъ количество выпадающихъ дождей и снѣга весьма значительно и, кромѣ того, средняя температура въ южномъ полушаріи ниже, чѣмъ въ сѣверномъ.

\*Ледники африканскихъ горъ еще почти совершенно не изслѣдованы. Извѣстно лишь, что граница постоянныхъ снѣговъ проходитъ въ центральной Африкѣ, на склонахъ горы Килиманджаро, на высотѣ 5000—5500 метровъ надъ уровнемъ моря. Съ вершины Килиманджаро спускается нѣсколько ледниковъ, которые оканчиваются всѣ на высотѣ 4000—4300 метровъ. Много ледниковъ встрѣчается въ горной цѣпи Рувензори, расположенной въ самомъ центрѣ Африки, подъ экваторомъ, между озерами Альбертъ-Ніанза, Альбертъ-Эдуардъ и Виктория Ніанза. Горная цѣпь Рувензори была открыта въ 1888 году знаменитымъ путешественникомъ Генри Стенли, рассказы котораго заинтересовали многихъ изслѣдователей. Однако болѣе подробно и тщательно Рувензори была изслѣдована лишь въ 1906 году экспедиціей принца Луи-Амедея Савойскаго. Эта экспедиція совершила восхожденіе на всѣ шесть группъ снѣжныхъ пиковъ Рувензори, измѣрила и сфотографировала ихъ.

На основаніи наблюденій этой экспедиціи, граница постоянныхъ снѣговъ проходитъ на Рувензори на высотѣ 4450—4500 метровъ надъ уровнемъ моря. Со склоновъ Рувензори спускаются нѣсколько десятковъ ледниковъ. Всѣ ледники Рувензори находятся въ настоящее время въ періодѣ отступанія, что видно по оставленнымъ ими конечнымъ моренамъ. На Рувензори нѣтъ теперь ледниковъ перваго порядка, спускающихся низко въ долины; всѣ ледники оканчиваются здѣсь высоко, на горныхъ вершинахъ, и поэтому принад-



Ледникъ Дригальскаго на западномъ Кибо (Килиманджаро) въ Африкѣ.



лежать къ ледникамъ второго порядка, или «вершиннымъ». Изъ ледниковъ на Рувензори ниже всѣхъ спускаются ледники Муръ и Семперъ; первый изъ нихъ оканчивается на высотѣ 4170 метровъ, а второй — на высотѣ 4269 метровъ надъ уровнемъ моря. Наиболѣе значительные ледники находятся на склонахъ горъ Стенли, Спекы и Беккера; съ другихъ горныхъ вершинъ, какъ, напримѣръ, съ вершины Эмина, Луи Савойскаго, спускаются ледники меньшихъ размѣровъ.

Характернымъ отличіемъ ледниковъ Рувензори отъ ледниковъ Альпъ является то, что ледники Рувензори берутъ начало не изъ фирновыхъ полей, какъ альпійскіе ледники, а вытекаютъ изъ обширныхъ полей льда, подобно большинству скандинавскихъ ледниковъ.

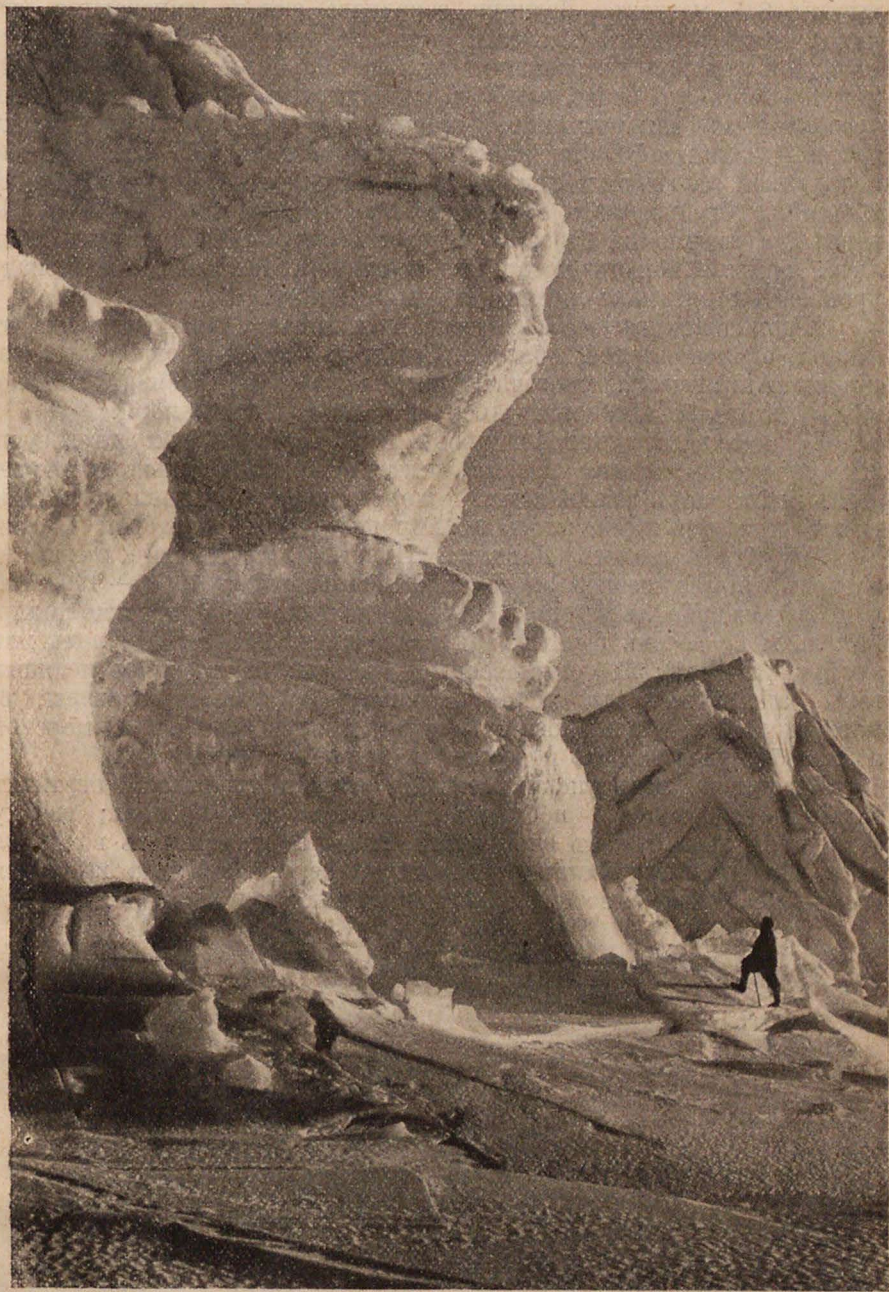
Быстрыя и частыя перемены температуры, то поднимающейся до десяти градусовъ выше нуля, то опускающейся градуса на три-четыре ниже нуля, производятъ попеременное таяніе и замерзаніе снѣга на вершинахъ Рувензори. Благодаря этому на этихъ горныхъ вершинахъ образуются многочисленные снѣговые навѣсы, сталактиты, башни, достигающія большихъ размѣровъ.\*

Кромѣ южной Америки и Африки, ледники въ южномъ полушаріи сильно распространены въ Новой Зеландіи. Ледники Новой Зеландіи представляютъ длинные, глубоко расположенные ледяные потоки, площадь которыхъ, сравнительно съ ихъ фирновыми полями, гораздо больше, чѣмъ въ Альпахъ Европы. Другимъ отличіемъ ново-зеландскихъ ледниковъ служить необыкновенно сильное развитіе моренъ, такъ что нижніе концы ледниковъ большею частью сплошь закрыты каменнымъ покровомъ. Самый большой



Снѣгъ на вершинѣ горы Маргариты въ горной цѣпи Рувензори, въ центральной Африкѣ подъ экваторомъ.





Ледяные бастионы на берегу антарктического материка.



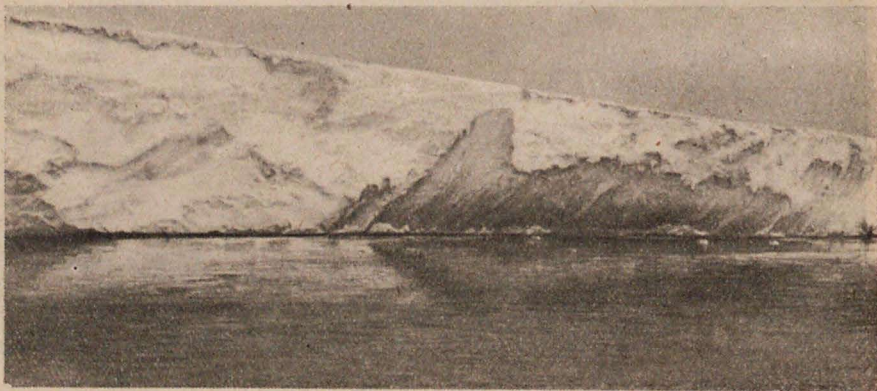
глетчеръ острова — ледникъ Тасмана; онъ лежитъ на восточномъ склонѣ, имѣетъ въ длину около 28 километровъ и спускается до высоты 845 метровъ. Ледники западнаго склона спускаются еще ниже, чѣмъ ледникъ Тасмана; такъ, ледникъ Вайау, залегающій въ одной изъ долинъ западнаго склона, спускается до высоты 216 метровъ надъ уровнемъ моря и откладываетъ свои морены среди древовидныхъ папоротниковъ, сосенъ, буковъ, фуксій и другихъ растений долинъ. Въ сѣверномъ полушаріи подъ тою же широтою, подъ какой въ южномъ лежитъ этотъ ледникъ, находится цвѣтущее побережье Средиземнаго моря, и только на двадцать градусовъ сѣвернѣе, а именно на берегахъ Норвегіи, встрѣчаются первыя рѣки льда, нижній конецъ которыхъ опускается такъ же низко надъ уровнемъ моря, какъ конецъ ледника Вайау.

\*Громаднаго развитія ледники и ледяныя поля достигаютъ въ южной околополярной области. Здѣсь они покрываютъ цѣлый материкъ Антарктику, многочисленные острова и, въ видѣ плавающихъ льдовъ и айсберговъ, большія пространства моря.

Колоссальный ледяной покровъ, подъ которымъ находится суша и море около южнаго полюса, имѣетъ приблизительно четырнадцать милліоновъ квадратныхъ километровъ, что составляетъ около трехъ четвертей всей площади Европейской и Азіатской Россіи.

Англійскіе геологи Давидъ и Пристлей, состоявшіе въ числѣ членовъ антарктической экспедиціи Шекльтона въ 1908 — 1909 гг., и изслѣдовавшіе льды около южнаго полюса, дѣлятъ южно-полярныя льды на восемь группъ; они различаютъ: 1) береговой ледъ, или айсфутъ (icefoot); 2) обыкновенные ледники; 3) пловучія ледяныя горы, айсберги; 4) плавающіе ледники; 5) ледяные барьеры; 6) материковый ледъ (inlandsis); 7) морской ледъ (pack), и 8) морской ледъ, образующійся на поверхности моря во время зимы.

Береговой ледъ покрываетъ въ южно-полярныхъ странахъ толстымъ слоемъ все побережье материка и острововъ; сверху этого слоя льда лежитъ слой снѣга, который растаиваетъ во время лѣта. Во многихъ мѣстахъ среди этого берегового льда выдаются громадные ледяные потоки, которые спускаются въ море; нѣкто-



«Великая ледяная стѣна» на южно-полярномъ материкѣ, изслѣдованная въ первый разъ капитаномъ Россомъ въ 1841 году. Эта стѣна простирается въ длину болѣе чѣмъ на 700 километровъ и достигаетъ 50—60 м. высоты.





Массы пловучаго льда — «шака» въ южномъ полярномъ океанѣ.

рые ледники, какъ, напримѣръ, ледникъ Нансена, принадлежать къ гринландскому типу. Ледникъ Нансена имѣетъ около тридцати километровъ ширины и болѣе ста десяти километровъ длины.

Южно-полярные ледники имѣютъ, подобно горнымъ ледникамъ, морены, достигающія иногда значительной величины. Нѣкоторые ледники спускаются далеко въ море и тянутся по морскому дну на десять-двадцать километровъ. Отъ этихъ оконечностей ледниковъ отрываются громадныя ледяныя горы, достигающія иногда нѣсколькихъ миль въ поперечникѣ.

Кромѣ обыкновенныхъ ледниковъ въ антарктическихъ областяхъ встрѣчаются еще такъ называемые пловучіе ледники. Примѣромъ такого ледника можетъ служить ледникъ Норденшельда, а также ледникъ Дригальскаго. Ледникъ Норденшельда имѣетъ 32 километра длины и около 10 кил. ширины; онъ выдается на нѣсколько километровъ въ море и поднимается на тридцать метровъ надъ поверхностью воды. Ледникъ Дригальскаго выдается въ море на 38 километровъ, что составляетъ три четверти всей длины ледника; такимъ образомъ только четверть ледника находится на твердой почвѣ, а остальная часть плаваетъ на водѣ.

Кромѣ ледниковъ и покрова берегового льда, у сѣверной окраины земли Викторіи тянется высокая ледяная стѣна или Великій Барьеръ. Первый изъ изслѣдователей, достигшій этой стѣны, капитанъ Россъ, слѣдующимъ образомъ описываетъ свое приближеніе къ этой стѣнѣ: «Когда мы приближались къ землѣ,



мы увидали низкую бѣлую линію, простиравшуюся, насколько можно было охватить глазомъ, съ востока на западъ. Она представляла замѣчательный видъ, ибо ея высота постепенно возростала по мѣрѣ того, какъ мы приближались къ ней, и, наконецъ, она оказалась отвѣсной ледяной стѣной, отъ 50 до 60 метровъ высоты надъ уровнемъ моря, наверху совершенно плоской и безъ всякихъ трещинъ и отростковъ; на всемъ протяженіи ея мы не могли замѣтить въ ней ни одной трещины. Только у подошвы ея находились небольшіе куски льда. Стѣна тянулась вплоть до самаго горизонта, и ея поверхность казалась совершенно гладкой и производила впечатлѣніе обширной площади, покрытой окисированнымъ серебромъ».

По изслѣдованіямъ экспедиціи Шекльтона, Ледяная стѣна Росса тянется внутрь материка мѣстами на 480 километровъ. Эта стѣна подобно ледникамъ также перемѣщается. Тщательныя наблюденія Давида и Пристлея доказали, что ледяная стѣна передвигается къ морю приблизительно на 500 метровъ въ годъ. Ледъ Ледяного барьера Росса отличается отъ глетчернаго льда тѣмъ, что онъ не такъ плотенъ и представляетъ слои обледѣнѣвшаго снѣга.

Во время зимы полярное море замерзаетъ на огромныя пространства, и ледъ, образующійся изъ морской воды, достигаетъ около трехъ метровъ толщины. Благодаря приливамъ на льду дѣлаются трещины, чрезъ которыя выступаетъ вода, и образуются большія полыньи. Съ наступленіемъ весны и лѣта морской ледъ разбивается на миллионы кусковъ различной величины и образуетъ большія пловучія ледяныя поля. Эти массы пловучаго льда носятъ названіе *пака*; вѣтеръ и волны часто надвигаютъ льдины другъ на друга и иногда нагромождаютъ, такимъ образомъ, цѣлыя ледяныя горы. Массы пака относятся юго-восточными вѣтрами далеко по полярному океану. Въ концѣ лѣта пакъ смерзается во многихъ мѣстахъ въ сплошную массу и покрываетъ море ледянымъ покровомъ на многія сотни километровъ.

На основаніи новѣйшихъ данныхъ, площадь фирна и ледниковъ въ разныхъ странахъ земного шара имѣетъ приблизительно слѣдующіе размѣры:

Европа.	Альпы . . . . .	около	3.800	кв. кил.
	Пиренеи . . . . .	»	50	» »
	Скандинавія . . . . .	»	5.000	» »
	Исландія . . . . .	»	13.470	» »
	Кавказъ . . . . .	»	1840	» »
Азія.	Средняя Азія и Сибирь .	»	10.000	» »
Америка.	Сѣв. Америка и Аляска.	»	20.000	» »
	Южная Америка .. . .	»	10.000	» »
Африка . . . . .		»	100	» »
Австралія. Новая Зеландія . . . .		»	1.000	» »

Полярныя страны:

Гренландія . . . . .	»	2.000.000	» »
Шпицбергенъ . . . . .	»	56.000	» »



Земля Франца Иосифа. . . . .	около	17.000	кв. кил.
Новая Земля. . . . .	»	15.000	» »
Архип. остров. Сѣв. Америки. . .	»	100.000	» »
Южно-полярн. материкъ и прилегающіе къ нему острова . . .	»	14.000.000	» »

Общая площадь оледяніія на Землѣ около 16.183.260 кв. кил.

Такимъ образомъ площадь, покрытая постоянными снѣгами, ледяными полями и ледниками, составляетъ приблизительно 3% всей земной поверхности, или около 10% всей поверхности суши. Наиболѣе значительная часть оледяніія приходится, какъ видно изъ приведенной выше таблицы, на полярныя области. Приводимыя цифры, безъ сомнѣнія, только приблизительныя, но въ дѣйствительности площадь оледяніія на Землѣ занимаетъ, по всей вѣроятности, болѣе большіе размѣры.

## IX.

**Ледниковый періодъ.**—Древніе ледники Европы.—Валуны, разсѣянные вокругъ Скандинавіи и въ Сѣверной Америкѣ.—Древніе ледники тропическихъ странъ.—Причины ледниковаго періода.

Изученіе современныхъ ледниковъ въ Альпахъ и въ другихъ странахъ обнаружило фактъ, что ледники нѣкогда занимали гораздо большее пространство, чѣмъ теперь. Подъ вліяніемъ физическихъ и метеорологическихъ условій, отличныхъ отъ современныхъ, ледяныя рѣки и поля спускались съ горъ въ сравнительно недавнюю геологическую эпоху на болѣе значительныя разстоянія и достигали конца тѣхъ долинъ, которыя въ настоящее время покрыты воздѣланными полями и садами.

Этотъ фактъ большаго распространенія ледниковъ въ древнюю эпоху подтверждается существованіемъ параллельныхъ бороздъ, встрѣчающихся на большой высотѣ по склонамъ горъ, а также остатками гигантскихъ моренъ, находящимися далеко отъ современныхъ ледниковъ. Кромѣ этого, по обоимъ склонамъ Альпъ встрѣчаются гладкіе валуны, по своей породѣ совершенно отличные отъ мѣстныхъ горныхъ породъ. Это доказываетъ, что валуны эти были принесены издалека, почему этимъ валунамъ и дали названіе заносныхъ валуновъ или эрратическихъ.

Вскорѣ убѣдились, что и значительная часть сѣверной Европы, именно сѣверная Германія и сѣверо-западная Россія усыяны такими же заносными камнями, родина которыхъ была, несомнѣнно, на сѣверѣ, а именно на Скандинавскомъ полуостровѣ.

Подобное же распространеніе эрратическихъ валуновъ было обнаружено въ Канадѣ и на сѣверѣ Соединенныхъ Штатовъ. Всѣ эти факты заставляли признать, что въ предшествующую геологическую эпоху ледяной покровъ простирался на огромныя пространства и что ледники Альпъ имѣли колоссальные размѣры.

Дѣйствительно, тщательное изученіе альпійскихъ горъ удостоверяетъ, что Ронскій ледникъ, который въ настоящее время занимаетъ лишь одно ущелье въ кантонѣ Валлиса, нѣкогда запол-



нялъ все пространство между горами Финстерааргорна и Монте-Розы и принималъ изъ всѣхъ боковыхъ долинъ, справа и слѣва, ледниковые притоки съ ихъ большими моренами валуновъ. Мощная ледяная рѣка простиралась до береговъ Женевского озера и даже переходила черезъ него, покрывая долины Швейцаріи вплоть до Юрскихъ горъ. Эта рѣка льда соединялась своимъ нижнимъ концомъ съ ледниками Изера и Эна; на мѣстѣ сліянія, гдѣ теперь соединяются Рона и Сона и находится городъ Ліонъ, лежало огромное ледяное море въ триста метровъ толщиною.

Существованіе огромныхъ ледниковъ въ древнія эпохи подтверждается не только бороздами и полированными поверхностями скалъ, но также и остатками конечныхъ и боковыхъ моренъ, которые были нѣкогда отодвинуты до самаго конца долины или же были отложены ледникомъ на склонахъ горъ. Такъ, напри-мѣръ, выше деревни Монти, въ долинѣ Роны, и теперь еще видны груды большихъ камней, которые образуютъ валъ, имѣвшій около трехъ километровъ длины и метровъ двѣсти ширины. Эта плотина изъ гранитныхъ валуновъ, принесенныхъ сюда древнимъ ледникомъ изъ долины Ферре, когда-то была срединной мореной проходившаго здѣсь ледника, затѣмъ ледъ растаялъ, и морена осталась на склонахъ горы. Въ прежнее время въ разныхъ мѣстахъ Швейцаріи встрѣчалось много такихъ остатковъ древнихъ моренъ, но такъ какъ мѣстные жители берутъ наиболѣе твердые камни для постройки зданій, то остатки этихъ моренъ исчезаютъ съ каждымъ днемъ. Большая часть ихъ заросла мохомъ, травою и даже мѣстами лѣсомъ. Во многихъ долинахъ нѣкоторые такіе валуны, попавъ на пластъ глины, сохраняютъ этотъ пластъ отъ размыванія, между тѣмъ, какъ окружающіе слои глины мало-помалу уносятся водою въ долину; вслѣдствіе этого подъ валуномъ образуется своего рода глиняный столбъ, поддерживающій валунъ, и такимъ путемъ получается тѣ колонны, обелиски, пирамиды, которые въ беспорядкѣ поднимаются по долинамъ Швейцаріи, напоминая развалины какого-то громаднаго зданія. Эти валуны на глиняныхъ пьедесталахъ носятъ названіе «столбовъ въ шляхахъ».

Громадные размѣры, которые имѣли въ древности альпійскіе ледники,—фактъ неоспоримый; слѣды этихъ исчезнувшихъ ледниковъ встрѣчаются почти на каждомъ шагѣ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что и въ остальной Европѣ происходило то же явленіе. Вся горная цѣпь Пиренеевъ, на всемъ своемъ протяженіи, представляетъ несомнѣнный доказательство, подтверждающій существованіе здѣсь въ древности большихъ ледниковъ. Въ нѣкоторыхъ долинахъ, въ особенности же въ долинѣ Аржелесъ, которая была тщательно изслѣдована Куломбомъ и Мартеномъ, конечныя морены древнихъ ледниковъ до сихъ поръ такъ хорошо сохранились, что можно подумать, что исчезнувшій ледникъ растаялъ здѣсь только недавно. Точно такъ же на западѣ отъ Вогезовъ лежатъ многочисленныя плотины изъ песка, гравія и сваленныхъ въ кучу валуновъ; эти плотины, сдерживающія воды небольшихъ озеръ Жерардмера, Лонжмера и Фрондомъ, представляютъ не что иное, какъ древнія морены исчезнувшихъ ледниковъ. Такія же явленія встрѣчаются въ горахъ Монъ Дора, Уэльса, въ Шотландіи, Ирландіи, въ Карпатахъ и на Исполиновыхъ горахъ.



Другія доказательства чрезмѣрнаго развитія ледниковъ въ сравнительно недавнюю геологическую эпоху, а именно, въ концѣ пліоценаго періода, представляютъ эрратическіе валуны, которые разбѣяны въ большомъ количествѣ по сѣвернымъ странамъ Европы. Эти валуны, называющіеся въ Россіи «конь-камни» или «дикари», встрѣчаются почти по всей сѣверной и средней Россіи. По большей части это обломки финляндскихъ и олонецкихъ породъ—гранитовъ, гнейсовъ и песчаниковъ. Самые крупные валуны извѣстны въ Финляндіи, въ Олонецкой и Петербургской губерніяхъ. Здѣсь нерѣдко встрѣчаются камни въ ростъ человѣка. Однимъ изъ замѣчательныхъ валуновъ является «конь-камень» на островѣ Коневцѣ, послужившій фундаментомъ для цѣлой церкви. Другой замѣчательный валунъ былъ найденъ въ восемнадцатомъ вѣкѣ



Моренные остатки и валуны на поляхъ сѣверной Германіи.

близъ Петербурга въ Лахтинскомъ болотѣ. Этотъ валунъ, имѣвшій около 600.000 пудовъ, былъ доставленъ въ Петербургъ, и изъ него было сдѣлано подножіе для памятника Петру Великому. До обработки этотъ валунъ, называвшійся мѣстными жителями «громъ-камнемъ», имѣлъ въ длину болѣе шести сажени, въ ширину три сажени и въ вышину четыре сажени. Въ средней Россіи валуны встрѣчаются меньшихъ размѣровъ, и они попадаются все рѣже и рѣже.

Весьма вѣроятно, что нѣкогда обширные ледники, похожіе на современные ледники Гренландіи, покрывали весь сѣверъ Россіи и безпрерывно двигались со стороны Скандинавскаго полуострова къ югу. Острые ребра гранитныхъ глыбъ, вмерзавшихъ въ толщу плывучихъ льдинъ, проводили длинныя борозды по всемъ выступамъ и возвышенностямъ Финляндіи, которые были въ то время только подводными скалами и рифами. Норденшельдъ показалъ,



что почти всё борозды и штрихи на скалахъ Финляндіи идутъ съ сѣверо-запада на югъ-востокъ, и что скалы, о которыя ударились ледяныя горы, отполированы и сглажены именно съ той стороны, которая обращена къ Скандинавіи; съ другихъ же сторонъ онѣ сохранили свою шероховатую поверхность, свои выступы и извилины. Что касается до эрратическихъ камней, то они тѣмъ сильнѣе округлены и обтерты, чѣмъ дальше лежатъ отъ горъ Швеціи и Норвегіи—мѣста ихъ родины. Впрочемъ, явленія, происходившія нѣкогда вокругъ всего Балтійскаго моря, продолжаютъ совершаться и теперь. Такъ, во время зимы 1862—63 г. огромныя пловучія массы льда, принесенныя изъ Финляндіи, были выброшены на южный берегъ моря. Эти груды льда, имѣвшія отъ 15 до 20 метровъ толщины, завалили прибрежныя лѣса и жилища, а впослѣдствіи, когда ледъ растаялъ, подъ нимъ оказалось множество камней и гязи.

\*Кромѣ валуновъ, слѣдами нѣкогда бывшаго оледянія Европейской Россіи являются такъ называемыя валунныя или ледниковыя отложенія, состоящія изъ глинъ и песковъ, которые почти сплошнымъ покровомъ одѣваютъ всю поверхность сѣверной и средней Россіи. Валунный суглинокъ есть не что иное, какъ поддонная морена древняго великаго ледника; она нарастала въ теченіе долгихъ вѣковъ существованія ледника и постепенно откладывалась на равнинахъ Россіи. Обиліе исчерченныхъ и испаранныхъ валуновъ, находимыхъ въ валунномъ суглинкѣ, служатъ краснорѣчивымъ доказательствомъ ледниковаго происхожденія этой почвы. Надъ валуннымъ суглинкомъ часто залегаетъ бурый валунный песокъ. Образованіе этого валуннаго песка относится къ самому концу ледниковой эпохи. Этотъ песокъ представляетъ послѣдніе остатки великаго ледника, подобно тому, какъ и современные льды послѣ своего таянія оставляютъ слои ила и песка. Въ большинствѣ случаевъ валунный суглинокъ лежитъ непосредственно на размытой и сглаженной ледникомъ поверхности изъ древнѣйшихъ породъ. Но очень часто бываетъ, что ниже валуннаго суглинка залегаетъ еще пластъ песку, который получилъ названіе нижневалуннаго.\*

Эрратическіе валуны, а также и валунныя отложенія встрѣчаются, кромѣ Россіи, также въ Пруссіи и въ Польшѣ, вплоть до склоновъ Карпатскихъ горъ. Эти ледниковыя отложенія находятъ и на берегахъ Сѣвернаго моря, въ Фрисландіи, Англіи и Шотландіи. Наконецъ изслѣдованія Бетлинка показали, что эрратическіе валуны уносились ледяными горами изъ фіордовъ Лапландіи въ Сѣверный Ледовитый океанъ. Такимъ образомъ островъ, который нѣкогда представляли изъ себя Скандинавскія горы, являлся какъ бы центромъ разсѣянія,—каменные глыбы не только скатывались къ подножью горныхъ склоновъ, но уносились льдами во все стороны и разбрасывались въ разныхъ мѣстахъ огромнаго пространства, заключеннаго между Британскими островами, Шницбергенемъ, Уральскими горами, Валдаемъ и Карпатами.

Въ слегка холмистыхъ равнинахъ Сѣверной Америки эрратическіе валуны и другіе обломки, занесенные пловучими льдами, разсѣяны также на очень обширномъ пространствѣ. Почва нѣко-



торыхъ мѣстностей, отличающихся плодородіемъ, напримѣръ, въ Иллинойсѣ, Индіанѣ и Мичиганѣ, состоитъ, главнымъ образомъ, изъ наносовъ, отложенныхъ остановившимися здѣсь ледяными горами; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ въ этой наносной почвѣ попадаются огромныя гранитныя глыбы, принадлежащія по своему составу, къ горнымъ породамъ Новой Англіи.

Такимъ образомъ слѣды ледниковаго періода сохранились совершенно ясно на сѣверныхъ равнинахъ какъ Старого, такъ и Новаго Свѣта. Эти слѣды исчезнувшихъ ледниковъ встрѣчаются даже во многихъ горныхъ цѣляхъ жаркаго пояса. Такъ, въ западномъ Гималаѣ долина Кангра, теперь покрытая чайными плантаціями, нѣкогда была занята ледниками, изъ которыхъ одинъ, простиравшійся по тому направленію, по какому идетъ теперь Біасская долина имѣлъ, по крайней мѣрѣ, 190 километровъ длины и спускался до высоты 600 метровъ <sup>1)</sup>. Гукеръ видѣлъ древнія морены у подошвы горъ Сиккима: теперь эти морены, образующія настоящіе валы поперекъ долины, покрыты полями маиса. Въ Сиріи Гукеру удалось также выяснитъ фактъ, что знаменитые кедры Ливана растутъ изъ грудахъ обломковъ ледниковаго происхожденія. Длинные ледники спускались также и по склонамъ Синая <sup>2)</sup>, гдѣ вполне сохранились ихъ слѣды до нашего времени. Здѣсь ледники доходили по меньшей мѣрѣ до высоты 250 метровъ надъ уровнемъ моря; морены ихъ относятся къ числу самыхъ мощныхъ моренъ, встрѣченныхъ до сихъ поръ у подножія горъ; въ нихъ встрѣчаются валуны, имѣющіе въ объемѣ до тысячи кубическихъ метровъ. Наконецъ Агассисъ отмѣтилъ слѣды древнихъ ледниковъ даже въ горахъ Бразиліи, недалеко отъ Ріо-де-Жанейро. Онъ видѣлъ ихъ подъ самымъ экваторомъ, у устья Амазонки. Въ экваторіальной Африкѣ, въ Гвинее, Дю-Шалью замѣтилъ тоже на скалистыхъ холмахъ характерныя борозды, очевидно, сдѣланныя ледникомъ. Другіе геологи упоминаютъ о такихъ же



Каменные колонны въ шляпахъ.

<sup>1)</sup> Theobald. Records of the Geological Survey of India. Vol. VII. 1874.

<sup>2)</sup> Oscar Fraas. Aus dem Orient., S. 28.



характерных признаках существованія ледниковъ въ южной Африкѣ <sup>1)</sup>).

Но это не все. Во многихъ странахъ земного шара были найдены слѣды двухъ или даже нѣсколькихъ послѣдовательныхъ ледниковыхъ періодовъ. Иногда, правда, одинъ и тотъ же ледникъ, то отступая, то подвигаясь впередъ, могъ оставить на различныхъ высотахъ слѣды своего прохожденія, раздѣленные пластами наносной почвы. Но слѣдуетъ отмѣтить, что эти промежуточные пласты содержатъ иногда остатки растений и животныхъ, могущихъ жить только въ тепломъ или умѣренномъ климатѣ. Такъ, геологъ Жюльенъ открылъ въ Альпахъ въ пластахъ между двумя ледниковыми отложеніями остатки животныхъ теплыхъ странъ—слона, тапира, гізну и гиппопотама <sup>2)</sup>. Подобныя явленія происходили также и въ другихъ мѣстахъ. Чтобы объяснить такіе факты остается только одно—это допустить существованіе теплыхъ «междуледниковыхъ періодовъ», когда на оттаявшей землѣ распространялись животныя и растенія теплыхъ и умѣренныхъ странъ. \*Нѣкоторые ученые, какъ, напр., Пенкъ и Брюкнеръ, допускаютъ даже существованіе четырехъ отдѣльныхъ ледниковыхъ эпохъ, раздѣленныхъ другъ отъ друга длинными періодами теплаго времени. Но большинство современныхъ ученыхъ признаютъ только одну ледниковую эпоху, имѣвшую лишь одинъ «междуледниковый теплый періодъ». Этотъ междуледниковый періодъ былъ настолько продолжителенъ, что южные типы животныхъ и растеній распространились на мѣстахъ отступленія льдовъ и снова захватили свои прежнія мѣста обитанія. Но послѣ этого періода льды снова надвинулись на умѣренные страны и снова сковали ихъ своимъ холоднымъ покровомъ.\*

Но наступали ли ледниковыя эпохи одновременно для различныхъ мѣстностей земного шара, или же онѣ переходили съ одного полушарія въ другое, передвигаясь то къ сѣверу отъ экватора, то къ югу? Весьма вѣроятно, что температура падала и повышалась ритмически отъ одного полюса до другого; такимъ образомъ періоды холода чередовались въ Европѣ и Африкѣ, въ Сѣверной Америкѣ и Южной, принося съ собою или снѣга или дожди, такъ какъ періоды господства дождей или широкаго распространенія озеръ оставили свои слѣды во многихъ мѣстностяхъ <sup>3)</sup>.

Какъ доказываетъ Кроллъ, а за нимъ и Чарльзъ Дарвинъ, на каждомъ полушаріи температура можетъ колебаться, въ различные астрономическіе періоды, въ предѣлахъ отъ 19 до 26 градусовъ и отъ 26 до 19 градусовъ, такъ что и по сосѣдству съ полюсами льды смѣнялись полутропической растительностью—и обратно. Самый ближайшій къ намъ ледниковый періодъ сѣвернаго полушарія былъ, вѣроятно, около 80.000 лѣтъ тому назадъ. Что касается южнаго полушарія, то оно, повидимому, именно теперь находится въ періодѣ охлажденія. Но какимъ же образомъ объяснить тотъ фактъ, что ледники существовали въ древности въ тропическихъ странахъ, даже въ долинѣ рѣки Амазонки? Этотъ фактъ можно объяснить

<sup>1)</sup> Ramsay. Quaterli Journal of the Geolog. Soc. 1878.

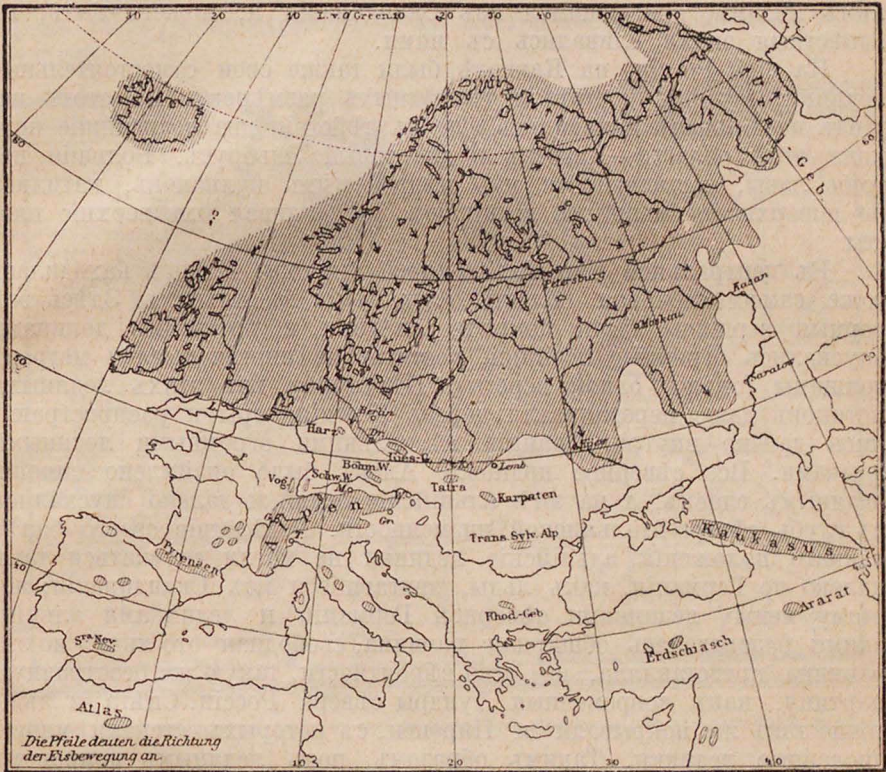
<sup>2)</sup> Hamy. Paléontologie humaine. 1870.

<sup>3)</sup> Кропоткинъ. Tyler, Quarterli Journal of the Geol. Soc. 1868.



только тѣмъ, что ось вращенія земного шара постепенно измѣняетъ свое положеніе на землѣ, вслѣдствіе чего мѣстоположеніе полюсовъ мѣняется, и различныя страны на землѣ послѣдовательно оказываются лежащими подъ различными широтами <sup>1)</sup>).

\*Если допустить, что сѣверный полюсъ перемѣстился бы [на двадцать градусовъ южнѣе, приблизительно къ сѣверной части Скандинавскаго полуострова, то въ сѣверной и средней Европѣ наступилъ бы снова «ледниковый періодъ», какой пережили эти страны въ первой половинѣ четвертичной эпохи.



Карта распространія ледниковъ въ Европѣ въ ледниковый періодъ.

На основаніи многочисленныхъ слѣдовъ ледниковъ и ледниковыхъ отложеній, о которыхъ говорилось выше, мы можемъ въ настоящее время возстановить приблизительно картину «великаго оледенѣнія» въ предшествующую геологическую эпоху. Скандинавскій полуостровъ, большая часть Россіи, вся ниже-германская низменность и острова Великобританіи были погребены подъ могучимъ слоемъ материкового льда. Спустившись съ Скандинавскихъ горъ, ледъ заполнилъ котловины Сѣвернаго и Балтійскаго морей, покрылъ всю Ютландію и значительную часть Германіи, гдѣ въ моментъ наибольшаго распространенія, онъ достигалъ до Дрездена,

<sup>1)</sup> Jules Carret. Le déplacement polaire.



Веймара, Дортмунда и Дюисбурга. Восточный рукавъ этого великаго ледника покрывалъ весь Ботническій заливъ, Финляндію и большую часть Россіи. Въ Россіи граница этого огромнаго ледниковаго покрова простиралась на востокъ до Приволжской возвышенности и пересѣкала Волгу у Васильсурска. На югѣ льды достигали до нынѣшней Калужской губерніи; далѣе на западъ они доходили до Кіева и Кракова, огибая, вѣроятно, уже существовавшую тогда средне-русскую возвышенность. На сѣверо-востокѣ Россіи находились самостоятельные ледники, спускавшіеся со склоновъ Урала и Тиманскаго кряжа. Эти ледники приближались къ великимъ льдамъ, двигавшимся изъ Скандинавіи и, можетъ-быть, въ извѣстныя эпохи сливались съ ними.

На югѣ Россіи, на Кавказѣ, были также свои самостоятельные ледники, которые достигали громаднхъ размѣровъ. Въ этотъ періодъ на Кавказѣ находились еще въ дѣйствіи два величайшіе вулкана этой области—Казбекъ и двуглавый Эльбрусъ. Большіе потоки лавы, выливавшіеся изъ нѣдръ этихъ вулкановъ, катились по поверхности мощныхъ ледниковъ, растапливая ихъ верхніе пласты.

Въ центральной Европѣ, съ своей стороны, на югѣ находилась тоже самостоятельная область оледянія въ Альпахъ. Здѣсь всѣ горныя вершины были покрыты снѣгами, и по всѣмъ долинамъ спускались огромные ледники, достигавшіе иногда тысячи метровъ толщины (около одной версты). Нѣкоторые изъ этихъ ледяныхъ потоковъ даже переваливали черезъ Юрскія горы и распространялись далеко внутрь Франціи нѣсколькими огромными ледяными языками. Все сѣверное подножіе Альпъ было окаймлено сплошь ледянымъ слоемъ, а на югѣ альпійскіе ледники далеко спускались въ глубь сѣверо-итальянской низменности. Вслѣдствіе своего болѣе южнаго положенія, альпійскіе ледники не могли спускаться такъ далеко по Германіи, какъ льды, двигавшіеся изъ Скандинавіи; поэтому между ледниками сѣверной Германіи и ледниками альпійскими разстилалась обширная равнина, свободная ото льда, но эта равнина представляла, по всей вѣроятности, такую же безотрадную картину, какъ современныя тундры сѣвера Россіи. Снѣга и льды точно такъ же покрывали и Пиренеи, съ которыхъ стекали многочисленныя ледники. Такимъ образомъ, подъ ледянымъ покровомъ находилось въ Европѣ болѣе одной трети всего материка. Во всей Европѣ царилъ холодный полярный климатъ. Это доказывается многочисленными остатками сѣверныхъ животныхъ, которые встрѣчаются въ пластахъ ледниковой эпохи.

Въ другихъ странахъ оледяніе достигало еще большихъ размѣровъ. Такъ въ Сѣв. Америкѣ подъ ледянымъ покровомъ находилась вся Канада, а въ Соединенныхъ Штатахъ ледники доходили до Сень-Луи и Цинцинати. Площадь льда въ Сѣв. Америкѣ составляла не менѣе пятнадцати милліоновъ квадратныхъ километровъ и превосходила въ два съ половиной раза площадь оледянія Европы.

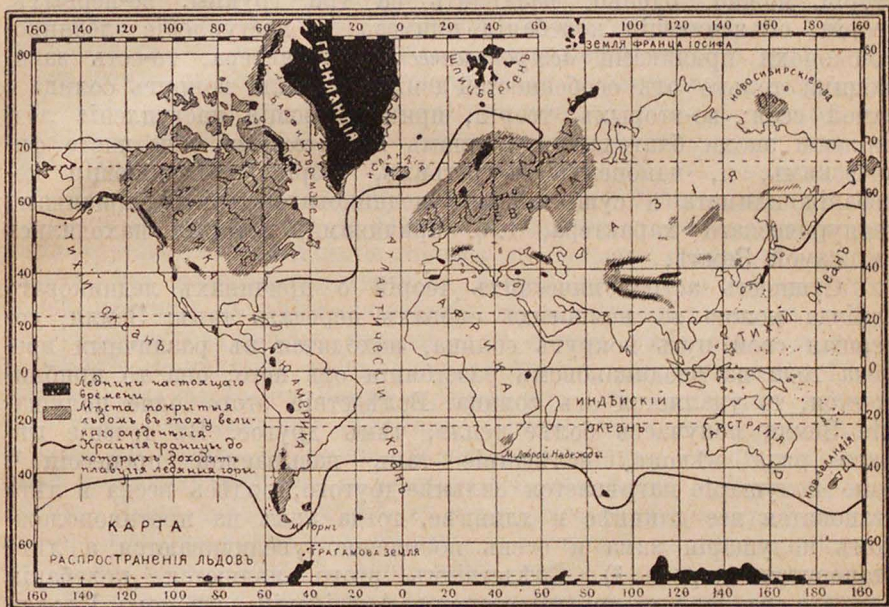
Азіатскій континентъ, повидимому, не имѣлъ такого сильнаго оледянія, какъ Европа и Америка, вѣроятно, вслѣдствіе небольшого количества атмосферныхъ осадковъ. Тѣмъ не менѣе, сѣверная окраина этого материка была безспорно покрыта льдами и снѣгомъ.



Бассейны рѣкъ Яны, Индигирки и Колымы были заняты ледниками, которые двигались по направленію къ Ново-Сибирскимъ островамъ <sup>1)</sup>.

Въ Африкѣ ледники спускались съ горныхъ вершинъ Кеніи, Килиманджаро и Рувензори, расположенныхъ подь самымъ экваторомъ. По всей вѣроятности, ледники находились на африканскомъ материкѣ и въ другихъ мѣстахъ.

Въ южномъ полушаріи ледники покрывали большую часть южной Америки и вся громадная горная цѣпь Андъ была одѣта отъ Колумбіи до Патагоніи толстымъ слоемъ льда. Ледяной покровъ былъ распространенъ и въ Австраліи, а также и въ Новой Зеландіи.



Карта распространія льда въ эпоху великаго оледѣнія и въ настоящее время.

Каковы же были причины, вызвавшія на Землѣ это великое оледѣніе, слѣды котораго встрѣчаются въ настоящее время во многихъ мѣстахъ земного шара? Этотъ вопросъ сильно интересовалъ большинство ученыхъ, занимавшихся изученіемъ Земли. О причинахъ ледниковаго періода создавались десятки различныхъ теорій и предположеній; но до сихъ поръ этотъ вопросъ остается въ наукѣ неразрѣшеннымъ, и среди ученыхъ существуютъ по вопросу о причинахъ ледниковаго періода большія разногласія.

Однако большинство ученыхъ согласны между собою въ томъ, что ледниковый періодъ имѣлъ своей главной причиной извѣстное *пониженіе температуры на Землѣ*, вызвавшее охлажденіе климата, — и *обиліе атмосферныхъ осадковъ*.

<sup>1)</sup> Севастьяновъ, Д. П. «Объ оледѣніи крайняго сѣверо-востока Сибири». «Землеводѣніе», 1910. кн. 1.



Нѣкоторые ученые, какъ, напр., Агассисъ, объясняли распространѣніе ледниковъ въ ледниковый періодъ только однимъ пониженіемъ температуры; другіе же, какъ, напр., Тиндаль и Уоллесъ, высказывали мнѣніе, что распространѣніе ледниковъ возможно было благодаря только увеличенію выпаденія снѣга и дождя безъ всякаго измѣненія климата.

Но позднѣйшія изученія климатическихъ условій современныхъ ледниковъ привели къ заключенію, что климатъ ледниковой эпохи былъ всюду холоднѣе и вмѣстѣ съ тѣмъ влажнѣе, чѣмъ въ настоящее время. Какими же причинами было вызвано охлажденіе климата на Землѣ въ ледниковую эпоху? По этому вопросу существуютъ также многочисленныя и различныя теоріи. Всѣ эти теоріи можно, однако, раздѣлить на три группы: во-первыхъ, теоріи, объясняющія колебанія климата и наступленіе ледниковой эпохи причинами *астрономическаго* характера, то-есть зависящими только отъ особенностей движенія Земли вокругъ солнца и самой себя; во-вторыхъ, теоріи, приписывающія наступленіе ледниковой эпохи благодаря причинамъ *космическимъ*, или чисто физическимъ, и, наконецъ, въ-третьихъ, теоріи, объясняющія колебанія климата и существованіе ледниковаго періода причинами *теллурическаго* характера, т.-е. причинами, которыя находились на самой Землѣ.

Сущность астрономическихъ теорій о причинахъ ледниковаго періода можно въ немногихъ словахъ передать такъ: Земля, совершая свой путь вокругъ солнца, находится въ различныя времена года на неодинаковомъ разстояніи отъ него; она то приближается, то удаляется отъ солнца. Вслѣдствіе этого одно полушаріе Земли получаетъ болѣе тепла, чѣмъ другое. Въ теченіе цѣлаго ряда вѣковъ, вслѣдствіе такъ называемой прецессіи <sup>1)</sup> одно полушаріе нагрѣвается сильнѣе другого, и здѣсь весна и лѣто становятся все длиннѣе и длиннѣе, тогда какъ на противоположномъ полушаріи зима и осень постепенно увеличиваются, а лѣто становится короче <sup>2)</sup>. Слѣдствіемъ этого являются колебанія климата въ ту или другую сторону. Англійскій астрономъ Кроулль говоритъ, что эта разница въ продолжительности холоднаго и теплаго полугодія можетъ достигнуть въ нѣсколько тысячелѣтій 36 дней. При такой разницѣ на болѣе холодномъ полушаріи, гдѣ зима будетъ слишкомъ на мѣсяць длиннѣе, чѣмъ въ другомъ, долженъ быть суровый и холодный климатъ, благодаря чему за время долгой зимы должны накопиться массы льда и снѣга. Во время короткаго лѣта эти массы не растаиваютъ до конца и остаются на слѣдующую зиму, и такимъ образомъ ледники этого полушарія постепенно увеличиваются, и въ періодъ нѣсколькихъ тысячелѣтій для этого полушарія можетъ наступить ледниковая эпоха <sup>3)</sup>.

Согласно этой теоріи, ледниковыя эпохи должны поочередно повторяться на обоихъ полушаріяхъ черезъ извѣстные періоды.

<sup>1)</sup> См. объ этомъ I выпускъ наст. сочиненія, гл. I.

<sup>2)</sup> Въ настоящее время въ сѣверномъ полушаріи лѣтнее полугодіе длиннѣе зимняго на восемь дней, тогда какъ въ южномъ длиннѣе зимнее полугодіе. Средняя температура въ сѣверн. полуш. также выше, чѣмъ въ южномъ.

<sup>3)</sup> J. Croll. Climate and Time. 1875.



Однако такого періодическаго повторенія ледниковыхъ періодовъ на Землѣ ничто не обнаруживаетъ; хотя нѣкоторые геологи теперь признають, что ледниковый періодъ былъ также еще въ кэмбрійскую эпоху.

Другіе астрономы видятъ причину ледниковаго періода въ перемѣщеніяхъ земныхъ полюсовъ. Дѣйствительно, астрономическія наблюденія доказываютъ, что земные полюсы не есть вѣчно неподвижныя точки; вслѣдствіе колебанія земной оси они перемѣщаются на поверхности Земли, и поэтому географическая широта мѣстностей на земномъ шарѣ измѣняется. Такъ, наблюденія на Берлинской обсерваторіи съ весны 1884 г. до весны 1885 г. показали, что географическая широта Берлинской обсерваторіи уменьшилась за годъ на двѣ десятыхъ секунды, что было подтверждено на обсерваторіяхъ въ Прагѣ и въ Потсдамѣ. Такое измѣненіе въ широтѣ доказываетъ, что точка сѣвернаго полюса передвинулась на поверхности земли на двадцать метровъ. Если перемѣщеніе полюса будетъ совершаться въ теченіе многихъ тысячелѣтій въ одномъ направленіи, то полярные льды могутъ покрыть тѣ страны, гдѣ теперь царитъ жаркій климатъ, и, наоборотъ, гдѣ теперь находится область постоянныхъ снѣговъ, тамъ возможно будетъ развитіе тропической растительности <sup>1)</sup>. Однако большинство современныхъ ученыхъ отрицаетъ перемѣщеніе полюса на большое разстояніе и признаетъ, что колебанія полюса не могутъ превышать нѣсколькихъ долей секунды, а такое колебаніе не можетъ повлечь за собою наступленія ледниковаго періода для странъ умѣреннаго пояса.

Болѣе популярна среди ученыхъ теорія, согласно которой измѣненіе климатовъ на Землѣ происходитъ отъ измѣненія количества тепла, посылаемаго солнцемъ. Солнце, какъ и всякая другая звѣзда, проходитъ въ своемъ развитіи различныя стадіи, въ которыхъ количества теплоты и свѣта, излучаемые звѣздой, бываютъ различны. Наше солнце имѣетъ въ настоящее время желтый цвѣтъ, но оно нѣкогда было ярко-бѣлымъ и посылало на землю тепла и свѣта во много разъ больше, чѣмъ теперь; этимъ можетъ быть отчасти объяснено существованіе тропическаго климата въ каменноугольную эпоху. Позднѣе солнце должно было перейти изъ состоянія бѣлой звѣзды въ состояніе желтой, въ какомъ оно находится теперь, а затѣмъ, въ будущемъ, оно должно стать красной звѣздой и, наконецъ, погаснуть совсѣмъ и сдѣлаться темнымъ и холоднымъ тѣломъ, какъ наша Земля. Въ стадіи желтаго состоянія на солнцѣ должны происходить химическія соединенія, вслѣдствіе которыхъ солнце становилось на нѣкоторое время красноватымъ и посылало на Землю гораздо менѣе тепла. Благодаря этому климатъ на Землѣ становился холоднѣе, и на земномъ шарѣ повсемѣстно наступала эпоха оледянія; затѣмъ солнце снова становилось желтоватымъ и начинало грѣть сильнѣе,—тогда на Землѣ наступала междуледниковая эпоха. Въ одну изъ такихъ междуледниковыхъ эпохъ живемъ мы въ настоящее время. Впослѣдствіи благодаря медленному и равномерному остыванію солнца и сокращенію его лучеиспусканія, такія перемежающіяся эпохи оледянія и оттаиванія будутъ повторяться, вѣроятно, чаще, и ледниковые

<sup>1)</sup> Simroth. Die Pendulations theorie. 1907.



періоды будутъ затягиваться все дольше и дольше, пока, наконецъ, солнце не погаснетъ совсѣмъ и на Землѣ воцарится вѣчная ночь и вѣчный ледниковый періодъ <sup>1)</sup>.

Эта теорія находится въ согласіи съ современнымъ ученіемъ о состояніи звѣздъ и солнца, на основаніи трудовъ Гельмгольца, Томсона и Секки; поэтому она была принята нѣкоторыми географами и геологами. Однако эта теорія мало обоснована, такъ какъ въ исторіи Земли не видно прямой связи съ развитіемъ солнца; въ геологическихъ пластахъ нѣтъ указаній на то количество тепла, которое, какъ говоритъ Ратцель, «давало солнце во время своей молодости».

Итальянскій ученый Марки, выступилъ съ новой теоріей о причинахъ ледниковаго періода; по его мнѣнію, ледниковыя эпохи на Землѣ происходятъ вслѣдствіе того, что Земля, совершая вмѣстѣ съ другими планетами солнечной системы свой путь по безпредѣльному міровому пространству, попадаетъ въ болѣе теплыя или въ болѣе холодныя полосы. Проходя черезъ теплыя пространства, Земля согрѣвается, а въ холодныхъ пространствахъ ея атмосфера охлаждается, и на Землѣ наступаетъ ледниковый періодъ <sup>2)</sup>.

Другую группу представляютъ теоріи, которыя видятъ главную причину ледниковаго періода или въ измѣненіи состава земной атмосферы, или въ измѣненіяхъ чисто географическаго характера на поверхности самой Земли. Къ первому роду теорій принадлежитъ, между прочимъ, теорія знаменитаго современнаго шведскаго физика Сванте Аррениуса. Аррениусъ полагаетъ, что климаты Земли зависятъ въ значительной степени отъ количества содержащейся въ воздухѣ угольной кислоты. Угольная кислота, благодаря своимъ свойствамъ, не даетъ быстро остывать земной поверхности и препятствуетъ излученію тепла въ окружающее пространство; въ этомъ отношеніи угольную кислоту можно сравнить съ стеклянными рамами теплицъ. Въ настоящее время воздухъ содержитъ всего 0,03% угольной кислоты: уменьшеніе этого количества наполовину вызоветъ, по вычисленіямъ Аррениуса, пониженіе температуры между 40 и 60 градусами сѣверной широты на 4—5 градусовъ Цельсія, что будетъ достаточно, по его мнѣнію, чтобы вызвать новое оледяніе средней Европы и Сѣверн. Америки. Вѣроятно, такое явленіе и происходило въ началѣ четвертичнаго періода, что и вызвало ледниковую эпоху. При увеличеніи въ воздухѣ количества угольной кислоты отъ двухъ до трехъ разъ, сравнительно съ теперешнимъ, произойдетъ повышеніе температуры въ умѣренномъ поясѣ на 8—9 градусовъ, слѣдовательно, вполне достаточное для объясненія теплаго климата полярныхъ странъ въ третичный періодъ. Присутствіе большого количества угольной кислоты въ воздухѣ въ третичный періодъ Аррениусъ приписываетъ развитію вулканической дѣятельности, которое наблюдалось въ третичный періодъ <sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Eug. D'ubois. Die Klimate der Geologischen Vergangenheit und ihre Beziehung zur Entwicklungsgeschichte der Sonne. 1893.

<sup>2)</sup> De Marchi. Nuove teorie sulle cause dell'era glaciale. *Scientia*. 1912.

<sup>3)</sup> Arrhenius, Svante. Ueber die Wärme-absorption durch Kohlensäure. *Ann. d. Physic*. 1901, а также Les oscillations séculaires de la température à la surface du globe. *Rev. générale Scient*. X. 1899.



Извѣстный русскій ученый А. И. Воейковъ въ своемъ классическомъ трудѣ о климатахъ земного шара доказываетъ, что колебанія климата на Землѣ зависятъ отъ распредѣленія суши и моря, которое вызываетъ измѣненіе морскихъ и воздушныхъ теченій, что обуславливаетъ климатъ данной мѣстности. На основаніи многочисленныхъ наблюденій Воейковъ утверждаетъ, что извѣстное распредѣленіе суши и воды рѣзко уменьшаетъ разности географическихъ широтъ, отсюда онъ дѣлаетъ выводъ, что вполне возможно такое распредѣленіе суши и морей на Землѣ, при которомъ лѣтняя температура на полюсѣ была бы выше, чѣмъ у экватора. Можетъ



Восхожденіе на Монбланъ. Переходъ черезъ трещину.

быть, что къ концу третичнаго періода на Землѣ произошло такое распредѣленіе суши и морей, которое и вызвало охлажденіе климата Европы и Сѣверн. Америки и великое оледяніе <sup>1)</sup>).

Съ своей стороны, нѣкоторые геологи ставятъ ледниковый періодъ въ связь съ измѣненіемъ уровня суши, которая произошла въ концѣ третичнаго періода. Въ Европѣ, какъ и въ Сѣверной Америкѣ, суша передъ ледниковымъ періодомъ значительно поднялась; тамъ, гдѣ теперь находятся Британскіе острова, простирался большой полуостровъ, возвышавшійся на нѣсколько сотенъ метровъ надъ уровнемъ моря. Этотъ полуостровъ, можетъ-быть, препятствовалъ теплымъ теченіямъ Атлантическаго океана проникать далеко къ сѣверу, какъ это наблюдается теперь, и поэтому климатъ Скандинавіи былъ совершенно полярный.

<sup>1)</sup> А. Воейковъ. Климаты земного шара. СПб. 1884.



Въ настоящее время вліянію теплыхъ морскихъ теченій при-  
дается большое значеніе. Такъ, извѣстный изслѣдователь полярныхъ  
странъ, Нансенъ, приходитъ къ заключенію, что при уменьшеніи  
гольфштрема, вызваннаго, напримѣръ, поднятіемъ дна океана, мо-  
жетъ произойти постепенное передвиженіе полярныхъ льдовъ къ  
югу; а соединеніе перешейкомъ сѣвера Европы съ Гренландіей и  
совершенное отклоненіе гольфштрема отъ Сѣвернаго Ледовитаго  
океана можетъ повлечь за собою пониженіе температуры въ Европѣ  
и накопленіе льдовъ, достаточныя для воспроизведенія условій лед-  
никоваго періода, но только въ одной Европѣ, а не на всемъ зем-  
номъ шарѣ.

Кромѣ этихъ теорій о причинахъ ледниковаго періода, суще-  
ствуетъ еще много другихъ; всѣ эти теоріи, каждая съ своей сто-  
роны, стремятся дать отвѣтъ на вопросъ о причинѣ ледниковой  
эпохи, но всѣ онѣ имѣютъ свои слабыя стороны и не даютъ пол-  
наго и всесторонняго объясненія. Современная наука еще не въ  
состояніи объяснить великое оледяніе Земли въ началѣ четвер-  
тичнаго періода. Въ настоящее время мы можемъ только ска-  
зать, что ледниковый періодъ тѣсно связанъ со всей эволюціей  
Земли, и онъ былъ вызванъ, по всей вѣроятности, совокупнымъ дѣй-  
ствіемъ цѣлаго ряда различныхъ причинъ. Безъ сомнѣнія, мѣстныя  
причины, какъ, напримѣръ, то или иное распредѣленіе суши и моря,  
поднятіе материковъ, отклоненіе морскихъ теченій, измѣненіе со-  
става атмосферы и т. п.—все это оказывало свое вліяніе на кли-  
маты Земли въ предшествующую геологическую эпоху, но одними  
только этими причинами объяснить великое оледяніе нельзя. Какъ  
и всѣ другія явленія на Землѣ, великая ледниковая эпоха была  
естественнымъ завершеніемъ всей предыдущей эволюціи Земли, ре-  
зультатомъ дѣйствія многочисленныхъ и разнообразныхъ причинъ.\*



# ОГЛАВЛЕНІЕ.

## Снѣга и ледники.

### I.

Стр.

- Вода и ея значеніе на Землѣ. — Три состоянія воды: жидкое, парообразное и твердое. — Снѣгъ. — Границы выпаденія снѣга на поверхности земного шара. — Паденіе снѣга въ горахъ. — Нижний предѣлъ постоянныхъ снѣговъ на горныхъ склонахъ. — Поясъ постоянныхъ снѣговъ. . . . . 3

### II.

- Вліяніе солнечной теплоты и метеорологическихъ явленій на снѣгъ. — Лавины. — Предохранительное значеніе лѣса въ горахъ. — Сооруженія для защиты отъ снѣжныхъ обваловъ . . . . . 14

### III.

- Постепенное превращеніе снѣга въ ледъ. — Фирнъ и фирновые поля (снѣжники). — Смерзаніе льда. — Пластинчатое строеніе льда. — Ледяные кристаллы. — Классификація ледниковъ. . . . . 23

### IV.

- Движеніе ледниковъ. — Опыты и теоріи. — Выпуклость центральной части ледниковъ. — Последовательные изгибы. — Трѣніе ледниковыхъ массъ о бока и дно русла. — Объемъ ледниковъ. — Уклонъ ледниковаго русла . . . . . 31

### V.

- Трещины на поверхности ледниковъ. — «Сераки». — Ледниковыя мельницы. — Мосты изъ снѣга. — Прожилки молодого льда. — Ледниковыя ручьи и лужи. — Глетчерная озера и причиняемая ими катастрофы. — Выводные каналы . . . . . 38

### VI.

- Обломки скалъ на поверхности ледника. — Ледниковыя стаканы. — Глетчерные столы. — Морены: боковыя, срединныя и конечныя. — Грязевыя полосы. — Измѣреніе скорости движенія ледниковъ. — Убыль или отступаніе ледниковъ. — Ледниковыя ручьи и рѣки. — Ледниковыя ворота. — Контрастъ между ледникомъ и окружающими его склонами горъ . . . . . 50

### VII.

- Наступаніе и отступаніе ледниковъ. — Видъ лежа, покинутого ледникомъ; курчавыя скалы, бараньи лбы и параллельныя борозды . . . . . 62

### VIII.

- Распространеніе ледниковъ на поверхности земного шара . . . . . 72

### IX.

- Ледниковый періодъ. — Древніе ледники Европы. — Валуны, разсыянные вокругъ Скандинавіи и въ Сѣверной Америкѣ. — Древніе ледники тропическихъ странъ — Причины ледниковаго періода . . . . . 101











23

Бесплатное приложение  
къ журн. „Вокругъ Свѣта“  
за 1914 годъ.

36.

1/3



Издание Т-ва И. Д. Сытина.



2



put  
in









1500060496