

551
ББ25

Л.Р.СЕРЕБРЯННЫЙ, А.В.ОРЛОВ

ЛЕДНИКИ В ГОРАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

Таш. ф. о. - 1029 - 50009 - 81 г.

551
С-3

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Серия «Человек и окружающая среда»

Л. Р. СЕРЕБРЯННЫЙ
А. В. ОРЛОВ

ЛЕДНИКИ
В ГОРАХ

Ответственный редактор
академик Г. А. АВСЮК

474543



МОСКВА
«НАУКА»
1985

551
ББК 26.222.8

С 32

УДК 551.32

Рецензент

доктор географических наук М. Г. ГРОСВАЛЬД

С 32 Серебрянный Л. Р., Орлов А. В.

Ледники в горах. М.: Наука, 1985.— 160 с., ил.— (Серия «Человек и окружающая среда»).
70 к. 30 000 экз.

Горные ледники — неотъемлемый элемент природы нашей планеты. Несмотря на то что площадь, занимаемая ими, относительно невелика, они имеют большое значение как естественные регуляторы речного стока, хранители запасов пресной воды и источники энергоснабжения. Кроме того, с ледниками связан целый ряд стихийных бедствий: обвалы, бурные паводки, сели и т. д. Обо всем этом и рассказывает книга. Читатель также познакомится с историей изучения горных ледников, условиями их возникновения и закономерностями эволюции, особенностями их строения и движения.

ББК 26.222.8

ВВЕДЕНИЕ

Десятая часть площади нашей планеты скована льдом. Он сплошь покрывает Антарктиду и Гренландию, там под толщей льда, достигающей местами 3—4 км, скрыты целые горные хребты и массивы. Не уместаясь на суше, лед сползает в море, образуя шельфовые ледники. От их краев откалываются айсберги и далеко разносятся морскими течениями. Мощные шапки льда одевают многие полярные острова. В нашей стране они известны на Земле Франца-Иосифа, Новой Земле и Северной Земле, где от льда свободны лишь неширокие полосы прибрежной суши.

Ледники в горах встречаются практически на всех широтах, в том числе и на экваторе. Они являются неотъемлемой частью окружающей среды. В некоторых горных странах оледенение занимает большие площади, например в горах Средней Азии почти 18 тыс. км².

Изучением ледников занимается гляциология — наука очень широкого профиля. Она охватывает все виды природных льдов, которые иногда даже выделяют в особую оболочку Земли — гляциосферу. Ежегодно на ледники снаряжаются десятки экспедиций. Исследователи, как правило, уделяют основное внимание наблюдениям на поверхности ледников: регистрируют размеры и площади ледяных тел, определяют их режим, замеряют скорости движения льда, ведут метеорологические и гидрологические работы. Чтобы понять закономерности поведения ледников, необходимо выяснить и процессы, происходящие в их внутренних частях. Здесь на помощь ученым приходят глубокое бурение, сейсмо- и радиозондирование, кристаллографические, геохимические и другие методы.

Полевые наблюдения сопровождаются обстоятельными лабораторными исследованиями и теоретическими расчетами движения льда при разных условиях. Таким путем удается понять распределение мощности льда, изменение его температур и физико-механических свойств с глубиной. В конечном итоге повышается надежность расчетов,

ОПИСАНО
С 1903030200-375 61-85 ШЦ
054(02)-85 © Издательство «Наука», 1985 г.



которые закладываются в долгосрочные прогнозы пивально-гляциальных процессов.

Эта книга знакомит читателя с разными направлениями в изучении горной гляциологии, дает представление об условиях существования горного оледенения и его связях с климатом и рельефом. Вполне понятно, что с одинаковой детальностью изложить весь комплекс проблем горной гляциологии трудно, тем более что тема наших собственных исследований — взаимосвязь ледников с литосферой.

Ледники оказывают колоссальное воздействие на свое ложе. Они, словно гигантские бульдозеры, выкапывают массы камней, перемещают их на большие расстояния и сваливают в громадные кучи. Ледниковые формы рельефа — это фактически единственные свидетельства существования древнего оледенения, которое было гораздо обширнее, чем современное. Реконструкция бывшего оледенения дает возможность решить одну из ответственных задач, стоящих перед человечеством, — выяснить, как изменяется климат.

Горные ледники важны и как источники влаги, в них сконцентрированы огромные запасы пресной воды. Регулирование стока с ледников приобретает особенно актуальное значение в аридных и даже в некоторых полярных странах, страдающих от нехватки влаги. Долгое время географической загадкой Средней Азии считали полноводные реки, пересекающие пустыни. Теперь же точно установлено, что эти голубые артерии жизни связаны с существовавшим оледенением в горах.

В этой книге наряду с изложением научных фактов мы стремились также отразить личные впечатления, полученные во время экспедиций на ледники Центрального Кавказа, Тянь-Шаня, Северной Земли, Восточной Якутии и Шпицбергена.

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ

Хотя о существовании ледников люди знали очень давно, конкретные наблюдения за их поведением начались менее 300 лет назад. В 1696 г. в Копенгагенском университете была защищена диссертация Т. Вигалина «О кристаллических ледяных горах Исландии». Ее автор, проживший ряд лет в непосредственной близости от исландского ледника Ватнайёкудль, показал, что ледники обладают свойством двигаться под влиянием собственной тяжести и периодически наступают. К сожалению, эта работа была опубликована только спустя 100 лет в одном из норвежских журналов.

В 1723 г. в Лейденском университете Й. Шойхцер выступил с гипотезой движения ледников. Он предполагал, что вода может образовывать трещины во льду и замерзать в них, это якобы и определяет течение льда вниз по склонам гор.

Значительный вклад в разработку ледниковой теории внесла группа альпийских исследователей в конце XVIII — начале XIX в. Швейцарский ученый О. Соссюр, автор «Путешествий по Альпам» (1779—1796 гг.), наметил первую схему формирования и разрастания горных ледников. Он обратил внимание на их способность перемещать крупные глыбы горных пород. Несколько позже, в 1802 г., английский геолог Дж. Плейфер утверждал, что валуны, рассеянные в горах Юра, были перенесены громадными ледниками. В 1821 г. независимо от Дж. Плейфера, швейцарский инженер Й. Вепец высказал предположение, что некогда ледник занимал всю верхнюю часть долины Роны. На эту мысль его навели наблюдения охотника за сернами Ж. Перодена.

Таким образом, геологические наблюдения в Альпах фактически заложили фундамент ледниковой теории, показав, что в прошлом ледники имели более значительные размеры и выносили камни из центральных районов гор на окружающие равнины. Эти представления развивали А. Бернгарди (1832 г.). Ж. Шарпантье (1835 г.) и

К. Шиммер (1835 г.). Последний впервые применил термин «ледниковая эпоха» для обозначения периода разрастания ледников в Альпах. Под влиянием идей этих исследователей И. В. Гёте, интересовавшийся проблемами естествознания, составил образное описание эпохи великого похолодания в Европе, которое сопровождалось разрастанием ледников.

Ледниковая теория, однако, не сразу получила признание. Для ее пропаганды много сделал известный швейцарский геолог Л. Агассис. Ознакомившись с работами альпийских ученых, особенно Ж. Шарпантье, он подготовил в 1840 г. сводный труд под названием «Исследования ледников», который принес ему мировую известность и был переведен во многих странах, в том числе и в России.

Заслугой Л. Агассиса было также и то, что он пропагандировал ледниковую теорию. Он побывал в Англии, где сделал ряд публичных докладов в научных обществах, затем, переехав в США, также неоднократно выступал в защиту ледниковой теории. Геологи, изучавшие строение равнинных стран, тем не менее все еще сомневались в правомочности этой теории, отдавая предпочтение другим представлениям. В частности, долгое время была популярна «дрифтовая теория», объяснявшая разное залегание обнаруженных на равнинах Северной Европы, деятельностью морских льдов. Лишь в 1870-х годах почти одновременно в нескольких странах Европы появились работы, в которых признавалось распространение гигантских древних ледниковых покровов. Особенно выделялся фундаментальный труд русского ученого-революционера П. А. Кропоткина «Исследования о ледниковом периоде» (1876 г.). В нем на конкретных примерах рассматривались механизмы воздействия древних ледников на свое ложе и формирование ледниковых отложений. Впоследствии П. А. Кропоткин писал: «Мне хотелось разработать теорию о ледниковом периоде, которая могла бы дать ключ для понимания современного распространения флоры и фауны и открыть новые горизонты для геологии и географии»*.

С книги П. А. Кропоткина фактически началось распространение ледниковой теории в России, где она была признана многими исследователями. Ф. Б. Шмидт,

* Кропоткин П. А. Записки революционера. М.: Мысль, 1966, 225—226.

П. А. Армашевский, С. Н. Никитин, А. П. Павлов и другие геологи во многих районах Русской равнины выявили ледниковые отложения — морены. Их изучение дало возможность заметить центры и границы распространения древних ледников.

В горных районах России интерес к научному познанию ледников проявился еще в первой половине XIX в. Горный инженер Ф. В. Геблер в 1836 г. опубликовал результаты изучения Катунского и других ледников Центрального Алтая. Здесь были впервые отмечены признаки более обширного в недавнем прошлом оледенения. Спустя 10 лет такие же заключения сделал академик Г. В. Абих для Центрального Кавказа, где наиболее тщательно исследовал ледники на южном склоне Эльбруса.

Таким образом, уже на первых порах с позиций ледниковой теории удалось объяснить разное залегание ледниковых валунов, а также установить ледниковое происхождение многих форм рельефа в горах. На базе геологических и геоморфологических данных сложились представления о более значительном распространении ледниковых тел в прошлом. Однако для того, чтобы ледниковая теория превратилась в систему строгих научных доказательств, необходимо было придать ей физическое обоснование. Для этого требовались сведения о функционировании самих ледников, что стимулировало постановку и проведение первых гляциологических исследований.

Вслед за Л. Агассисом целая группа альпийских исследователей (Дезор, Эшер, Фавр, Форбе, Мартин, Тиндаль и др.) приступила к изучению физических свойств льда и ледников, пытаясь установить закономерности геологической работы ледников. В 1854 г. французский ученый А. Муссон, опираясь на материалы предыдущих работ, создал первую обобщающую сводку по гляциологии Альп, которая долгое время считалась наиболее полным источником информации о горных ледниках. Вторая сводка гляциологических знаний была составлена в 1885 г. швейцарским ученым А. Геймом.

Таким образом, во второй половине XIX в. гляциология оформилась в самостоятельную науку, которая активно использовала физические методы наряду с географическими. К этому времени сложилось представление о гляциологии как науке о ледниках; причем, естественно, центральное место отводилось изучению горных ледников Альп, Скандинавии, Кавказа. В результате окон-

чительно оформились ключевые идеи о движении и режиме ледников, их морфологии и географическом распространении. Пополнялась информация о физических свойствах ледников и закономерностях их жизнедеятельности, решались крупные палеогеографические проблемы. Тем самым ледниковая теория и история горного оледенения вписывались в общий круг проблем, связанных с изменением климата и природы нашей планеты.

Примером многопланового решения гляциологических проблем считается классическая монография А. Пенка и Э. Брюкнера «Альпы в ледниковую эпоху» (1901—1909 г.). В ней впервые было доказано значительное участие ледников в новейшей истории Земли. В частности, было установлено, что Альпы в четвертичный период пережили четыре эпохи оледенений.

Важным этапом в развитии гляциологии явилось создание Международной ледниковой комиссии (1894 г.). Тогда же в России по инициативе Русского географического общества была организована Ледниковая комиссия, которую возглавил крупный ученый-геолог И. В. Мушкетов. С деятельностью этой комиссии связаны первые систематические исследования горных ледников в России. В них приняли участие такие известные естествоиспытатели, как П. П. Семенов-Тянь-Шанский, Н. А. Буш, Н. Я. Динник, А. Н. Краснов, В. В. Сапожников и др. Обширная информация о размерах и морфологии горного оледенения была получена русскими геодезистами и топографами. Наиболее выдающимся достижением было картографирование ледников Кавказа, выполненное под руководством А. В. Пастухова. Важным итогом этой работы явился первый каталог ледников Кавказа, составленный К. И. Подозерским в 1911 г.

Развитие гляциологии шло разными путями, однако в целом к началу нынешнего столетия выделились два крупных направления. Ученые альпийских стран сконцентрировали усилия на применении геодезических методов наблюдений, регистрации колебаний ледников и изучении механизмов их движения. В Скандинавии большое внимание уделялось тепловому и вещественному балансу ледников, а также проблемам гляциоклиматологии. Первое направление связано с именем С. Финстервальдера, а второе возглавил шведский гляциолог Х. Альман. В нашей стране длительное время развивались преимущественно традиции альпийской школы, а гляциоклиматический подход к изучению оледенения получил оригиналь-

ное претворение в работах советского гляциолога М. В. Тронова.

Гляциологи понимали необходимость координации работ. Примером такого международного сотрудничества стали гляциологические исследования во время реализации программ I и II Международных полярных годов (МПГ) 1882—1883 и 1932—1933 гг. Впервые наблюдения на ледниках проводились одновременно по единой методике в разных горных странах в разных физико-географических условиях. Особенно большой размах гляциологические исследования приняли во время II МПГ, когда комплексные ледниковые экспедиции проникли в труднодоступные районы Памира, Тянь-Шаня, Алтая, Кавказа, где впервые были поставлены полустационарные наблюдения. Это способствовало углублению представлений и об особенностях существования ледников. Кроме того, удалось пополнить информацию о размерах и морфологии горного оледенения. Важным итогом работ по программе II МПГ было составление каталога ледников Средней Азии, чему во многом способствовали исследования гляциолога Н. Л. Корженевского в труднодоступных районах Памира. В работах ледниковых экспедиций активное участие принимал академик С. В. Калесник, впоследствии сделавший ряд теоретических обобщений. Он создал первый учебник гляциологии, по которому студенты занимаются и сейчас.

Развитие гляциологии в СССР с 1940-х годов связано с деятельностью академика Г. А. Авсюка, воспитавшего большую школу ученых-гляциологов. Под его непосредственным руководством был организован первый гляциологический стационар на леднике Карабтак в хребте Терекей-Ала-Тоо (Тянь-Шань). Здесь выполнялись систематические наблюдения за скоростями движения и температурами льда, изучалась роль снега и льда в питании рек, ставились первые в мире опыты по искусственному воздействию на режим ледников.

И все же в то время гляциологические исследования носили довольно ограниченный характер. Настоящий размах они получили в связи с проведением Международного геофизического года (МГГ) в 1957—1959 гг. Одной из важных задач этого проекта явилось фундаментальное исследование процессов накопления, преобразования, движения и расхода льда в основных очагах оледенения нашей планеты. В СССР были изучены ледники Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, Полярного Урала, Хибин,

Центрального Кавказа, Алтая, Сунтар-Хаяты, Заилийского и Джунгарского Алатау, Терской-Ала-Тоо, Памира (ледник Федченко). В результате не только были определены закономерности развития оледенения, но и углубились представления о физических свойствах самих ледников. Фактически во время МГГ выкристаллизовались почти все направления современной гляциологии, которая стала наукой о всех видах природного снега и льда.

КАКИЕ БЫВАЮТ ЛЕДНИКИ

Еще совсем недавно гляциологи имели лишь самое общее представление об оледенении нашей планеты. На изучение даже таких относительно доступных горно-ледниковых стран, как Альпы, Кавказ и Скандинавия, уходили десятилетия. Сведения о количестве ледников, их размерах, типах оледенения собирались буквально по крохам в результате самоотверженной работы многочисленных экспедиций и отдельных исследователей-энтузиастов. Сейчас в гляциологии успешно разрабатываются новые геофизические и картографические методы исследований. На помощь пришла и космическая техника. В 70-х годах в нашей стране завершилось составление «Каталога ледников СССР». В результате этой работы выяснилось, что ледники занимают площадь 78 240 км², почти 1/300 часть всей территории СССР. Больше всего льда сосредоточено в Арктике, где целые острова и архипелаги заняты ледниковыми щитами, куполами и связанными с ними выводными ледниками. Здесь развиты главным образом формы покровного оледенения. На долю ледников этого типа приходится около 70% от всей площади оледенения нашей страны, и в них заключено около 90% всего ледникового льда. Однако число арктических ледников невелико — всего 2 тыс.

В горных областях значительно больше ледников — около 27 тыс. И хотя горное оледенение заметно уступает покровному и по площади и по объему льда, не следует забывать, что эти ледники расположены вблизи густонаселенных районов и уже сейчас заметно влияют на многие аспекты жизни и деятельности людей.

Чтобы понять закономерности существования и развития ледников, необходимо прежде всего выяснить характер их пространственного распределения. С этой целью разрабатывается гляциологическое районирование, кото-

рое может отражать разные подходы. Для районирования оледенения на обширной территории нашей страны в настоящее время привлекается циркуляционно-климатическая схема географа Б. П. Алисова. На ее основе выделены четыре зоны оледенения: арктическая, субарктическая, умеренная и субтропическая. Последнюю некоторые исследователи называют зоной южного горного обрамления СССР и включают в нее ледники Средней Азии и Кавказа.

Весьма интересно, что многим ледникам свойственна тенденция располагаться вблизи арктических или полярных климатологических фронтов. По заключению гляциоклиматолога А. Н. Кренке [1982], эта особенность характерна для ледников Арктики. Арктическая зона оледенения лежит на основном пути циклонов, поступающих из северной части Атлантического океана, в связи с чем ее иногда называют Атлантико-Арктической. Только небольшие каровые ледники и снежники Чукотки и острова Врангеля подпитываются тихоокеанской влагой.

Ледники Кавказа, Гиссаро-Алая и Памира расположены вблизи оси зимнего средиземноморского полярного фронта, а оледенение Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау, Саура, Алтая и Саян — вдоль северной ветви фронта, огибающей с севера Центральную Азию и активизирующейся летом. С удалением центров оледенения от климатологических фронтов их размеры уменьшаются. В качестве примера можно привести ледники Кузнецкого Алатау, площадь которых не превышает 5 км². Однако и это миниатюрное оледенение не ускользнуло от внимания исследователей.

При районировании оледенения А. Н. Кренке предлагает рассматривать множество ледников, объединенных общими связями с окружающей средой и внутренними взаимосвязями и свойствами, как ледниковые системы. На этой основе в пределах упомянутых четырех зон было выделено 27 ледниковых систем, или групп. Из них только пять групп, принадлежащих арктической зоне (Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, острова Ушакова, Де-Лонга), характеризуются покровным типом оледенения, все остальные ледниковые районы нашей страны — горным.

Больше всего горных ледников в Северной Азии (около 23% площади оледенения СССР). Особенно выделяют ледниковые системы Тянь-Шаня и Памира. Так, например, только на Тянь-Шане насчитывается около

7 тыс. ледников. Исключительно мощное оледенение здесь развито в районе пика Победы, где площадь снегов, фирновых полей и вытекающих из них ледников превышает 3 тыс. км². Самый значительный ледник этого района Южный Иньльчек на протяжении 60 км извиляется в обрамлении отвесных склонов и неприступных вершин. Мощность этого ледника местами превышает 400 м.

На фоне внушительного оледенения Памира, Тянь-Шаня и Гиссаро-Алая ледниковые системы таких гор, как Урал, Путорана, Кодар, Саяны и др., выглядят весьма скромно. На Полярном Урале известно только 146 ледников общей площадью 27,8 км². А в горах Путорана на севере Сибири с огромным трудом удалось отыскать всего 17 крохотных ледничков.

Ледники — огромные хранилища пресных вод. Только в ледниках СССР масса льда содержит 7 тыс. км³ пресной воды, что примерно соответствует речному стоку с территории нашей страны за четыре года. Если бы эти ледники растаяли, уровень Мирового океана поднялся бы на 5 см. Если ледники в горах Восточной Якутии пока не имеют хозяйственного применения, то в Средней Азии каждый литр талых ледниковых вод ценится на вес золота. И хотя в среднеазиатских ледниках воды в 1,4 раза больше, чем в Аральском море, уже сейчас приходится думать о рациональном использовании этих водных ресурсов. Сходная ситуация существует и в других районах Внутренней Азии, где крупные очаги оледенения — Тибет, Гималаи, Каракорум — также окружены страдающими от засухи межгорными котловинами и предгорными равнинами. И в других частях света имеются значительные горно-ледниковые районы. В этом отношении особенно выделяются Кордильеры и Анды Америки.

Возникает вопрос: как можно упорядочить все ледниковые образования? Оказывается, каждый ледник можно охарактеризовать по меньшей мере с трех точек зрения: с морфологической, основанной на его внешних особенностях; с динамической, принимающей в расчет активность или массовость ледника; с геофизической, для которой наиболее важны такие характеристики, как температурный режим и другие физические свойства снега и льда.

Морфологические классификации прежде всего учитывают размеры ледниковых тел и их конфигурацию в тесной связи с особенностями рельефа. Длительное время

при составлении морфологических классификаций ледников руководствовались лишь общими соображениями. Так, еще О. Соссюр выделял в Альпах ледники двух групп. К первой он относил крупные ледники, заполняющие долины, а ко второй — многочисленные ледниковые образования на склонах гор, редко выступающие в долины. Хотя впоследствии было установлено, что в пределах этих двух групп существуют различные переходные образования, схема О. Соссюра служила основой для морфологических классификаций ледников.

Первые объективные критерии для отнесения ледников к той или иной группе появились только после детального изучения их режима. Х. Альман установил, что каждому морфологическому типу ледников соответствует особое распределение их площадей по высотным ступеням. Именно этот принцип использовался при составлении «Каталога ледников СССР», в котором выделено 27 типов глетчеров, объединенных в 9 групп: 1) покровные ледники, 2) сетчатое оледенение, 3) ледники вулканических вершин, 4) дендритовые и сложнодолинные ледники, 5) простые долинные ледники, 6) каровые ледники, 7) ледники склонов, 8) ледники подножий, 9) шельфовые ледники.

Остановимся подробнее на тех типах ледников, которые наиболее часто встречаются в горах. Заметим, что от морфологического типа ледников зависят такие важные гляциологические показатели, как размеры и масса ледников, их сток, степень воздействия на климат и, конечно, на рельеф.

По распространенности, безусловно, ведущее место занимают каровые ледники. Они расположены в цирках, или карах, — кресловидных углублениях на склонах гор, и имеют в плане округлую форму. В большинстве случаев каровые ледники в длину не превышают километра. Их поверхность в продольном профиле сначала круто опускается от задней стенки цирка, затем становится более пологой, а у конца ледника выпуклой. Конец карового ледника может упирается в снежник, который ниже по склону сливается с конечной мореной. В свою очередь эта морена может отчленяться озером от выступа скальных пород — ригеля, круто обрывающегося к днищу долины. Разумеется, подобная последовательность выдерживается не всегда.

В том случае, когда каровые ледники не умецаются в своих нишах и выползают языками в долину, их назы-

вают карово-долинными. Напротив, тающие каровые ледники часто превращаются в висячие. Эти ледники занимают лишь часть кара, прислоняясь к его задней стенке и упираясь в его дно.

Яркое проявление горного оледенения — долинные ледники, в ряде районов называемые альпийскими. В Альпах таких ледников насчитывается несколько тысяч, по большинство из них короткие: длина не превышает 2 км и лишь у немногих 5—7 км. Самый большой — Алетский ледник протягивается на 16 км при средней ширине 1,8 км. Конец его спускается ниже снеговой линии на 1400 м. Крупные долинные ледники распространены на Памире, Гималаях, в Андах, на Аляске. В виде гигантских ледяных рек они нередко петляют среди горных хребтов и массивов. При слиянии двух или более долинных ледников образуются сложнодолинные ледники. На их поверхности в зонах слияния притоков появляются полосы обломочного материала — срединные морены, которые отчетливо прослеживаются до конца ледникового языка. По количеству морен легко подсчитать, сколько притоков впадает в основную ледяную струю. Обычно в подобных случаях сливающиеся ледники имеют одинаковые размеры, а их соединение происходит под некоторым острым углом.

Сложнодолинные ледники придают необычайную живописность горным ландшафтам. Неизгладимое впечатление на путешественников производит ледник Безенги, крупнейший из ледников Кавказа. Он начинается от вечных снегов у подножия Главного хребта и течет в глубоком ущелье, окруженном горными вершинами, четыре из них поднимаются выше Казбека. Английский альпинист А. Гроув, исходивший в конце прошлого века вдоль и поперек всю Швейцарию, признал, что в Альпах ему не приходилось видеть ничего, что могло бы сравниться по красоте и величию с Безенгйским ледником.

Наряду со сложнодолинными ледниками в крупных районах современного горного оледенения особо выделяются дендритовые ледники. В плане такой ледник напоминает ветвящийся ствол дерева. Классические примеры можно встретить в ущельях Каракорума (ледники Хиспар, Бальторо), долинах Гималаев (ледники Канченджунги), на Памире и Тянь-Шане. Самый большой дендритовый ледник СССР — ледник Федченко на Памире — достигает в длину 70 км.

Выходя на предгорные равнины, долинные ледники

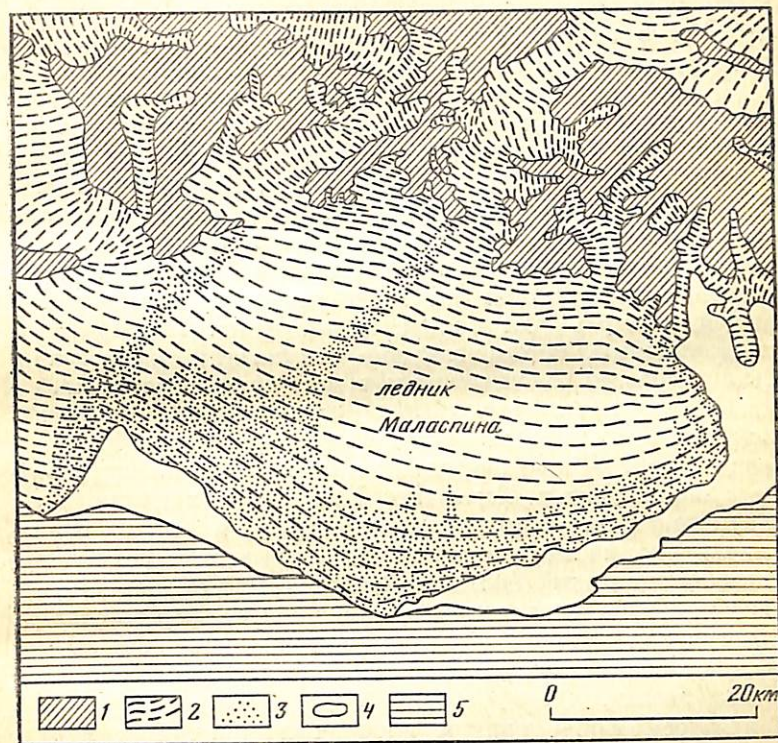


Рис. 1. Крупный предгорный ледник Маласпина

1 — скалы; 2 — чистый лед; 3 — лед, забронированный мореной; 4 — прибрежная равнина; 5 — море

иногда растекаются, образуя гигантские шлейфы. Крупнейшие ледники этого типа — Маласпина и Беринга на Аляске (рис. 1). Маласпина расходится широким конусом на прибрежных равнинах Тихого океана. Мощность льда там составляет 600 м, и его основание уходит на 250 м ниже уровня моря. Скейдараурйёкудль в Исландии достигает в ширину 8 км в горах и 25 км после выхода на равнину. В обоих случаях речь идет о ледниках особого типа, называемого предгорным.

Если в настоящее время предгорные ледники немногочисленны, то в эпохи древних оледенений они отличались большим разнообразием и встречались у подножий многих горных стран мира. Например, в результате морфологической реконструкции оледенения Альп в вюрмскую эпоху (20—15 тыс. лет назад) выяснилось, что тогда преобла-

дали предгорные ледники различных типов. Они выходили далеко за пределы гор на окружающие равнины в верхних частях бассейнов Дуная, Роны и По.

Многочисленные крупные предгорные ледники в юрме существовали и на западе Северной Америки, где занимали значительную часть Большого Бассейна, между береговыми хребтами (Сьерра-Невада, Каскадные горы) и Скалистыми горами. Предгорные ледники, спускавшиеся с восточных склонов Скалистых гор, на отдельных участках смыкались с Лаврентийским ледниковым щитом, создавая препятствия на пути миграции первобытных людей в глубь Американского материка. По-видимому, палеоиндейцы, преодолевавшие эти ледяные перемычки, были первыми альпинистами в истории человечества.

Особый тип оледенения — ледники вулканических конусов. Незабываемо впечатление от искрящихся на фоне голубого неба фирновых шапок, покрывающих вулканические сопки Камчатки. Есть такие ледники и на Кавказе, на потухших вулканах Эльбрус и Арагац. С вершин вулканических массивов по крутым и узким ущельям (барранкосам) сползают многочисленные ледниковые языки. Такое оледенение в плане имеет форму звезды. Иногда лед заполняет только впадину вулкана и не выходит из кратера на склоны. Такие ледники называют кальдерными.

Другой тип — ледники плоских вершин. Они характерны для гор, где распространены поверхности выравнивания, нередко поднятые на большую высоту. Ледники этого типа напоминают тонкие пластины или лепешки льда, наложенные на ровные плато, как тесто на противень. Особенно много таких ледников на Тянь-Шане в хребтах Терской-Ала-Тоо и Борколдой.

Переходным типом от горных ледников к материковым являются ледники норвежского типа, или ледниковые шапки. Расположенные в субполярных странах с океаническим климатом, они получают обильное снеговое питание и по размерам значительно превосходят ледники плоских вершин континентальной Азии. Лед в ледниковых шапках медленно растекается в стороны от центра и, достигнув края, спускается короткими языками вниз — с выровненной поверхности плато в долины. Например, от крупнейшей ледниковой шапки Норвегии — Юстедальсбреен — отходит более 100 языков льда. Такие ледники очень характерны и для Исландии, самый крупный — Ватнайёкуль — имеет площадь 8500 км².

Нередко от ледяной шапки отходят крупные долинные ледники, именуемые выводными. Они широко распространены на Шпицбергене, в Исландии и Норвегии. Выводные ледники могут достигать крупных размеров и отличаться более высокими скоростями движения льда по сравнению с питающими их ледяными шапками. Когда языки этих ледников окапываются в море, они оказываются на плаву, в таких условиях происходит образование айсбергов.

В 1980 г. мы наблюдали, как рождаются плавучие ледяные горы у конца ледника Норденшельда, спускающегося в бухту Адольф на Шпицбергене. Здесь от крутого, рассеченного многочисленными трещинами ледяного обрыва в разгар северного лета часто отрываются громадные глыбы льда. С оглушающим шумом они обрушиваются в воду, вызывая сильное волнение. Мало знакомые с этими явлениями природы, мы расположились недалеко от берега залива, и в один из наиболее мощных набегов волн нам пришлось срочно перенести лагерь, чтобы не оказаться в ледяной воде.

Конечно, в одних и тех же горах встречаются разные типы ледников. Например, хорошо известно, что ледники Скандинавии существенно отличаются от долинных ледников Альп, Кавказа и других гор по целому ряду морфологических признаков. Так, для них характерны большие размеры областей питания и короткие языки. Поверхность фирновых полей почти горизонтальная, ровная или слегка волнистая. Трещины здесь явление редкое. У альпийских ледников поверхность областей питания вогнутая (мульдообразная) и имеет уклон к месту выхода льда в долину. Сами ледники испещрены глубокими трещинами.

Таким образом, можно проанализировать пространственное распределение оледенения в разных горных районах. В последние годы даже разработана классификация ледниковых систем по преобладающим типам ледников. На основе этой классификации можно выделить тип оледенения для отдельных участков ледниковых систем в горах СССР.

Например, карово-висячий тип системы характерен для Полярного Урала, Восточного Алтая, гор Путорана, Чукотки, Кузнецкого Алатау. Для Западного Тянь-Шаня, Корякского нагорья, Орулгана, Кодара, Восточного Саяна характерно карово-долинное оледенение. А для Большого Кавказа, Джунгарского Алатау, Южного и Центрального



- Merzbacher G.* Vorläufiger Bericht über eine in den Jahren 1902 und 1903 ausgeführte Forschungsreise in den zentralen Tian-Shan.—
Petermanns geogr. Mitt., 1904, Ergänzungsh., N 149, S. 1—100.
- Penck A., Bruckner E.* Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909.
Bd. 1, 2. 1199 S.
- Post A., Lachapelle E. R.* Glacier ice. Seattle; London: Univ. Wash.
press, 1971. 110 p.
- Research methods in Pleistocene geomorphology: Proc. 2nd Guelph
symp. on geomorphol., 1971 / Ed. E. Yatsu, A. Falconer. Norwich:
Geoabstr. Ltd, 1972. 285 p.
- Sugden D. E., John B. S.* Glaciers and landscape. L.: Arnold, 1976.
376 p.
- Thorarinsson S.* The thousand years struggle against ice and fire. Rey-
kjavik: Mus. of Natur. Hist., Dep. of Geol. and Geogr., 1956. 52 p.
(Miscellaneous Pap.; N 14).
- Till: A symposium* / Ed. R. P. Goldthwait. Ohio State Univ. press, 1971
402 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Из истории изучения горных ледников	5
Какие бывают ледники	10
Режим ледников	21
Как движутся ледники	31
Бунтующие ледники	39
Этот разнообразный мир ледников	44
Этот разнообразный мир ледников	54
Камни на ледниках	54
Мореносодержащий лед	62
Роль ледников в разрушении гор	72
Следы былых ледников	87
Количественные оценки экзарации	104
Страницы ледниковой истории гор	107
Ледники и жизнь	130
Ледники и человек	138
Заключение	150
Литература	153

Леонид Рувимович Серебрянный,
Андрей Владиславович Орлов

ЛЕДНИКИ В ГОРАХ

Утверждено к печати Редколлегией
серии научно-популярной литературы
Академии наук СССР

Редактор издательства Л. И. Приходько
Художник М. М. Бабенков
Художественный редактор Н. А. Фильчагина
Технический редактор И. В. Бочарова
Корректоры Т. М. Ефимова, Е. В. Шевченко

ИБ № 28954

Сдано в набор 16.04.85.

Подписано к печати 26.06.85.

T-01170. Формат 84×108¹/₃₂.

Бумага книжно-журнальная импортная

Гарнитура обыкновенная новая

Печать высокая

Усл. печ. л. 8,82. Усл. кр. отт. 9,12. Уч.-изд. л. 9,4

Тираж 18.000 экз. Тип. зак. 1358

Цена 60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени

издательство «Наука»

117864 ГСП-7, Москва В-485

Профсоюзная ул., 90.

2-типография издательства «Наука»

121099. Москва, Г-99, Шубинский пер., 6



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ВЫШЛА ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

ВИКТОРОВ С. В., ЧИКИШЕВ А. Г.

Ландшафтная индикация. 1985, 6 л., 60 к.

Книга знакомит читателя с новым направлением ландшафтоведения — индикацией природных явлений и процессов. Рассматриваются основы, история развития и пути ее применения. Ландшафтная индикация широко используется при решении ряда практических задач геологического картирования, поисков месторождений полезных ископаемых и подземных вод, почвенно-мелиоративных исследований, инженерных изысканий, охраны природной среды и т. д.
Для географов, геологов, почвоведов и других специалистов, работающих в различных отраслях народного хозяйства.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

АГЕЕВА Р. А.

Происхождение имен рек и озер. 1985, 8 л., 55 к.

В книге рассказывается о рождении, развитии и значении гидронимов — названий всех водных объектов Земли: рек, озер, морей и т. д. Вопросы гидронимики до сих пор не освещались специально в научно-популярной литературе. Между тем изучение их важно для широкого круга специалистов как в естественных науках, так и в гуманитарных. Практическую ценность гидронимики представляет для геологов и географов, применяющих ее данные при палеогеографических реконструкциях, геоморфологических исследованиях, разведке месторождений полезных ископаемых, а также для историков, лингвистов, этнографов.
Для геологов, географов, лингвистов.