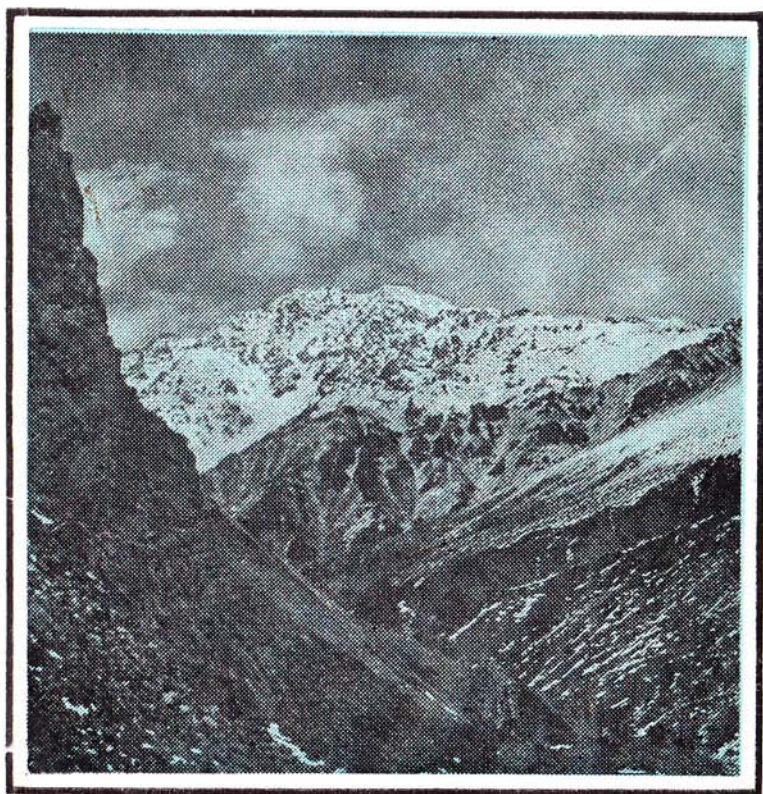


↓ 890(2)  
P832

Н.Н.РУДИЧ

ТЕПЛО  
И ХОЛОД  
СЕВЕРА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Д 890(2)  
Р 832

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

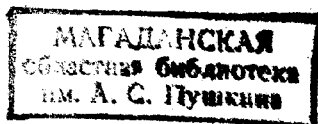
Серия «Человек и окружающая среда»

К. Н. РУДИЧ

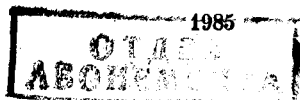
# ТЕПЛО И ХОЛОД СЕВЕРА

Ответственный редактор  
член-корреспондент АН СССР  
П. Ф. ШВЕЦОВ

780318



МОСКВА  
«НАУКА»



Рудич К. Н. Тепло и холод Севера.— М.: Наука, 1985.— 80 с., ил.— (Серия «Человек и окружающая среда»).

В книге рассматриваются вопросы истории и освоения во многом уникального края нашей страны — Крайнего Северо-Востока. Природа его богата и разнообразна — обширные горные хребты и протяженные реки, огнедышащие вулканы и мощные ледники. Огромные пространства занимает вечная мерзлота. Но этот холод таит в себе тепло — газ, нефть, каменный уголь, горячие источники. Специальный раздел книги посвящен землепроходцам, открывшим северо-восточные земли в XVII в., и исследователям XX в.

19.4.1

Рецензент

И. Я. НЕКРАСОВ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С начала XVII в. Северо-Восток Азии стал привлекать к себе внимание многих выдающихся исследователей. Их пути пролегали через очень суровый край; порой единственными дорогами были реки, и в первую очередь такие, как Яна, Индигирка, Колыма. Но не только природа манила сюда путешественников. С давних пор было известно, что в горных массивах Северо-Востока можно найти полезные ископаемые. И хранятся эти клады в земле, скованной на большую глубину вечной мерзлотой.

В условиях вечной мерзлоты нередко формируются богатые металлами россыпи. В отличие от россыпных месторождений, расположенных в экваториальных и других зонах, которые образуются в основном вследствие эрозийных процессов, на Северо-Востоке решающее воздействие на этот процесс оказывает мерзлотное выветривание.

Другое, редчайшее явление, которое присуще районам вечной мерзлоты, — наличие в ней газоконденсата в твердом состоянии. Это пример удивительного сочетания тепла и холода. В вечной мерзлоте развиты и многочисленные наледы, которые свидетельствуют о большом количестве термальных источников.

Соседство тепла и холода вообще типично для Северо-Востока. В крае есть ледники, которые способны серьезно воздействовать на режим горных рек, в том числе на Колыму и Индигирку, а также вулканы, в недалеком прошлом озарявшие окрестности своими вспышками. Из недр извлекаются газ, нефть, каменный уголь. Поэтому лихие северные морозы теперь переносятся человеком куда легче, чем в былые времена.

Планомерное освоение этого во многом уникального края нашей страны стало возможным сравнительно недавно. Об этом и рассказывается в настоящей книге.

## ПЕРВОПРОХОДЦЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Освоение Северо-Востока проходило в необычайно сложных условиях. Но, несмотря на это, первооткрывателям удалось изведать такие просторы, которые во много раз превышали территорию Европы. Их походы иногда начинались с опорных пунктов, находившихся за многие тысячи километров. Одним из них являлся Великий Устюг. Этот город на берегу реки Сухоны в XVII в. располагался на перекрестке дорог, ведущих в Поморье, на Урал и далее на восток — в Сибирь. Великий Устюг был известен в то время как торговый и транспортный центр, а также судостроением. Здесь родился один из выдающихся землепроходцев — Семен Иванович Дежнев.

Другим опорным пунктом для продвижения главным образом к бассейнам Енисея и Лены, был город Мангазея на реке Таз (правый приток Оби). Он основан в самом начале XVII в. По тому времени это был немалый город с населением около 2 тыс. жителей. Здесь занимались пушным промыслом, меновой торговлей и т. д. Однако в связи с закрытием морского пути в Мангазею и истреблением пушного зверя город потерял свое значение. В 1672 г. он был перенесен на Енисей, в Туруханское зимовье, и переименован в Туруханск.

В дальнейшем опорные пункты выбирались уже ближе к цели путешествия, главным образом на Лене, а к середине XVII в. — на Яне, Индигирке, Колыме и в некоторых других местах.

В открытии и освоении Северо-Востока принимали участие люди разных занятий. Они собирали сведения в основном географического характера, о природных условиях, речных бассейнах края, о его населенности, пушном звере и др. Приведем краткие сведения о некоторых первопроходцах.

Один из них — выходец из Мангазеи — Иван Ребров, возглавлявший экспедицию на Северо-Восток. В 1636 г. он направился к среднему течению Лены, откуда спустился к Ледовитому океану и уже морским путем достиг

устья Яны. Здесь было построено первое зимовье, а через некоторое время в устье Индигирки — второе.

Примерно в то же время на восток следовали и другие группы первопроходцев, но уже по сухопутью. Так, енисейский сотник Посник Иванов в 1638 г. вышел из Якутска и через Верхоянский хребет добрался до Яны. Затем, пройдя по берегам рек Туоустах и Догдо, он спустился к Индигирке по ее левому притоку — Сюрюктяху. В 1639 г. Иванов достиг Индигирки и на невысоком правом берегу ее поставил зимовье. Из этого зимовья в скором времени вырос город Зашиверск, просуществовавший почти 200 лет.

Географическое положение города способствовало превращению его в крупный по тому времени центр на северо-востоке Якутии. Здесь перекрещивались пути землепроходцев с запада на восток и с юга на север. Академик А. П. Окладников писал: «Кто не слышал о Мангазее! А кто слышал о заполярном Зашиверске, столь же старинном русском городке, затерянном еще глубже в просторах Сибирской тайги и тундры, окруженной легендами и тайной?»

Древний город давно исчез и стал достоянием истории\*. Легенды говорят, что когда-то у стен казачьей крепости устраивались шумные ярмарки, на которых с драгоценной пушниной собирались со всех концов люди тайги и тундры. Навстречу им из ворот крепости, увенчанных высокой башней-колокольной, выходили купцы с разноцветным бисером, железными изделиями...

Почти одновременно с Посником Ивановым из Ленского острога по сухопутью направился в верховье Индигирки казачий десятник Михаил Стадухин. Перевалив через Верхоянский хребет, его отряд вышел к поселку Оймакон — еще одному важному опорному пункту для землепроходцев, расположенному на левобережье Индигирки.

Узнав от местных жителей, что восточнее Индигирки протекает большая река, Стадухин в 1641 г. со своим отрядом вновь двинулся в путь. Спустившись сначала к устью Индигирки, а затем пройдя Студеным морем (Северный Ледовитый океан), он наконец увидел большую реку. Это была Колыма. Здесь Стадухин в 1643—1644 гг. основал вблизи ее устья зимовье и Нижнеколымский острог.

\* В конце XVIII в. в результате страшной эпидемии черной оспы погибли почти все жители города.



Отсюда Стадухин возвратился в Ленский (Якутский) острог. Но в 1647 г. он вторично направляется на Колыму, имея наказ морем добраться к реке Анадырь. Однако сложная ледовая обстановка не позволила осуществить этот поход, и Стадухин добрался морем лишь до Колымы. В 1650 г. с большим отрядом он снова отправился на Анадырь, но по сухопутью. Зимой 1651 г. Стадухин находился на реке Пенжине, построил суда и продолжал свой путь по Охотскому морю, в конце концов достигнув Охотска.

Необыкновенная настойчивость и мужество Михаила Стадухина позволили ему сделать много важных открытий, способствовавших дальнейшему продвижению землепроходцев на Северо-Восток.

В 40-х годах XVII в. вместе с Михаилом Стадухиным участвовал в походах Семен Дежнев. Он побывал на реках Лене, Оленеке, Яне, Индигирке, Колыме, а позднее на Анюе и Анадыре. Но наибольшую славу путешественнику принес его поход 1648 г. Он начался из устья Колымы, затем продолжался по Студеному морю и закончился на Анадыре. Из-за тяжелых ледовых условий и сильных штормов несколько судов при этом переходе пропало без вести. Дежневу, возглавившему группу мореходов, с трудом удалось высадиться на берегу южнее Анадыря. Отсюда в 1649 г. он поднялся к реке и поставил там зимовье, ставшее затем важным опорным пунктом для русских землепроходцев, следовавших на север, северо-восток и юго-запад. Позднее Дежнев со своим отрядом направился вверх по течению Анадыря и далее через Анюю возвратился на Колыму.

Поход Семена Дежнева, совершившего поистине героический подвиг, справедливо считается одним из крупнейших событий эпохи великих открытий. Доказав наличие пролива между Северной Америкой и Северо-Востоком Азии, он вписал славную страницу в историю русских географических открытий.

В 1695 г. из Анадырского острога совершил поход на юго-запад, а затем и на Камчатку Владимир Атласов. Он прошел все западное побережье Камчатки вплоть до мыса Лопатка. И хотя Камчатка была открыта задолго до посещения ее Атласовым, но именно он присоединил ее к России.

В XVIII в. продолжалось исследование Северо-Востока. В 1739—1740 гг. Дмитрий Лаптев со своей экспедицией описал реки Яну и Хрому, а также провел съемку побе-

режья от устья Индигирки до устья Колымы. Далее к востоку, вдоль морского побережья, из-за сплошных льдов исследования пришлось прекратить. Лаптев решил подняться по реке Большой Анюй (правый приток Колымы), достиг Анадыря, которую и заснял в 1742 г.

Много интересных сведений доставила экспедиция Иосифа Биллингса, работавшая на Северо-Востоке с 1785 по 1792 г. Цель ее — исследование и съемка берегов Северо-Восточной Сибири, Алеутских островов и Аляски.

Одним из участников этой экспедиции был Гавриил Андреевич Сарычев — знаменитый русский моряк, путешественник и ученый. Летом 1785 г. на лошадях он выехал из Петербурга в Иркутск, а отсюда — в Якутск, куда и прибыл 10 января 1786 г. 22 января Сарычев выехал в Охотск. Зимний путь к Охотску начинался у реки Алдан и продолжался по ее правому притоку — Хандыге, далее лежал через Оймякон вверх по Индигирке и Куйдусуну до самого перевала, затем спускался по реке Охота, а по ней уже в Охотск. Но нужных для экспедиции судов в Охотске не оказалось, и Сарычев отправился в Верхнеколымск. На сей раз, добравшись до Оймякона, он прошел далее на север через хребет «отменной высоты», который впоследствии был назван его именем. Преодолев хребет Улахан-Чистай, Сарычев добрался до верховья реки Момы и, миновав пологий перевал, спустился в реку Зырянку, впадающую в Колыму. В середине сентября Сарычев уже был в Верхнеколымском остроге. Здесь, в устье речки Ясачной, были заложены суда «Паллас» и «Ясашная».

В конце мая 1787 г. суда были готовы, на них спустились по Колыме с целью пройти морем на восток, однако попытка не увенчалась успехом, и суда подняли вверх на бечевой, но только до Среднеколымска.

Отсюда в конце сентября Сарычев вновь пускается в путь на лошадях и оленях по неизведанным просторам Северо-Востока. Это было необычайно трудное путешествие по междуречью Колымы, Индигирки и Яны. Оно длилось почти два месяца, лишь к концу ноября Сарычев прибыл в Якутск. В январе 1788 г. Сарычев снова направляется в Охотск. Здесь было построено судно «Слава России», на котором в конце августа 1789 г. Сарычев ушел в плавание, посетив берега Северной Америки, Алеутские острова, Берингов пролив и другие неизведанные места. Сарычев подробнейшим образом описал свой путь, привел много ценных сведений о рельефе Севе-

ро-Востока, речной сети, растительности, климате. Он первым описал верховье Индигирки, путь от Оймякона через хребты Сарычева и Улахан-Чистай, реки Неру, Мому, Зырянку. Сарычев также составил карту северо-восточной части Сибири. От внимания исследователя не ускользают и северные сияния, и чукотские ключи теплых вод, и свойства вечномерзлых грунтов.

Работа экспедиции была закончена в 1792 г. В Петербург Сарычев возвратился в 1794 г., где и обобщил результаты этой экспедиции в своей книге.

В 1820 г. в Северо-Восточную Сибирь была снаряжена экспедиция под руководством Фердинанда Петровича Врангеля (вместе с мичманом Ф. Ф. Матюшкиным). Ее участники исследовали огромную территорию от устья Лены до северо-восточной оконечности Сибири. Врангель описал некоторые породы Верхоянского хребта, горные хребты между Яной и Индигиркой, ряд возвышенностей в низовьях Колымы, Большого и Малого Анжы, Новосибирские и Медвежий острова, уточнил положение острова, впоследствии названного его именем.

Заметный след в изучении Северо-Востока оставила также экспедиция Гергарда Леопольдовича Майделя в 1868—1870 гг. Он не раз совершал путешествия по этому краю, в том числе и по Чукотскому полуострову. Путь Майделя, как и некоторых других путешественников, начинался с Якутска. В своей двухтомной книге «Путешествие по северо-восточной части Якутской области в 1868—1870 годах», изданной в 1896 г. в Петербурге, Майдель подробно рассказал о своих маршрутах.

Первые геолого-географические сведения по Северо-Востоку, в частности по Колыме, а также по Индигирке и Яне принадлежат Ивану Дементьевичу Черскому. В 1891 г. Черский вместе с женой Марфой Павловной и 12-летним сыном, ставшим впоследствии известным геологом, следуя из Якутска, вышел к Оймякону, затем, преодолев хребет Тас-Кыстабыт (Сарычева), спустился в Нерское плоскогорье, а потом пересек хребет Улахан-Чистай и верховье Момы. Через небольшой перевал он достиг бассейна Колымы по ее левому притоку. В 1892 г. Черский продолжал работы на Колыме. Не дойдя до Нижнеколымска, в том же году он скончался, и геологические исследования обширного края Северо-Востока прервались на долгие годы.

Именем Черского назван известный хребет Северо-Востока и поселок городского типа в устьевой части Колымы.

В 1892—1894 гг. в бассейнах рек Колымы, Индигирки и Яны геологические исследования возглавлял геолог Эдуард Васильевич Толль.

Почти два с половиной столетия притягивал исследователей Северо-Восток. Сюда отправлялись люди мужественные, инициативные, смелые. Они изведали просторы от Лены до Тихого океана. Многие реки и хребты были нанесены на карты. Немало сведений собрано о растительном и животном мире, климатических условиях, народонаселении, в некоторых местах указаны даже признаки металлоносности. Однако до окончательного завершения работ было еще далеко. Эта пора наступила позднее.

## НОВЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЙ

Настоящее и всестороннее изучение и освоение обширной территории Северо-Востока, по существу, началось в 30-е годы нашего столетия. Особенно широко развернулись работы в области геологии с организацией «Дальстрой» (1931 г.).

После экспедиций И. Д. Черского и Э. Т. Толля горные части Северо-Востока почти три десятилетия не исследовались. Лишь в середине 20-х годов возобновилось изучение их геологического строения. Наиболее ощутимые результаты в этой области получил Сергей Владимирович Обручев (впоследствии член-корреспондент Академии наук СССР), который был направлен сюда Геологическим комитетом. До того он работал в экспедициях своего отца, академика Владимира Афанасьевича Обручева.

Экспедиция, которую возглавил С. В. Обручев, прибыла на Северо-Восток в 1926 г. На его долю выпало немало трудностей. Со времен первопроходцев почти ничего не изменилось: то же бездорожье, тот же способ передвижения — на лошадях, оленьих упряжках, а по рекам — на маленьких лодках. Расстояние здесь местное население измеряло кёсом.

Определение этой меры длины было расплывчатым. Кёс мог быть большим и маленьким, длинным и коротким — все зависело от условий, когда совершалось путешествие: зимой по снегу (по проторенному пути или первопутку) или летом по тропе среди заболоченной тайги. Не менее важен способ передвижения — на лошадях, оленях, собачьих упряжках, пешком. Если приходится

ехать на собаках, то нужно знать, сколько их в упряжке, как они упитанны, есть ли корм для них, хороши ли нарты, сколько на них груза и как он уложен, долг ли путь. Все эти сведения и составляли суть понятия «кёс», а точнее, «расстояние», которое можно было преодолеть на транспорте или пешком за 50—55 мин, т. е. приблизительно 10 км.

Плотность населения края составляла примерно один человек на 100 км<sup>2</sup>, а города Верхоянск и Среднеколымск имели всего по 500 жителей. Огромные площади, не пересеченные ни одним маршрутом, ждали своего исследователя. В 1926—1927 гг. С. В. Обручев прошел здесь многие тысячи километров. Его путь лежал из Якутска по Алдану, через Верхоянский хребет и закончился в Оймяконе. Отсюда С. В. Обручев начал путешествовать по Индигирке и ее берегам, нередко пересекая горные цепи Черского, протянувшиеся поперек реки. К тому же Индигирка изобилует порогами и шиверами, преодолеть которые можно лишь с невероятным трудом.

Объект исследований второй экспедиции С. В. Обручева в 1929—1930 гг. — Колыма. Из Оймякона он поднялся вверх по Индигирке, а затем, перевалив через хребет Тас-Кыстабыт, попал на один из истоков Колымы — речку Аян-Юрях. Экспедиция собрала ценный научный материал. Прежде всего С. В. Обручевым был открыт протяженный горный хребет, почти параллельный Верхоянскому, который пересекает Северо-Восток от Северного Ледовитого океана до Тихого. Раньше Верхоянский, Колымский и Анадырский хребты изображали в виде получаши. С. В. Обручев показал, что и реки и хребты расположены иначе: после Верхоянского хребта следует Оймяконское плоскогорье, а затем — уже открытый им хребет, состоящий из многих цепей. Он тянется далеко на север, до хребта Полоусного. Это открытие имело большое значение и коренным образом изменило существовавшие до того представления о горных хребтах Северо-Востока. Новый хребет С. В. Обручев назвал именем Черского.

Третья экспедиция С. В. Обручева (1932—1934 гг.) вела работы на Чукотке и в низовье Колымы. Он исследовал ряд районов края, а также крупные правые притоки Колымы: Большой и Малый Анюй.

С. В. Обручев много сделал для познания геологии Северо-Востока. Помимо открытых им горных хребтов, он описал и древние платформы (кристаллические массивы), которые огибаются мощными складчатыми дугами, неко-

торые массивы гранитоидов. Огромный труд ученого по Северо-Востоку не потерял своего значения и ныне.

В 1928 г. в районы Северо-Востока была направлена Первая колымская экспедиция. Возглавлял ее геолог Ю. А. Билибин, впоследствии член-корреспондент АН СССР, а его заместителем был известный исследователь Северо-Востока В. А. Цареградский. Эта экспедиция не только обследовала обширную территорию бассейна Колымы, но и выявила руды и металлы. По существу, с экспедиции Билибина началось систематическое изучение Северо-Востока. Были обнаружены признаки золота на правом берегу Колымы — от реки Буюнды до Теньки.

Попытка найти золото на Северо-Востоке была предпринята еще в 1914 г. группой старателей и охотников. А еще раньше золото было выявлено у Анадырского залива (впрочем, непромышленного значения). Признаки золотоносности отмечал и С. В. Обручев в 1926 г. в бассейне Индигирки. За несколько лет до начала работ экспедиции Ю. А. Билибина предпринимались энергичные меры для поисков золота в верховье Колымы. Однако детальное изучение металлоносности этого района принадлежит именно экспедиции Ю. А. Билибина 1928—1929 гг. Одна из книг Юрия Александровича, написанная главным образом по материалам Северо-Востока, — «Основы геологии россыпей» — является классическим трудом в области россыпных месторождений. Именем Билибина назван один из вулканов Севера, поселок городского типа на Чукотском полуострове.

В 1930—1931 гг. в бассейне верхнего и среднего течения Колымы, а также на побережье Охотского моря вела работы Вторая комплексная экспедиция. Ею руководил В. А. Цареградский. А в 1933—1935 гг. он возглавил и третью экспедицию. Участники этих экспедиций открыли промышленные россыпи некоторых металлов и залежи каменного угля. Много труда в познание и развитие этого края вложили и другие исследователи.

Известный советский геолог Евгений Трофимович Шаталов был одним из первооткрывателей цветных металлов Северо-Востока. Еще в 1931—1932 гг. он обнаружил золотоносные площади по левобережью Колымы, а позднее — по правобережью Индигирки. Находясь многие годы на посту главного геолога Геологоразведочного управления «Дальстрой», Е. Т. Шаталов был активным организатором геологоразведочных работ.

С 1931 г. на Северо-Востоке трудится Борис Леонидо-

вич Флеров. В начале 40-х годов он открыл несколько месторождений олова. Б. Л. Флеров хорошо известен своими трудами, в которых дается глубокий анализ связи оловянности с магматическими породами.

В 1931 г. начал свою работу в Колымской поисковой экспедиции Алексей Петрович Васьковский. На протяжении многих лет он изучал горные хребты Северо-Востока, современное оледенение, металлоносность магматических пород, молодые вулканы.

В Колымской поисковой экспедиции участвовал и Борис Иванович Вронский. Он открыл одно из угольных месторождений, сыгравшего большую роль в топливном балансе Северо-Востока.

Значительный вклад в познание края внес академик Николай Алексеевич Шило. Особое внимание он обращал на образование полезных ископаемых, в том числе россыпных месторождений металлов. Н. А. Шило организовал и долгие годы возглавлял Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт, ныне он председатель ДВНЦ АН СССР.

К числу видных исследователей Северо-Востока принадлежит Борис Никонович Ерофеев. На Чукотке — одном из труднейших для освоения районов — под его непосредственным руководством были обнаружены россыпные и коренные месторождения олова. В дальнейшем Б. Н. Ерофеев работал главным геологом Геологоразведочного управления «Дальстрой».

Дайки, широко известные на Северо-Востоке, впервые детально были изучены Файвелем Рахильевичем Апельциным. Выяснилось, что малые интрузии имеют большое значение в отношении рудоносности, в том числе и на золото. Ф. Р. Апельцин дает не только всестороннее описание этих образований, но и приводит данные о связи их с другими магматическими породами.

Хорошо известны научные работы по Северо-Востоку Ивана Яковлевича Некрасова. В них автор дает характеристику многим магматическим породам и их рудоносности. И. Я. Некрасов обосновал теоретически и подтвердил экспериментально, что олово и золото не являются антиподами (как предполагалось ранее) и совместное нахождение их вполне возможно.

Много статей и книг по Северо-Востоку написал Евгений Константинович Устиев. В области геологии он создал важное научное направление — вулканоплутонические формации. Оно позволяет четко разбираться в разно-

глубинном магматизме. Е. К. Устиев уделял серьезное внимание и молодому вулканизму Северо-Востока.

Незаурядными организаторскими способностями обладал и участник Первой геологической экспедиции на Колыме (1928 г.) Сергей Дмитриевич Раковский. Всю свою жизнь он отдал Северо-Востоку. Раковский вел геологические исследования на Колыме, Индигирке, Яне. На его счету много открытых месторождений. Его именем названы улицы в городе Сусумане, поселках Усть-Нера и Батагай.

Заметный вклад в освоение и развитие Северо-Востока внесли Ю. Н. Трупков, С. В. Левченко, Н. П. Аникеев, П. Н. Скорняков, А. Х. Алискеров, Л. А. Снятков, И. Н. Зубрев и др.

## РЕЧНОЕ ОЖЕРЕЛЬЕ

В открытии и освоении Северо-Востока важнейшая роль принадлежала рекам. Среди них выделяются такие наиболее многоводные и разветвленные, как Колыма, Индигирка, Алазея, Яна.

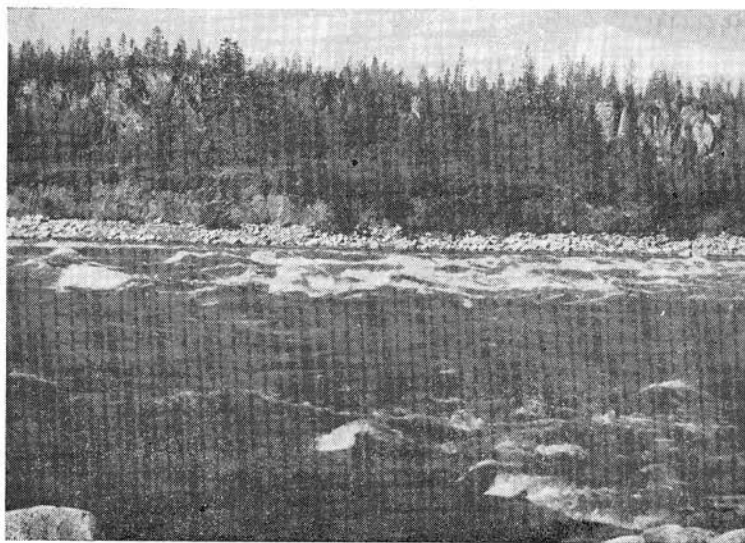
Самая протяженная (2129 км) река Северо-Востока — это Колыма. Необычайно велика и площадь ее бассейна — 643 тыс. км<sup>2</sup>. Колыма образуется слиянием двух рек — Кулу, берущей начало с отрогов хребта Сунтар-Хаята, и Аян-Юрях, которая следует с юго-восточного подножия хребта Сарычева. Аян-Юрях имеет юго-восточное направление, а при впадении в нее реки Бёрёлёх поворачивает на юг, где затем сливается с Кулу. Отсюда и рождается Колыма.

Наиболее беспокойна Колыма в своем верхнем течении, где она петляет среди отрогов хребта Черского. Особенно извилистое ущелье пропиливает река в южной части хребта — Оттохтомском массиве. От устья своего правого притока, реки Баханчи, почти на 2000 км судноходна.

В Колыму вливается множество рек. Наиболее крупными правыми притоками являются Омолон, Детрин, Баханча, Буюнда, Коркодон, Березовка, Малый и Большой Анюй. Слева Колыма пополняется водами притоков: Бёрёлёха, Дебина, Таскана, Ясачной, Зарянки, Ожогини. Выше впадения в Колыму Дебина сооружается одна из крупнейших гидроэлектростанций в нашей стране — Ко-



Один из истоков реки Колымы



Пороги, река Индигирка

лымская. Здесь уже построен и красивый поселок — Синегорье.

Протяженность другой крупной реки Северо-Востока, Индигирки, 1726 км, а площадь бассейна — 360 тыс. км<sup>2</sup>. Индигирка начинается у гор Султар-Хаята слиянием рек Тарын-Юрях и Хастах. В верховье Индигирка течет по Оймяконскому нагорью. После впадения в нее левого притока, Куйдусуна, вполне пригодна для плавания по ней на весельных и моторных лодках, небольших баржах. Течение реки здесь сравнительно спокойное.

После впадения реки Кюентя Индигирка покидает Оймяконское нагорье, врывается в массивы хребта Черского. Теперь Индигирке несложно выбраться из каменного заточения — многие сотни километров придется ей петлять среди гор, прежде чем она сможет вырваться на простор.

Ниже поселка Усть-Нера Индигирка выходит в межгорную низину. Здесь она чувствует себя несколько свободнее, хотя отдельные горные массивы и не дают ей разгуляться. Река мечется от одного почти обрывистого прижима (крутого берега) к другому, видны ее крутые петлеобразные повороты, или меандры, изредка русло разветвляется, образуются в нем небольшие острова. Русло реки стало широким, но поток его своеобразен — он весь в «работе», стержневая часть почти не выделяется. Сила в таком потоке огромна.

Дальше к северу по течению реки вырисовываются горы Порожного массива. Индигирка следует к нему под прямым углом. Но перед самым высокогорьем, как бы раздумав, круто поворачивает на запад по небольшому понижению. Течение ее кажется спокойным и неторопливым. Ширина русла реки достигает 1,5 км. Но вдруг резкий поворот на север — и река сразу же вливается в гигантский каменный желоб. Отсюда начинается ущелье, которое тянется около 100 км. Эту часть Индигирки именуют по-разному: Большое ущелье (Улахан-Хапчагай), Индигирская труба, Большие пороги. Но, пожалуй, название «Большое ущелье» больше соответствует истине.

Почти 1,5-километровая ширина русла Индигирки сужается до 200 м. Речной поток со скоростью 15—20 км/час стремительно и неудержимо мчится по ущелью. Склоны ущелья крутые, местами отвесные и непрерывно подмываются бурным потоком реки. Вполне оправданно и название ущелья «Труба». Действительно, широкий и привольный речной поток как бы вгоняется в узкое ущелье, напоминающее продольный разрез гигантской тру-



бы. Вначале ущелье пролегает поперек Порожного массива. Скалы его местами угрюмы, мрачны и недоступны. Русло извивается в ущелье на всем его протяжении, прижимается то к одному, то к другому нередко обрывистому борту.

Множество препятствий можно встретить и в самом русле — ледниковые глыбы, обвалы береговых скал, отчасти порожистые выступы в самом русле. Река все время бурлит, в ней возникают водовороты, перепады, буруны и даже настоящие волны.

Чуть ниже по течению русло реки становится шире. Но скальные выступы ее бортов остаются обрывистыми — высота берегов местами достигает 200 м. На отдельных участках реки они имеют отрицательный угол наклона, т. е. нависают над ее руслом. В отдельных обрывистых скалах образовались гроты и крутые ущелья, из которых с большой высоты низвергаются пенистые водопады. Наиболее впечатляющие скальные обелиски, расположенные по гребням водоразделов боковых притоков, где они имеют самые фантастические очертания.

Глубина руслового потока ущелья Порожного массива в некоторых местах не менее 10 м, а во время паводка увеличивается на 5—6 м. В такое время Индигирка наиболее опасна, не только в пределах ущелья (порогов), но и на значительном удалении от него, вниз по течению.

Выходя из Порожного массива, Индигирка течет немного спокойнее, но ненадолго — впереди Чималгинский гранитный массив. Рассекая его, Индигирка образует самое узкое ущелье. Крутые берега реки почти отвесные, а местами даже нависают над руслом, как бы желая спрятать его совсем.

Берега реки сближаются, русловому потоку все труднее пробиваться дальше. Ущелье совсем сужается, и по нему мчится водный поток с необыкновенным ревом. Глыбы и валуны не в состоянии противостоять бурному потоку и передвигаются ниже.

Восточная соседка Индигирки — Колыма имеет похожее ущелье в своем верхнем течении и тоже прорезает гранитные массивы хребта Черского, но поток здесь не такой яростный и бурный, как в Индигирке. Чем же это объяснить? На характер потока в Большом ущелье влияют пороги, перовное ложе и особенно шивера. По-видимому, на русловом потоке сказывается и извилистость ущелья. Но даже когда ее нет, на поверхности потока возникают буруны и перепады. В чем же тут дело? Не-

трудно заметить, что водный поток, попадая в ущелье, значительно увеличивает скорость движения. Это движение теряет свою устойчивость, становится неупорядоченным, что в конечном счете приводит к перемешиванию слоев водного потока, и поток оказывается как бы неуправляемым. Такое течение называется сложным, или турбулентным.

Такова Индигирка в горах хребта Черского, где она протекает по 100-километровому ущелью. На правом берегу Индигирки, ниже устья Момы, находится районный центр Хонуу. Отсюда начинается другая жизнь Индигирки — на протяжении более тысячи километров, до самого выхода в Северный Ледовитый океан, она служит важной водной артерией.

Несколькими десятками километров ниже поселка Хонуу Индигирка рассекает Момскую горную гряду. Далее идут равнины и топкие болота с обилием мелких озер. В этой части Индигирка ограничена с востока Алазейским плоскогорьем. Значительно ниже поселка Крест-Майор в Индигирку впадает река Селеннях. Долина ее служила для русских землепроходцев сухопутным трактом из бассейна Яны через Индигирку в бассейн Колымы. Отсюда Индигирка выходит на низменность. Ниже по течению к реке близко подходят хребты Улахан-Сис и Полоусный, а также Кондаковское плоскогорье, которые местами образуют обрывистые берега. Далее Индигирка направляется к своей конечной цели — в Северный Ледовитый океан.

На всем протяжении в Индигирку впадает множество притоков. Наиболее крупные из них: справа — Нера, Мома, слева — Селеннях, Уяндина.

Третьей по протяженности рекой Северо-Востока является Яна. Она образуется слиянием рек Дулгалах и Сартанг, берущих начало в пределах северных склонов Верхоянского хребта. Яна протекает в основном по Яно-Оймяконскому низкогорью. Длина ее 872 км, а площадь бассейна 238 тыс. км<sup>2</sup>.

Сначала Яна неторопливо следует к северу, однако после поселка Джанкы, путь ей начинают преграждать хребты Кулар и Полоусный. Долина реки сужается почти в 5 раз, скорость течения увеличивается в 2—3 раза, и она приобретает горный характер. Русло реки врезается в каменные исполины, кое-где появляются небольшие выступы, или пороги. Выйдя из хребтов, Яна вновь становится равнинной рекой. Ниже поселка Казачьего она раз-

ветвляется на множество рукавов — начинается дельта реки длиной 145 км.

Бассейн Яны — один из важнейших в хозяйственном отношении районов Северо-Востока. С давних пор здесь занимаются животноводством, пушным и рыбным промыслом. Но самое главное — это горнорудная промышленность. С ее развитием увеличилась и роль Яны как водной магистрали.

В междуречье Колымы и Индигирки находится река Алазея, которая по своей протяженности (1590 км) и бассейну (64,7 тыс. км<sup>2</sup>) занимает одно из ведущих мест среди рек Северо-Востока, впадающих в Северный Ледовитый океан. Она берет начало с отрогов Алазейского плоскогорья, где сливаются истоки Кадыльчан и Нелькан. Путь реки проложен по Колымской низменности, поэтому русло ее извивается и меандрирует среди рыхлых отложений. Судоходство на Алазее возможно, но только на мелкокаботажных судах.

Алазея и многие ее притоки, а также многочисленные озера в пойме реки богаты ценной рыбой: чиром, омулем, нельмой, ряпушкой, хариусом и т. д. Прекрасные луга в долине Алазеи и на берегах озер способствуют интенсивному развитию молочного животноводства. Междуречье рек Колымы и Индигирки, включающее бассейн Алазеи, является уникальным местом массового гнездования лебедя, серого гуся, розовой чайки и других редких птиц; часть из них занесена в Красную книгу СССР. Алазейское плоскогорье и отроги хребта Улахан-Тас, спускающиеся к реке в ее среднем течении, богаты белыми и желтыми опалами, коричневой яшмой, мрамором и гранитом. Найдены здесь и металлические руды.

Протяженность более мелкой реки, Хромы, 685 км, а площадь ее бассейна составляет 19,7 тыс. км<sup>2</sup>. Река берет начало на северных склонах хребта Полоусного и несет свои воды в Восточно-Сибирское море. В Хромской губе и в дельте Хромы располагаются знаменитые перестилища чира, муксуна, омуля и ряпушки.

Еще одна крупная река Северо-Востока, но уже впадающая в Тихий океан — Анадырь. Она находится на Чукотском полуострове. С давних пор как сама река, так и полуостров привлекали к себе большое внимание. В XVII в., после путешествия Семена Дежнева, единственным опорным пунктом был острог на Анадыре.

Протяженность ее 1150 км, а площадь бассейна 191 тыс. км<sup>2</sup>. Река берет начало со склонов Анадырско-

го плоскогорья и течет в основном с севера на юг, лишь местами отклоняясь на юго-запад. От поселка Еропол круто поворачивает на восток, имея широтное направление. В Марковской впадине река быстро расширяется и разветвляется на множество протоков, резко изменяя курс на север. После впадения в нее Белой река, описав крутую дугу, вновь меняет направление, но уже на юго-восточное и восточное. В дальнейшем, следуя по Анадырской депрессии, река достигает Анадырского залива (Берингово море). Почти на половине своей протяженности река Анадырь является судоходной, что весьма важно для этого края.

При описании рек Колымы и Индигирки упоминалось о том, что в пределах гранитных массивов им нередко преграждают путь пороги и шивера. Что они собой представляют?

Пороги — это скалистые выступы больших массивов, которые прорезаются русловыми потоками. Образование порогов обусловлено двумя факторами: воздыманием местности и базисом эрозии реки. На образование порогов влияют разные причины. Это могут быть разломы и трещины в самих горных хребтах, которые пересекаются рекой. Немаловажное значение имеет и неодинаковая твердость горных пород. В известной мере наличие порогов обусловлено и ледниковой деятельностью. Пороги часто имеют гребневидный выступ; иногда это отдельные небольших размеров островерхие глыбы или сглаженные купола.

Необычайно выразительны в реках Колымы и Индигирки шивера, иногда перегораживающие больше половины руслового потока. Обычно они располагаются диагонально, а то и чуть ли не поперек руслового потока. Наиболее удаленные от берега части шиверов образуют продольные плоские валы с заостренной оконечностью. В некоторых местах, вблизи речных берегов, шиверами заняты значительные площади, издали напоминающие каменные мостовые. Встречаются и такие шивера, у которых от главного вала отходят клинообразные ответвления. Чем дальше такие ответвления от берега, тем мельче камни, которыми они сложены.

Что же представляют собой шивера? Это нагромождение хорошо окатанных глыб и валунов, принесенных с боковых притоков реки. Но к ним эти глыбы и валуны доставлены ледниками, которые, спускаясь с горных вершин, захватывают большие объемы неотсортированного

материала. Из него в русле реки впоследствии образуются протяженные на многие сотни метров и очень емкие валы.

Шивера очень будоражат речной поток — заставляют его менять свое направление, блуждать от одного берега к другому. Они же являются непреодолимым препятствием для судоходства.

## ГОРЫ

Чтобы яснее себе представлять, как образовались горы Северо-Востока, приведем сначала общие сведения о строении земной коры. Именно в ней заключается все, что нас окружает, — горы, моря, реки, а на разных глубинах — множество полезных ископаемых.

В земной коре выделяются четыре слоя. Самый верхний и тонкий из них — осадочные породы (глины, песчанники и др.). Под ним находится гранитный слой, а еще глубже — базальтовый. Следующий слой, уже на границе с верхней мантией, состоит из сильно уплотненных пород с малым содержанием кремнезема.

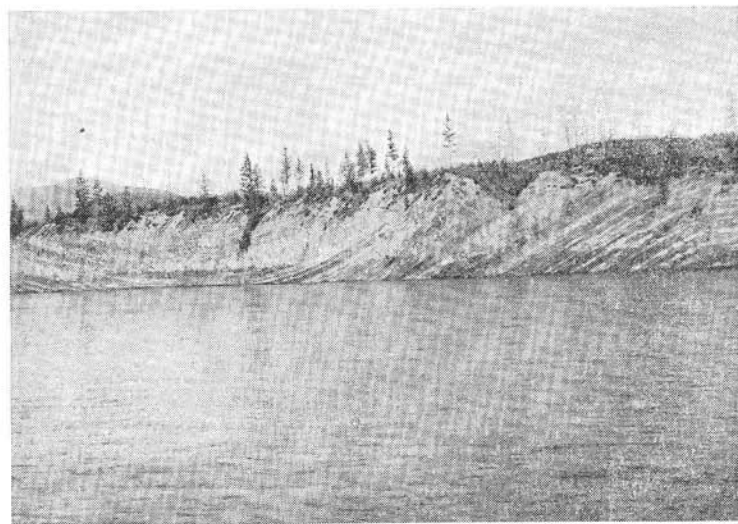
Такова схема. В действительности строение земной коры не столь простое. Как полагает член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов, вся земная кора сложена осадочными породами. Но на разных глубинах они претерпевают значительные изменения. На небольшой глубине из тех же осадочных пород, но обогащенных кремнеземом образуется «гранитный» слой, а глубже, из тяжелых и плотных пород, обедненных кремнеземом, — «базальтовый» (дно океанов действительно устлано настоящими базальтами).

Уточнить строение земной коры позволяют сверхглубокие скважины. В частности, по данным бурения Кольской скважины, предполагаемый базальтовый слой в действительности оказался зоной древних рассланцованных гранитогнейсов. Температура на участке скважины увеличивается с глубиной на  $1^{\circ}\text{C}$  не через каждые 33 м, как считалось до сих пор, а через 70 м (правда, до определенного уровня). И, пожалуй, самое неожиданное — окаменелые микроорганизмы, извлеченные из скважины, имеют возраст около 2 млрд. лет, т. е. жизнь на Земле появилась много раньше, чем полагали ученые.

На нашей планете повсеместно совершаются измене-



Шивера, река Индигирка



Река Индигирка прорезает осадочную толщу, в которой хорошо видна перемежаемость пластов

ния и преобразования. Одни из них длятся сотни миллионов лет, другие намного меньше, а третьи в геологическом понимании протекают мгновенно. Это же касается и горных сооружений. Они то возникают, то, претерпевая очень сложные изменения в своей жизни, исчезают, а затем вновь появляются, но уже в других местах и непохожие на предыдущие.

Исследования показали, что эти процессы на земном шаре происходят в результате главным образом вертикальных и горизонтальных перемещений масс земной коры. Эти перемещения приводят к складчатости мощных пластов осадочных пород, создающих горные сооружения. Однако причины горообразования еще до сих пор не получили однозначного ответа ученых. Одни из них считают, что горообразование — результат сжатия слоев земной коры, бокового давления, а значит, и постепенного сокращения земной коры как следствия охлаждения нашей планеты. Охлаждаясь, Земля уменьшается в размере и ее верхняя оболочка как бы сморщивается. Действительно, некоторые складки осадочных толщ как будто бы подтверждают такое предположение.

Имеются и другие гипотезы. Сторонники их полагают, что складчатость порождается расширением земной коры. Доказательства в пользу такой точки зрения тоже имеются. Отсюда можно заключить, что в земной коре происходят как сжатия, когда в основном возникает складчатость, так и растяжения, в результате которых появляются разломы и трещины. Но все объясняется тем, что горизонтальные перемещения в земной коре обусловлены стремлением различных ее участков к равновесию. В этом и заключается непостоянство поверхности земного шара.

Интересная гипотеза о горизонтальном перемещении континентов, получившая известность еще в первой четверти нашего века, принадлежит немецкому ученому А. Вегенеру. По его мнению, континентальные массивы, будучи погруженными в полужидкую базальтовую оболочку, как бы плавают в ней. Причина движения материков кроется в том, что на эту оболочку воздействует и притяжение Луны.

В настоящее время существуют два представления о жизни нашей планеты. Согласно одному из них, Земля — жесткое тело с неподвижными материками и впадинами океанов. Эти взгляды отстаивают фиксисты. Другие ученые полагают, что земная поверхность, как и океанические впадины, очень неустойчива и находится все время в дви-

жении. Данные идеи выдвигаются мобилистами. Их аргументация в последнее время получает надежное обоснование.

Как указывает академик А. Л. Яншин, гипотеза А. Вегенера находит весомое подтверждение. На Атлантическом побережье Южной Бразилии известны ледниковые отложения с валунами, состоящими из редких пород, которые на Южноамериканском континенте больше нигде не встречаются. Но такие породы выходят на поверхность в Намибии (Южная Африка). Следовательно, когда-то Намибия прилежала к берегам Бразилии. С африканских гор на запад текли ледники, достигавшие территории нынешней Южной Америки. И еще одно открытие, которое считается сенсационным: сейсмическое зондирование земной коры подтвердило существование слоя сильно разогретых пластичных пород, по которым и происходит движение материков.

Как видим, в основе упомянутых гипотез лежат диаметрально противоположные взгляды, но почти все ученые сходятся на том, что причиной горообразования являются внутренние (эндогенные) силы Земли.

Как известно, под оболочкой земной коры находится верхняя мантия, глубина которой составляет многие сотни километров. Она и является той областью нашей планеты, где образуются, раскаленные горные породы, поступающие в недра земной коры и на ее поверхность. Постепенно они остывают, образуя громадные массивы гранитов и других пород.

Обратимся к конкретным примерам по территории Северо-Востока. Рельеф края необычайно разнообразен.

Наиболее древним сооружением является Колымский срединный массив, расположенный главным образом в низовьях Колымы и Индигирки. Образование его относится к протерозойской эре, а возможно даже к архею. На протяжении длительного времени массив подвергался тектоническим нарушениям, но тем не менее он постоянно играл роль жесткого упора, оказывая большое влияние на развитие структур, которые возникали позднее. Это поднятия (или периферические блоки), обрамляющие срединный массив: с запада и северо-запада — хребты Полоусный и Тас-Хаяхта, с юго-востока — Приколымское поднятие.

Не менее интересна структура, обрамляющая Колымский срединный массив и именуемая Яно-Колымской (Яно-Колымо-Чукотской) складчатой областью. Она за-



нимает верховья Колымы, Индигирки и почти весь бассейн Яны. Протяженность этой складчатой области равна 1800 км, а ширина местами достигает 600 км.

Когда-то Яно-Колымская складчатая область представляла собой обширный прогиб, заполненный морем. Сюда сносился обломочный материал разрушенных горных пород и отлагался в море. По мере его накопления происходило постепенное погружение прогиба и в конечном счете образовалась многокилометровая осадочная толща.

Наступило, однако, время, когда накопление осадков и погружение прогиба сменилось столь же медленным и продолжительным воздыманием накопившейся осадочной толщи. Это и привело к образованию гор. Такое воздымание (инверсия) вызывает неизбежное нарушение в пластах осадков, в результате возникают складки, заметные особенно там, где они прорезаны реками. Пласты осадочных пород часто лишь сжимаются (в «гармошку»), но не разрываются. Подобная складчатость называется пликативной. Нередко при воздымании осадочная толща подвергается разрыву — появляются трещины и прочие нарушения, способствующие перемещению пластов в горизонтальном и вертикальном направлениях. Однако на этом преобразования складчатой области не кончаются. Завершающий этап ее развития совпадает с весьма интенсивным внедрением в осадочную толщу магматических (огненно-жидких) расплавов.

Итак, в развитии Яно-Колымской складчатой области отчетливо различаются следующие этапы: длительное накопление морских осадков в обширном прогибе; складкообразование, совпадающее с началом вертикальных поднятий, в результате которых впоследствии и возникли горы; внедрение в осадочную толщу огромных объемов расплавов, в основном гранитного состава, сформировавшихся в складчатой области многочисленных массивов.

А теперь обратимся к другим горным сооружениям Северо-Востока. Если следовать путем первопроходцев, с запада на восток, то в верховьях правых притоков Лены и Алдана на нашем пути встретится громадный Верхоянский хребет, протяженностью 1200 км. Велика и ширина его — от 100 до 250 км. Самая высокая точка — до 2389 м. Верхоянский хребет — это своеобразный водораздел между Леной и Алданом, с одной стороны, и Яной и Индигиркой — с другой.

Значительным горным сооружением является хребет

Сунтар-Хаята, высота которого достигает 2959 м. С этого хребта берут начало реки Индигирка и Колыма. Отсюда же хорошо видно Яно-Оймяконское нагорье. С востока и северо-востока оно как бы заслоняется протяженным (около 250 км) хребтом, названным именем выдающегося путешественника и ученого Г. А. Сарычева. Хребет Сарычева является одним из звеньев горной цепи между хребтами Сунтар-Хаята на юге и Черского на севере. В хребте Сарычева сочетаются разнообразные формы рельефа с явным преобладанием высокогорья. Некоторые вершины его в осевой части достигают высоты 2500 м.

К северо-востоку от хребта находится Нерская впадина. Теперь уже недалеко возвышается величественное горное сооружение — хребет Черского, наиболее мощный в Яно-Колымской складчатой области. Протягивается он на 1600 км от верховья Колымы до низовья Яны.

Горная система Черского состоит из двух цепей: Обручева и Билибина. Они разделены столь же протяженной Момо-Сеймчанской депрессией, также входящей в горную систему Черского. Господствующее положение здесь занимает цепь Обручева. В нее входит 35 горных хребтов, в том числе и Улахан-Чистай с самой высокой вершиной Северо-Востока — горой Победа. Ее высота 3147 м. В этой же цепи много крупных гранитных массивов. Среди них наиболее известны Бахапчинский, Больших порогов, Чьорго — в верховье Колымы, Порожный, Чибагалахский и Чималгинский — на Индигирке.

Как уже упоминалось, в Яно-Колымской складчатой области много гранитных массивов, которые прослеживаются с юго-востока на северо-запад более чем на 1000 км. В одних случаях это небольшие куполовидные выступы площадью 1–2 км<sup>2</sup>, в других — настоящие массивы до 2000 км<sup>2</sup>.

Какими же причинами вызывается поступление к поверхности земной коры огненно-жидких расплавов, из которых и образуются все эти массивы? Известно, что земная кора и расположенная ниже верхняя мантия находятся в твердом состоянии. Но лишь до поры до времени. С глубиной температура повышается. Как показывают расчеты, на глубине нескольких десятков километров температура достигает такого уровня, при котором горные породы обычно плавятся. Однако с глубиной возрастает и давление, препятствующее плавлению, т. е. породы даже и на этой глубине находятся в твердом состоянии. Когда же возникает расплав?



Мы уже знаем, что на территории нынешней Яно-Колымской складчатой области когда-то бушевало море и под тяжестью осадков дно его опускалось все ниже. Но также известно, что на земном шаре в колоссальных прогибах со временем начинается воздымание и погружение в других местах, смятие осадков, появляются трещины и разломы вплоть до верхней мантии. Происходит нарушение равновесия, которое существовало. И тогда твердое вещество переходит в расплав, создавая магматический очаг (огненно-жидкий расплав). С помощью газа и пара, которые выделяются из очага, расплав устремляется в верхние слои земной коры, заполняя образовавшиеся полости, трещины, разломы. Так рождаются гранитные массивы. Нередко расплав выходит на земную поверхность, образуя огромного размера покровы.

Укажем также на колоссальное механическое воздействие расплава на осадочную толщу. Например, в Куларском хребте (бассейн Яны) поступление в толщу большого объема гранитных расплавов привело к образованию необычайно крупного вздутия (антиклинория), длиной около 150 км. Это же наблюдается и в других местах, в частности в верховье Колымы, в районе развития гранитных массивов Чьорго, Оханджа, Буркандя и др.

В течение многих миллионов лет осадочные породы, которыми в основном была сложена поверхность Яно-Колымской складчатой области, разрушались и сносились в пониженные части рельефа либо в морские бассейны. Процесс продолжался и в ту пору, когда стали появляться на поверхности земной коры магматические породы, находившиеся в свое время на значительной глубине. И теперь уже разрушению подверглись не только осадочные, но и магматические породы.

Так возникают на земной поверхности многие современные горные сооружения магматического происхождения. Вначале обратимся к малоглубинным, или субвулканическим, массивам. Они интересны как в теоретическом отношении, поскольку представляется возможность детально расшифровать геологические процессы, так и с практической точки зрения, ибо такие массивы обладают повышенной рудоносностью.

Начнем с Тарынского субвулканического массива, расположенного в пределах хребта Сарычева. Тарынский массив сформировался в условиях оседания, или грабенообразного опускания, крупного близповерхностного блока осадочной толщи и одновременного заполнения магмати-

ческим расплавом возникшей полости. Следует оговориться, что это не провал, в результате которого образуется впадина, а оседание блока на глубине 1—2 км от поверхности. Вследствие заполнения полости магматическим расплавом вырос субвулканический массив больших размеров: длина 100 км, наибольшая ширина около 40 км, площадь 1800 км<sup>2</sup>.

Субвулканический массив имеет дацитовый состав. Породы эти во многих местах секут вмещающую их осадочную толщу, причем по крутым, обращенным к центру массива поверхностям.

Как известно, глубоко залегающие магматические массивы сильно видоизменяют вмещающую их осадочную толщу, превращая ее в роговики на значительном удалении от контакта. Что же касается Тарынского массива, то его воздействие на осадочную толщу невелико. Это и свидетельствует о залегании массива на небольшой глубине. Кроме того, в основании глубоких врезов его обнаружена поверхность предполагаемого опущенного блока осадочной толщи — это подошва субвулканического массива. В то же время небольшие участки измененных осадочных пород сохранились и на поверхности массива. Они являются остатками кровли, от которой была оторвана опустившаяся часть блока. Такие факторы также подтверждают малоглубинный характер массива.

Поскольку формирование массива происходило неглубоко, к тому же в весьма мобильной обстановке, часть магматического расплава прорывалась на поверхность. Она-то и образовала на некоторых участках эффузивный (излившийся) покров.

Вслед за формированием субвулканического дацитового массива возникли мелкие полукольцевые и протяженные прямолинейные трещины, которые были заполнены расплавом того же (дацитового) состава. Им образованы полукольцевые дайковые тела, которые ограничивают по периферии как сам массив, так и поле эффузивов.

Наибольшая по своему размаху магматическая деятельность относится к более позднему этапу развития структуры хребта Сарычева. Это внедрение магматических расплавов, с которыми связано формирование ряда гранитных массивов, слагающих внешний пояс очень крупной концентрически-кольцевой структуры. Данные структуры играют важную роль в размещении магматических пород. Такая взаимосвязь хорошо прослеживается во многих местах земного шара. Но особенно в этом от-

ношении показателей Северо-Восток нашей страны. Кольцевые структуры контролируют размещение магматических пород разных глубин, особенно субвулканических. Одна из таких структур прослеживается в хребте Сарычева. Размеры ее необыкновенно велики — 180 км.

С кольцевыми структурами хребта Сарычева связан разновозрастной магматический комплекс. Возникновение разломов и всевозможных полостей и заполнение их магматическим расплавом явилось результатом многоэтапного развития.

Наиболее важным событием было формирование субвулканического массива, занявшего полость опустившегося блока осадочной толщи. Это происходило в такой последовательности. Под активным воздействием магматических расплавов вначале произошло куполообразное воздымание осадочной толщи. Оно способствовало возникновению обильной трещиноватости и обособлению этой толщи на отдельные блоки.

Когда подъемная сила магматических масс несколько уменьшилась, вертикально направленное напряжение ослабло, расплав начал просачиваться в образовавшиеся трещины и полости. В это время движение блоков обрело противоположное направление — началось грабенообразное опускание.

Вследствие отрыва от приповерхностной части осадочной толщи других блоков при последующем погружении начала создаваться полость, которая интенсивно заполнялась магматическим расплавом, образовавшим в конечном счете Тарынский субвулканический массив. Давление магматических масс в какой-то мере способствовало уплотнению осадочной толщи по периферии, чем и вызван небольшой наклон к центру системы (в сторону субвулканического массива), о чем упоминалось выше.

Следует подчеркнуть, что взаимодействие магматических масс и тектонических процессов было довольно активным. Поэтому, когда субвулканический массив был сформирован, вокруг него образовалась кольцевая ослабленная зона или система разломов, где и развивались последующие события. Вначале, после очередных тектонических подвижек, способствовавших возникновению глубоких трещин, они были заполнены тем же дацитовым расплавом, которым сложен массив; были образованы дуговые в виде даек тела порой большой протяженности. Следующий этап — образование вокруг субвулканического массива громадного внешнего кольцевого пояса гра-

нитных массивов. В пределах этой же кольцевой структуры наблюдаются ступенчатые кольцевые грабены с радиусом около 5 км и амплитудой опускания 200—300 м.

Итак, в кольцевой структуре хребта Сарычева наиболее отчетливо выделяется главная из них, образованная внешним поясом гранитных массивов. Далее следуют кольцевые и полукольцевые дайки, уже значительно меньшего масштаба. Еще ближе к центру отмечаются поля эффузивов, расположенные в виде дугообразных полос. Центральное положение в этой структуре занимает Тарынский субвулканический массив.

Кольцевые и дуговые структуры широко развиты также в районе хребта Сунтар-Хаята, примыкающего к хребту Сарычева. Примерами концентрических структур здесь служат Сунтарская группа и наиболее четко выраженная Лабынкырская. Они в плане в известной мере повторяют более ранние структуры.

На стыке Яно-Колымской складчатой области и Колымского срединного массива расположен очень крупный Буордахский субвулканический массив. Он также окружен полудуговыми разломами, однако характер становления его был совсем иным, чем Тарынского массива. Воздымание кровли осадочных пород произошло в результате подъема магматических расплавов, однако последний находился намного ближе к поверхности и, что самое главное, здесь не опускалась осадочная толща. Пульсационным поступлением магматического расплава и был образован этот субвулканический массив.

Буордах занимает особое положение в структуре Яно-Колымской складчатой области. В нем весьма отчетливо проявляется взаимосвязь между вулканическими и плутоническими (глубинными) образованиями. В этом массиве можно проследить характер магматических пород на значительную глубину, изменение пород от периферии к центру и т. д.

Массив образует выступ в сторону Колымского срединного массива. От Момского поднятия он отделен длинным дуговым разломом древнего заложения. Массив вытянут в северо-западном направлении и своим северо-восточным склоном опускается в Момо-Сеймчанскую впадину. Протяженность Буордахского массива 70 км, наибольшая ширина 30 км, площадь 2000 км<sup>2</sup>.

В орографическом отношении Буордахский массив занимает наиболее высокогорную часть хребта Черского.



Куполовидный выступ магматической горной породы, внедрившийся в осадочную толщу

В более узком плане он является отрогом хребта Улахан-Чистай.

Буордахский массив сложен главным образом субвулканическими породами неглубокого залегания. Состав их повсеместно липаритовый. Эффузивные образования представлены небольшим объемом. Это наземная фация субвулканического массива. Выходу эффузивов на поверхность способствовали активные тектонические подвижки при формировании массива.

Составную часть массива образуют обособленные куполовидные выступы, которые хорошо фиксируются в рельефе. Размеры невелики — несколько сот метров в поперечнике, иногда чуть больше километра. Крутизна контактов их с вмещающими породами  $30-35^\circ$ , иногда больше. В некоторых местах встречаются дайки, связь которых с субвулканическим массивом несомненна.

К северо-западу от Буордахского массива, по правобережью Индигирки, встречаются и другие субвулканические тела. Интересным представляется Сары-Кыллахский массив площадью  $100-110 \text{ км}^2$ . Он хорошо просматривается с юго-западной стороны. Массив сильно

расчленен эрозионными процессами, что дает возможность проследить его строение на значительную глубину. Часть массива, расположенная по левобережью Индигирки, имеет глубину вреза до 150 м.

Формирование Сары-Кыллахского массива происходило в несколько сближенных по времени импульсов. Состав пород ограничивается липаритами и дацитами; последние преобладают, покрывая около 90% площади массива.

К юго-востоку от Сары-Кыллаха находится массив Хатысский. Площадь его не превышает  $50 \text{ км}^2$ . Он опоясан несколькими разломами, которые образуют вокруг массива почти замкнутую кольцевую структуру. Эти разломы по времени опережают формирование Хатысского субвулканического массива. Он расположен в том же тектоническом поясе, что и предыдущие. Да и состав его примерно тот же: липариты, дациты и отчасти андезиты.

Субвулканические тела, близкие по составу к вышеописанным, обнаружены и в других местах Яно-Колымской складчатой области, в бассейнах Индигирки (преимущественно), Колымы и Яны.

Расскажем еще об одном, довольно обширном районе, расположенном в северной части хребта Полоусного и Приморской низменности. Здесь отчетливо выступают многочисленные субвулканические тела небольших размеров, расположенные в пределах двух протяженных зон глубинных разломов. Один из них, Чохчуро-Чокурдакский, имеет протяженность 250 км. В нем выявлены магматические породы двух возрастов — более древние гранодиориты и кварцевые диориты, во вторую фазу образовались породы липарит-гранитного состава.

Восточнее Чохчуро-Чокурдакского разлома находится Бёрёлёхский глубинный разлом протяженностью около 120 км. В нем прослеживаются субвулканические тела разного состава, но наиболее рудоносные близки к породам Буордахского массива.

Малоглубинные массивы можно встретить во многих местах Яно-Колымской складчатой области, а также вдоль границы Колымского срединного массива, хребтов Полоусного и Улахан-Сис.

Породам малоглубинных тел в большей степени, чем породам других магматических образований, свойственно значительное разнообразие текстурных разновидностей.

Наиболее выразительной является столбчатая отдельность. Образуется она вследствие сжатия остывающего

расплава. Необходимо при этом и равномерное распределение напряжений в магматическом расплаве. И еще одно условие для образования столбчатой отдельности — неподвижность расплава. В то же время температурный режим должен быть аналогичен движущемуся расплаву.

Именно в таких закрытых условиях вблизи поверхности и находится расплав, что способствует обеднению его летучими компонентами и тем самым более быстрому остыванию. Конечно же, магматический расплав в этот момент должен обладать и определенной вязкостью. Обычно расплав, из которого образуются субвулканические тела, имеет большую вязкость. Столбчатость же присуща маловязким расплавам (в основном базальтам). Но это только кажущееся противоречие. Вся суть вопроса заключается в том, что при высоких температурах кислый расплав (липаритовый, дацитовый) имеет умеренную вязкость, при которой и формируется столбчатая отдельность.

В поперечном разрезе столбы имеют чаще всего четырех- и пятигранные, реже шестигранные призмы. Средний размер столбчатой отдельности равен 50 см. Высота столбов — от нескольких метров до 100—150 м, причем в ряде случаев она прослеживается по вертикали почти непрерывно.

Породы со столбчатой отдельностью в субвулканических телах занимают значительные площади, а некоторые куполовидные выступы целиком сложены ею. Таким образом, формирование столбчатой отдельности в субвулканических породах происходило при таком режиме, когда расплав еще имел определенную эластичность, но в то же время остыл до такой степени, что это способствовало растрескиванию монолитов.

Субвулканическим породам свойственна и плитчатая отдельность. Она в ряде случаев перемежается со столбчатой, иногда же прослеживается в более глубоких горизонтах. Важная роль в образовании плитчатой отдельности принадлежит направленному давлению.

Мощность пород с этой текстурой не превышает 100 м. Толщина плит небольшая — 10—15 см. Нередко в них наблюдается хорошая делимость, в других случаях намечается лишь слабое обособление. Местами видна ясная граница между столбчатой и плитчатой отдельностью.

В субвулканических породах, преимущественно вблизи контактов, встречается полосчатая текстура. Она присуща большей частью плотным породам, которые зани-

мают небольшие площади. Мощность самих полосок невелика — от долей сантиметра до 3—4 см.

Изучение многочисленных субвулканических тел разных районов земного шара показало, что во многих местах они обладают повышенной рудоносностью. К ним приурочены месторождения золота, олова, серебра, вольфрама, меди, ртути, свинца, цинка и других металлов.

Рудоносность субвулканических образований обусловлена прежде всего характером формирования их на малых глубинах. Доказано, что в приповерхностных условиях имеет место резкий перепад температуры и давления. Это оказывает большое воздействие на растворы — они становятся пересыщенными, что и приводит на определенных уровнях глубинности к выпадению избыточного количества отдельных компонентов.

На юго-востоке Тарынского субвулканического массива известно рудопоявление олова. Оно локализовано в сильнодробленных породах. На этом участке обнаружены цинк, свинец, серебро, в том числе и самородное.

Почти в центре массива и в его западной части отмечены низкотемпературные рудопоявления серебра, цинка, свинца и других металлов. В рудных телах присутствуют касситерит, блеклая руда, самородная медь, свинцовая охра и т. д.

В Буордахском субвулканическом массиве часто встречаются жильные образования, среди которых наиболее обильны кварцевые жилы. В них содержатся свинец и цинк. В некоторых местах встречен шеелит (вольфрамовая руда). В Сары-Кыллахском и Хатысском субвулканических массивах также найдены олово, ртуть, медь, цинк и другие рудные компоненты. Убедительные данные о рудоносности субвулканических образований на Северо-Востоке приводятся для северной части хребта Полоусного и Приморской низменности, к которым приурочены оловорудные месторождения.

Оловоносность в этом протяженном поясе магматических образований известна с верхней юры и нижнего мела (такой же возраст рудопоявлений и в субвулканических массивах). В этой связи любопытно отметить, что в более молодых субвулканических породах гранит-липаритового ряда содержание олова в 3—5 раз выше, чем в породах такого же состава верхней юры и нижнего мела. Это свидетельствует не только о преимуществом в металлоносности субвулканических комплексов, но и о достижении самой высокой концентрации олова в магме



очагов, которые возникли на завершающем этапе долгоживущего тектоно-магматического цикла развития Яно-Колымской складчатой области. Вариации в изменении содержания олова и сопровождающих его компонентов свидетельствуют о полной зависимости их от характера магмы на всем протяжении ее эволюции.

Связь рудоносности с малоглубинным магматизмом отмечается и в других местах Северо-Востока, в частности в Охотско-Чукотском поясе, где в золотоносных районах имеются многочисленные выходы субвулканических интрузий.

Формирование субвулканических массивов — важный этап в эволюции магматизма Северо-Востока. Завершающий период его относится к более позднему времени, когда произошло внедрение гранитоидных расплавов; их объемы преобладали над объемами осадконакопления. Этот расплав, поступавший из недр земли, остывал на сравнительно небольшой глубине — 5—6 км от поверхности — и образовал пояс, сложенный в основном гранитами. Пояс гранитов простирается на 1100 км, а ширина его местами достигает 400 км. Гранитами нередко сложены целые хребты, в частности хребет Черского. По своему расположению он почти копирует общее направление бывшего прогиба (геосинклинальной зоны). В хребте Черского прослеживается главный пояс гранитоидных массивов. Кульминационный период этого магматического цикла относится к верхнеюрскому—нижнемеловому времени (130—120 млн. лет назад), когда и были сформированы гранитные массивы.

Следует отметить, что субвулканические и гранитные массивы пространственно связаны между собой, но последние явно преобладают.

Гранитные массивы почти везде увенчаны гребневидными выступами, обрывистыми скалами. Местами скалы сложены плитчатой отдельностью. Отполированные водой и минеральной пылью, они словно покрыты лаком. Многие массивы разбиты трещинами на глубину 300—500 м. Некоторые гранитные массивы образуют внешние пояса кольцевых структур. К таким массивам относится Булгуньяхский. В плане он имеет форму дуги протяженностью 30 км, обращенной выпуклой стороной к северо-западу. Подобную форму массива можно объяснить природой заполненной им полости — массив является фрагментом огромной кольцевой структуры.

Составная часть этой структуры — крупный Нелькан-

ский массив (площадь около 1200 км, высота 2350 м). Конфигурация оконечности массива подчеркивает кольцевой изгиб, обусловленный нарушениями, которые произошли до его формирования. В массиве видны крутые, подчас отвесные скалистые уступы. Он был внедрен в ослабленную зону земной коры до глубины 5—6 км от поверхности, где и остывал длительное время. Лишь через многие десятки миллионов лет гранитный массив вследствие разрушения осадочного покрова оказался на поверхности земной коры.

Впечатляет также массив Порожный, протянувшийся в широтном направлении на 80 км. Наиболее эффектно его обнажения на берегах Индигирки, которая его пересекает вкост простирания. В осевой части массива видны островершинные выступы, а в средней — глубокие циркообразные врезы с отвесными стенками скал и очень узкие гребневидные выступы водоразделов.

Вблизи южной границы с Колымским срединным массивом, по право- и левобережью Индигирки находится живописный Чималгинский массив. Сложен он гранитами серыми и розовыми. Цвет гранитов обусловлен окраской некоторых минералов, изменивших свой состав в близповерхностных условиях.

Еще два гранитных интрузива — Эриkitский и Дарпирский — расположены вблизи Буордахского субвулканического массива. Они интересны тем, что в некоторых местах внедряются в субвулканические породы, несколько изменяя их. Тем самым молодой возраст гранитов доказывается вполне определенно.

Подобные соотношения между гранитами и субвулканическими породами прослеживаются и в других местах.

На территории Северо-Востока широко развиты дайковые образования, во многих случаях не связанные с гранитными и другими массивами. Обычно это протяженные уплощенной формы тела, возникшие в результате застывания огненно-жидкого расплава в трещинах. Некоторые дайки имеют плитообразную форму с очень извилистой линией контакта с вмещающими их осадочными породами. Форма дайки целиком зависит от заполненной расплавом трещины.

Возрастной диапазон даек довольно широк. Большинство из них появилось еще до формирования глубинных и малоглубинных массивов. Во многих случаях они пересекаются и тем самым дают возможность проследить последовательность внедрения в осадочную толщу. Дайки



размещены на площади не равномерно, а сгруппированы отдельными свитами. Такое распределение объясняется приуроченностью к разным нарушенным зонам. Одни из них тяготеют к разломам меридионального направления, другие — широтного, а третьи расположены дугообразно, заполняя кольцевые трещины.

Состав даек довольно разнообразный, но в возрастной последовательности в общем следует от основных (габбро) к кислым (гранитам) породам. Длина даек — от нескольких сот метров до 1—3 км, а мощность 20—30 м.

В некоторых местах толщи осадочных пород настолько насыщены дайками, что по своему объему превосходят их. Такое обилие даек наблюдается вблизи гранитных массивов Морджат, Буркандя и др. (верховье Колымы).

В дайках встречается турмалин. Он либо бесцветен, либо имеет слабо-зеленоватый оттенок. В отдельных разновидностях пород этот минерал является поисковым признаком на некоторые металлы.

В дайках можно обнаружить и гранат. Благодаря оранжевой окраске он очень хорошо выделяется на светлом фоне породы. Размеры зерен граната измеряются несколькими миллиметрами, единичные — больше 1 см.

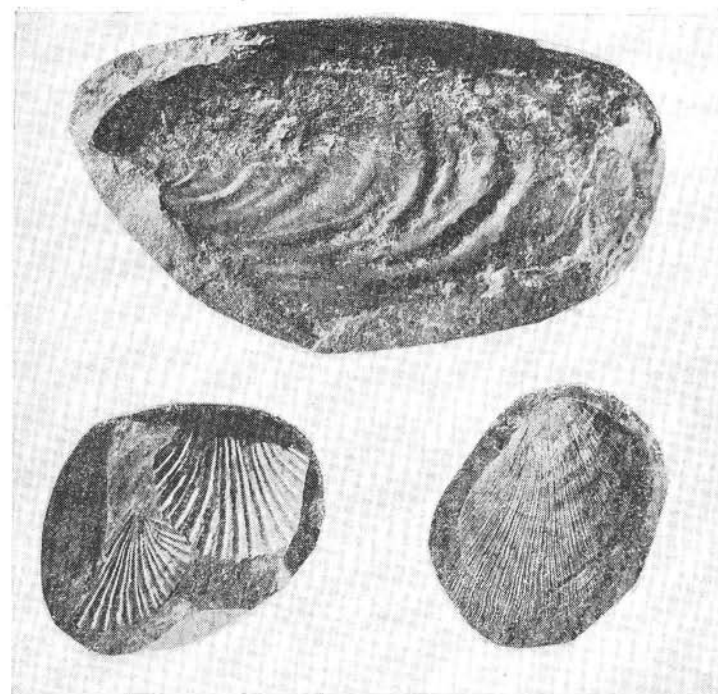
С гранитными массивами и дайками пространственно ассоциируются рудопроявления ряда металлов, в частности олова, золота, вольфрама, серебра, цинка, свинца, ртути и др. Как указывает Н. А. Шило, основной этап рудообразования приходится на конец юрского периода и меловой, т. е. на то время, когда и были сформированы гранитные и другие массивы.

## ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Мы теперь знаем, как образовались горные хребты Северо-Востока. Другой вопрос — из каких пород они сложены?

По происхождению горные породы разделяются на три группы: образовавшиеся путем осаднения в водных бассейнах либо выпадения из растворов (осадочные); возникшие из остывших огненно-жидких расплавов (магматические); преобразованные из других пород (метаморфические).

Среди осадочных пород выделяются подгруппы: механические, химические и органогенные. Механические



Отпечатки раковин (возраст — более 130 млн. лет) из морских отложений в Яно-Колымской складчатой области

Вверху — *Gervillia*, наружное ядро створки; внизу — *Pseudomonotis*, ядра створок

(или обломочные) осадки распространены необычайно широко. Они накапливаются в морях и океанах путем сноса в них водными потоками огромных объемов рыхлых, сильно разрушенных материалов: глины, песка, гравия и др. Из этих материалов складываются мощные слоистые толщи. За десятки миллионов лет такие осадки уплотнились и отвердели: из глин получились глинистые сланцы, из песка — песчаники и т. д. Как говорилось, длительное накопление осадков и проседание местности сменялось постепенным воздыманием ее. Так случилось, в частности, и в Яно-Колымской складчатой области, когда накопившаяся толща осадков стала сушей. Отвердевшие пласты их были смяты в складки, в результате чего возникли складчатые горы.

Среди плотных пород этой подгруппы наиболее извест-



Дациты, хребет Черского

ны глинистые сланцы и песчаники, которые применяются в строительном деле. Из них сооружают дома, иногда такие породы идут на облицовку. Песок является составной частью материала при изготовлении кирпича, бетона, посуды и др. В нем нередко концентрируются некоторые ценные металлы.

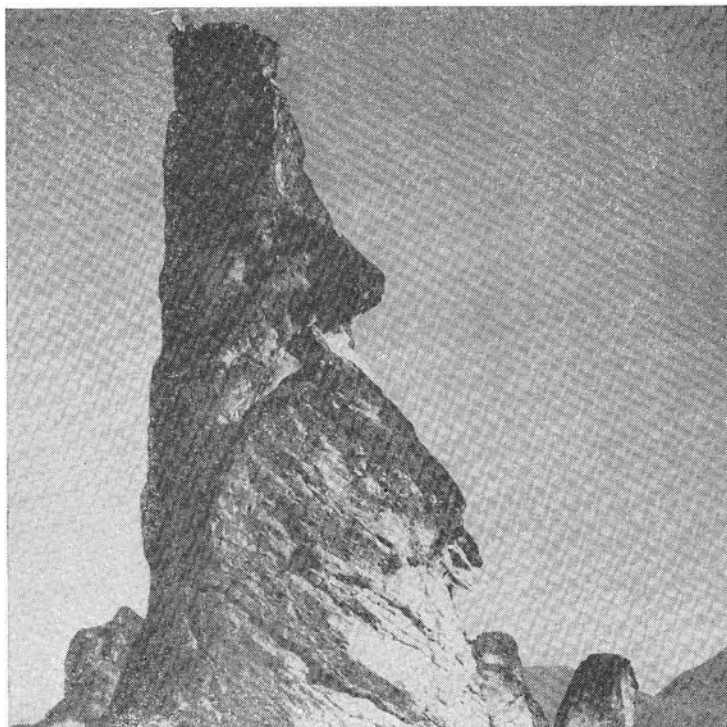
Химические осадки выпадают из водных растворов путем кристаллизации солей и других соединений. К этой же подгруппе относятся и гипсы ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). К химическим осадкам принадлежат и бокситы — важнейшее сырье для получения алюминия, — и, конечно же, всем известная поваренная соль.

Известняк издавна используется в строительном деле, особенно белые его разновидности. Однако у него есть один существенный недостаток — он медленно, но неизбежно растворяется в воде, в результате чего образуются колодцы, а то и пещеры. Через какое-то время поверхность начинает оседать и проваливается. Известняки образуются и из органических остатков; например, «ракушняк» — сцементированные раковины моллюсков.

Следующая подгруппа — органогенные осадки. К этим образованиям относятся уголь и нефть. Из органических осадков известен и янтарь. Вначале он был выявлен в



Останцы, образовавшиеся в результате разрушения Порожного массива



Останец, Нельканский массив

пределах Юкагирского плоскогорья (60-е годы), а позднее — в низовье Индигирки.

Магматические горные породы, как мы знаем, образовались из огненно-жидкого расплава. Они неоднородны по своей кристалличности. Это зависит от того, на какой глубине остывает расплав. Если вблизи поверхности, то породы будут не полностью раскристаллизованы, поскольку сравнительно быстро остывают. На больших глубинах расплав остывает очень долго, несколько миллионов лет, поэтому происходит полная раскристаллизация его.

Магматические горные породы, которыми сложены целые хребты Северо-Востока, неоднородны и по своему составу. Если в них много кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) (65–75%), то они (в частности, граниты и липариты) относятся к кислой разновидности. В породах средней разновидности кремнезема меньше (55–65%); это диориты и андезиты.

Породы, называемые основными, содержат кремнезема 45–55%. Между перечисленными разновидностями пород имеются и промежуточные разности. Например, между андезитами и липаритами — дациты.

Главные породы этой группы — граниты, как уже говорилось, занимают господствующее положение в горных сооружениях Северо-Востока. Объем гранитов только в пределах Яно-Колымской складчатой области составляет многие тысячи кубических километров. Гранит обладает большой твердостью, хорошо выдерживает колебания температур большого диапазона.

Разная кристалличность придает красоте породе. Благодаря этим свойствам она нашла очень широкое применение в строительстве. Это и красивые набережные, и облицованные мосты, здания, станции метро, фундаменты разных сооружений. Возводятся и монументы из гранита.

Горные хребты сложены не одними только гранитами, но и близкими к ним породами — липаритами. Хотя состав их один и тот же, есть и различия между ними. И объясняются они тем, что породы остывали на разной глубине. Граниты на большой глубине сохранили содержащиеся в расплаве газы, способствующие кристаллизации пород, липариты были ближе к поверхности, где земная кора более ослаблена нарушениями (трещины, разломы). Поднимавшийся расплав интенсивно терял газовые компоненты и относительно быстро остывал. Получились породы слабонераскристаллизованные, а местами почти стекловатые. От глубины остывания зависит не только внешний вид породы, но и ее свойства.

Липарит обладает богатыми вариациями текстур, определяющих внешний облик породы. Некоторые из них имеют четко выраженную полосчатость. Полоски разные по мощности, имеют небольшие раздувы и пережимы. Неодинакова и протяженность их. Они бывают прямолинейными, иногда с изгибами, что создает сложные и красивые узоры на плоскостях излома.

Такая сложная полосчатость зарождается в расплаве и обусловлена неравномерным распределением некоторых составных частей в отдельных участках магмы. Когда же расплав приближается к поверхности и по мере остывания превращается в твердую породу, происходит более четкое обособление полосчатости.

Благодаря богатству природных узоров липариты широко применяются в строительстве — при облицовке

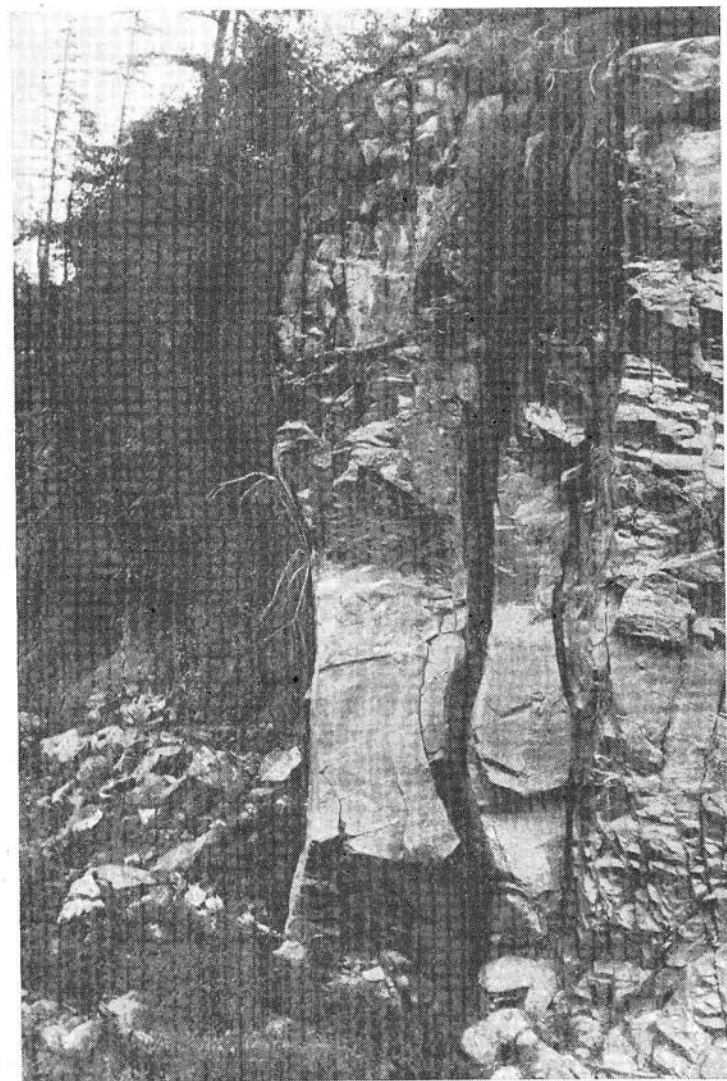




Выступы на хребте Илинъ-Тас



Остатки глыб большого массива, хребет Сарычева



Молодые трещины в горных породах

зданий, настиле полов плитами. Липариты являются и ценным сырьем для производства разнообразной посуды.

Широко распространены на Северо-Востоке дациты. Ими сложены небольшие куполовидные тела и дайки. Дациты большей частью слабораскристаллизованы, бывают и стекловатого облика. Как говорилось, в магматической колонке они занимают промежуточное положение между липаритами и андезитами. От дацитов вулканических породы субвулканических массивов отличаются большей раскристаллизацией. Дациты применяются в строительном деле, для изготовления изоляторов, чайных и столовых сервизов и в других целях.

Диориты на Северо-Востоке встречаются нечасто. Ими сложены не крупные глубинные тела, выступающие в виде куполов, а также некоторые дайки. Порода имеет серый цвет, хорошо в ней различима зернистость, иногда отчетливо выступают темноцветные минералы. Диорит хорошо поддается обработке и довольно устойчив в разных климатических условиях. Он широко применяется в строительном деле.

Габбро на Северо-Востоке не столь распространены, как, например, граниты и липариты, и выступают в виде небольших штоков и даек. Порода имеет темную, иногда с зеленоватым оттенком, окраску, плотная, слабо раскристаллизованная (размеры кристаллов 1–2 мм). Разновидность габбро — лабрадорит окрашен в сине-зеленый и голубой цвета.

Габбро широко применяется в строительном деле, поскольку, кроме высоких декоративных качеств, обладает большой прочностью и долговечностью. Из габбро делают скульптуры, памятники, постаменты. Встречаются на Северо-Востоке и некоторые другие магматические породы.

Третья группа — породы метаморфические, т. е. преобразованные, измененные под воздействием главным образом температуры, давления, отчасти химических реакций. Они возникают из пород первых двух групп. Но этот процесс не мгновенный, а продолжается длительное время. Иногда породы изменяются под воздействием понижающих их горячих растворов, которые с глубин просачиваются к поверхности земной коры. На Северо-Востоке пород этой группы много, особенно известняков. Они хорошо прослеживаются вдоль главной оси хребта Черского.

Известняки формируются двойным способом: и как химические осадки, и как органические. Но и те и дру-

гие преобразуются со временем в породы, совсем непохожие на предыдущие. Это мраморы — продукты перекристаллизации известняков; причем в отличие от магматических пород процесс происходит почти в твердом состоянии. В бассейне Момы полоса мраморов протягивается на расстояние до 12 км, ее ширина 1,5–2 км, мощность — несколько сот метров.

Сфера применения мрамора необычайно широка. Он может служить и в качестве строительного и облицовочного материала. На станциях метро Москвы и других городов мрамором облицованы подземные и наружные вестибюли. Величественны колонны из мрамора, скульптуры и постаменты.

В пределах Северо-Востока встречаются и некоторые поделочные камни: лиственнит, нефрит и родингит. Особенно часто они встречаются в массиве габброидного состава в хребтах Тас-Хаяхтах и Калчынском (между речью Уяндина и Селенныха).

Известны и «сдобные камни». Поваренную, или каменную, соль знают все. В Западной Якутии, например, залегают пласты значительной мощности (до 36 м). Широко употребляется в пищу и своеобразная глина. На Охотском побережье встречается так называемая «земляная сметана». Это продукт преобразованных единственных в мире горных пород — мареканитов. Такую «сметану» ранее употребляли вместе с молоком. Хорошо известно о «земляной сметане» на Дальнем Востоке, но уже из разложившихся эффузивных пород.

Как отмечает В. И. Лебединский, употребление в пищу глины является традицией некоторых народностей не только северных, но и южных стран. Так, в Средней Азии широко известна сдобная глина Хорезма. В ряде районов Африки, Австралии и Океании глины разных оттенков подают на стол даже в торжественных случаях, приписывая им бодрящие и лечебные свойства.

## РУДОНОСНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД

В период формирования горных хребтов, сложенных магматическими породами, им сопутствовали рудообразующие растворы. По мере остывания и кристаллизации расплавов на разной глубине из них отделялись и устремлялись ближе к поверхности гидротермальные растворы,



насыщенные рудными минералами. Следуя к поверхности, растворы попадали в условия, где менялась температура и давление, на их пути встречались разные породы. Это оказывало соответствующее воздействие на рудоносные гидротермальные растворы, из которых выпадали некоторые металлы и минералы.

Вместе с такими минералами, как кварц, пирит (железный колчедан), арсенопирит (мышьяковый колчедан) и др., из растворов частично выпадало золото. Но основная часть его оседала вблизи поверхности преимущественно в самородном виде.

Золото находят главным образом в рудных жилах гранитов, а также других близких им по составу пород, даек, отчасти во вмещающих их толщах. Различна и форма рудных жил, зависящая от характера трещин: иногда они ровные, часто линзовидные, с раздувами и пережимами, в виде дуги и др. Мощность рудоносных жил и длина их сильно варьируют.

Горные породы, как известно, разрушаясь, превращаются в рыхлый материал, который переносится водными потоками. В процессе переноса он подвергается дальнейшему разрушению и сортировке. Быстрее других выпадают или погружаются в воду тяжелые частицы, и прежде всего золото (удельный вес 19,3). В конце концов в долине рек образуются протяженные участки таких отложений, обогащенные золотом, — россыпи.

Крупность россыпного золота различна. Большие самородки встречаются очень редко. Разнообразна также и форма россыпного золота: в виде ветвистых форм или дендритов, палочек, проволочек, крупинок, табличек, пластинок, чешуек, пылинок и т. д. Подобным же образом создаются россыпные месторождения олова, вольфрама и других металлов.

Совместно с золотом встречаются рудопроявления серебра. Оно также переносится гидротермальными растворами, а затем выпадает из них. В природе серебро находится как в коренном залегании, так и в рыхлых отложениях — россыпях.

Из гидротермальных растворов в трещинах и других пустотах отлагается олово. В результате в магматических породах либо на границе их с осадочной толщей образуются жильные рудные тела. Минерал, из которого главным образом получают олово, — касситерит ( $\text{SnO}_2$ ) — хорошо распознается в жилах своей продолговатой формой и темно-коричневым цветом.

Изготовление плавких сплавов, лужение, покрытие листового железа тонким слоем олова (белая жечь), поделка типографских шрифтов, материал для подшипников — вот далеко не полный перечень, где олово нашло применение благодаря своим свойствам: с одной стороны, мягкости, а с другой — высокой пластичности.

Заслуживает внимания и вольфрам. Достоинство его заключается в том, что он обладает большой твердостью и тугоплавкостью. Способность вольфрама давать сплавы с другими металлами — одно из очень важных его качеств. В настоящее время вольфрам используется во многих отраслях промышленности: электротехнической, химической, полиграфической и др.

Минералы, из которых извлекается вольфрам, — шеелит ( $\text{CaWO}_4$ ) и вольфрамит ( $[\text{Fe}, \text{Mn}]\text{WO}_4$ ). Они выявлены в породах гранитного состава. Вольфрам добывается попутно из некоторых россыпей, в том числе и оловоносных.

В горных породах, причем зачастую совместно, встречаются свинец и цинк. Они тоже отлагаются гидротермальными растворами в жильных телах, заполняющих трещины в магматических породах. Поставщиком свинца является минерал галенит, или свинцовый блеск ( $\text{PbS}$ ), а цинка — сфалерит, или цинковая обманка ( $\text{ZnS}$ ). Обычно в рудных жилах им сопутствуют оловянный камень, самородная медь, серебро, магнетит.

Свинец употребляется в производстве сплавов, химической аппаратуры, аккумуляторов, в металлургии и в других отраслях народного хозяйства. Цинк предохраняет железные листы от коррозии, окисления. Хорошо известен и сплав, куда входит цинк, — латунь. Применяется цинк также в производстве белил, типографских красок, цинковых препаратов для медицинских целей.

В оловоносных россыпях иногда находят самородный висмут, висмутовый блеск (висмутин) и другие минералы этого металла. Образование висмута связано с горячими водными растворами. Висмут нашел применение во многих отраслях: при изготовлении легкоплавких сплавов, химических препаратов, в том числе и в области медицины.

Металлический висмут извлекается из висмутовых руд, в которых главным минералом является висмутин ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ).

Известна в магматических породах и сурьма. Сырьем для нее является преимущественно минерал антимонит,

или сурьмяный блеск ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ). Сурьма употребляется в сплавах (для увеличения их твердости), а также в текстильной, резиновой, стекольной промышленности. Находит она широкое применение в медицине, пиротехнике и т. д. Сурьма встречается совместно с другими металлами, в том числе и с золотом.

Имеется в горных породах и ртуть. Этот металл довольно своеобразен: при положительной температуре он находится в жидком виде и переходит в твердое вещество лишь при температуре  $-39^\circ\text{C}$ .

Ртуть, как и другие рудные компоненты, образуется из горячих водных растворов, но имеющих более низкую температуру. Ртутное оруденение также тяготеет к тектонически нарушенным зонам, породы в которых имеют пористое сложение и нередко разбиты трещинами, раздроблены. Минерал, из которого извлекают ртуть, — киноварь ( $\text{HgS}$ ). Она имеет ярко-красный цвет и хорошо распознается в рудных телах.

В настоящее время ртуть нашла широкое применение; потребителями ее стали электротехническая и химическая промышленность, медицина, сельское хозяйство и другие отрасли.

В магматических породах совместно с золотом встречается и кобальт. Источником его является минерал кобальтин ( $\text{COAsS}$ ). Соединения кобальта применяются уже давно, главным образом в качестве красителей. Металлическим кобальтом стали пользоваться лишь в XX в. — в основном для промышленных сплавов, а также для приготовления различных минеральных красок. Ценность кобальта заключается и в том, что при обычной температуре он не окисляется.

Совместно с оловом и вольфрамом обнаружен молибден. Это один из тех металлов, который широко применяется в промышленности, в том числе и в твердых сплавах. Из молибденовых руд наиболее распространен молибденит ( $\text{MoS}_2$ ), связанный с магматическими породами (гранитами). Находится он в этих породах в виде жильных тел различной формы и размера. Молибден своим происхождением обязан гидротермальным растворам, поступающим со значительных глубин.

## ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА

О вечной мерзлоте как природном явлении известно давно. Еще в первой половине XVII в. на нее обратили серьезное внимание первопроходцы. Однако первые научные сведения о вечной мерзлоте были получены много позднее — экспедицией А. Ф. Миддендорфа 1843—1846 гг., снаряженной на северо-восток Сибири. Систематическое же изучение вечной мерзлоты началось лишь в конце 20-х годов XX в. Большая роль в этом принадлежит советскому ученому, основоположнику мерзловедения в СССР М. И. Сумгину.

Вечная мерзлота занимает громадные просторы северного полушария. Только на территории нашей страны ею скövано около 11 млн. км<sup>2</sup>, особенно мощные промерзания рыхлых толщ наблюдаются на Северо-Востоке. Температура в зимнее время вблизи Оймякона опускается до  $-71^\circ\text{C}$ . В лютые морозы в Оймяконской впадине почва даже трескается, а от испарения снега (сухая возгонка) стоит густой туман, и в десятке метров уже ничего не видно. Выдыхаемый человеком воздух издает своеобразный шум — частицы его мгновенно превращаются в ледяные кристаллики. И еще одна особенность климата в условиях вечной мерзлоты. Известно, чем выше мы поднимаемся, тем становится холоднее. Здесь же наоборот — чем выше, тем теплее, причем разница довольно ощутима  $-15-20^\circ\text{C}$  (температурная инверсия).

Мощность вечномерзлых (многолетнемерзлых) толщ разная. В некоторых местах она измеряется всего лишь несколькими десятками метров, в других — многими сотнями. А в верховье реки Мархи, левого притока Вилюя, глубина вечномерзлых толщ без малого достигает 1500 м. Такое глубокое промерзание объясняется поступлением холодных рассолов из Анабарского кристаллического массива, которые, имея отрицательную температуру, находят-ся в нем ближе к поверхности.

Что же представляет собой вечная мерзлота? Это мощная толща рыхлых пород, пронизанная ледяными жилами и прожилками. Температура здесь всегда ниже нуля. Промерзание почвы зависит не только от географического положения — ведь вечная мерзлота отмечена в Средней Азии и на Кавказе, правда, масштабы ее несопоставимы с северными. Имеет значение высота над уровнем моря, рельеф местности и состав рыхлых пород.

Как полагает академик П. И. Мельников, мерзлые толщи — наследие климата, который в определенных местах существовал тысячи — сотни тысяч лет назад. Например, возраст мерзлых толщ в Центральной Якутии — 300 тыс. лет. В пределах же Аляски и на севере Канады возраст мерзлых толщ оценивается в 1–1,5 млн. лет.

Член-корреспондент АН СССР П. Ф. Швецов считает, что мерзлота — продукт водотеплообмена. Это подтверждается тем, что наиболее мощный слой мерзлоты (до 1500 м) находится не в самом холодном месте. У полюса же холода северного полушария слой мерзлоты намного меньше (250 м). Дело в том, что в обычных, неполярных, геологических условиях теплообмен и движение вод рассматриваются отдельно. В районах же вечной мерзлоты эти процессы неразделимы: движение грунтовых вод происходит в условиях непрерывно изменяющейся температуры.

В связи с определенными трудностями проживания в районах вечной мерзлоты нередко возникал такой вопрос — а нельзя ли сделать эти края хотя бы немного теплее? На этот счет предлагались даже своеобразные проекты об отоплении районов вечной мерзлоты преимущественно за счет использования тепла искусственно проложенных водных каналов. Высказывалась даже мысль об уничтожении полярных льдов (что также утешило бы Север). Но для этого следовало бы перегородить Берингов пролив!

Допустим, что это удалось бы осуществить. В таком случае произошло бы, причем незамедлительно, нарушение установившегося многовекового равновесия в природе. К чему бы это привело? Прежде всего мощные вечномерзлые толщи начали бы таять и оседать, а значительные участки суши вовсе исчезли под водой.

Однако следует отметить и другую сторону вечной мерзлоты — ее важность и полезность для человека. Советскому академику А. А. Трофимуку и другим ученым удалось установить, что при определенных условиях природный газ в мерзлой толще переходит в твердое состояние. Доказано, что в недрах Земли на значительных глубинах при давлении более 200 атм и температуре до 25°С вода с природным газом (метаном) дает твердые соединения — гидраты. При этом 1 м<sup>3</sup> воды способен образовать химическую связь с 200 м<sup>3</sup> природного газа. В обычных условиях данный объем воды может аккумулировать не более 4 м<sup>3</sup> газа. Такое накопление гидрата

происходит в результате круговорота льда и рассолов в мерзлых толщах на протяжении десятков тысяч лет. Это очень важный резерв природного газа, которого вполне достаточно на многие десятилетия. Открытие твердого газа (газоконденсата) уже заметно сказывается на балансе страны: некоторые города и поселки, причем очень удаленные от центральных районов, уже пользуются им и в настоящее время. Это сырье можно транспортировать в любое место, но лишь при соблюдении определенных условий.

Не поскупилась вечная мерзлота и на нефть. Только в Якутии нефть и газ выявлены на территории сотен тысяч квадратных километров. Здесь же, в условиях вечной мерзлоты, обнаружены и железорудные месторождения, а также залежи каменного угля.

Другое ценное свойство вечной мерзлоты она очень облегчает сооружение столь необходимых для Северо-Востока холодильников. Складские помещения сооружаются под землей либо прокладкой штолен в сопках. Температура в таких холодильниках отрицательная, и они могут существовать очень долго — столько же, сколько и вечная мерзлота. Оборудовать их на определенной глубине куда легче и дешевле, чем сооружать искусственный холодильник.

И еще одно достоинство вечной мерзлоты: в ее пределах расположены громадные лесные массивы нашей страны, едва ли не самые большие на земном шаре. Площадь их измеряется многими миллионами гектаров. В вечномерзлых толщах облегчается и технология работ при добыче полезных ископаемых, ибо нет необходимости в материалах для крепления горных выработок.

А как долго могут находиться в вечной мерзлоте продукты в замороженном виде? Ответить на этот вопрос помогают находки мамонтов. В бассейне Индигирки был обнаружен мамонт, который пролежал в мерзлой толще около 80 тыс. лет. Здесь же впервые в мире был найден зубр, который пролежал в вечной мерзлоте 40 тыс. лет. Самая же знаменитая находка сделана в 1972 г. на берегу одного из притоков Индигирки — реке Шандрин — экспедицией Б. С. Русанова. Громадный мамонт, проживший 150 лет, пролежал в вечной мерзлоте свыше 20 тыс. лет. Но главное даже не в этом. Самое удивительное, что у животного полностью сохранился не только скелет, но и внутренности грудной и брюшной полостей общим весом более 400 кг. Отчасти уцелели и мягкие ткани.

А вот еще один редчайший случай. В бассейне Колымы, в глыбе льда, извлеченной с 11-метровой глубины, обнаружено существо, чем-то напоминающее саламандру. И вот глыба льда растаяла и случилось невероятное: существо ожило. Как потом выяснилось, это был углозуб. Возраст его равен почти 100 годам. Обычная же продолжительность жизни этих земноводных 10—15 лет. Значит углозуб «проспал» в вечной мерзлоте почти 10 жизней. До этого не была известна консервация какого-либо организма в вечной мерзлоте.

Конечно, вечная мерзлота не простое явление природы. Она может быть и врагом и союзником. Не в последнюю очередь это зависит и от деятельности человека. В качестве примера можно привести важнейшую стройку в нашей стране — Байкало-Амурскую магистраль. Еще в начале 30-х годов мерзловеды и геологи приложили много усилий для решения многих важных вопросов, касающихся вечной мерзлоты. Как писал П. И. Мельников, «результаты наших исследований и выданные проектировщикам рекомендации по особенностям проектирования железной дороги в южном районе области вечной мерзлоты полностью оправдались».

В наши дни и строители принимают необходимые меры для придания надежной стабильности вечномерзлым грунтам. Дома возводятся не на самом вечномерзлом грунте, а на опорах, прочно покоящихся в вечной мерзлоте. В дальнейшем в качестве опор будут применяться термосифоны (металлическая замкнутая труба, заполненная хладагентом). Практика уже подтвердила их надежность.

В вечной мерзлоте находятся и минеральные источники, в том числе и высокотемпературные. Наиболее известны Тальские источники в бассейне реки Талой (верховье Колымы). Здесь даже в 50-градусные морозы бурлит горячая вода. Источники богаты микроэлементами. Благодаря содержанию радона и сероводорода источники целебны.

Известны источники и в других местах. Так, на Чукотском полуострове температура их достигает почти 95° С. В других источниках температура ниже. В верховьях Индигирки, в 100 км южнее поселка Оймякон, располагается теплый источник Сытыган-Сылба. Даже при температуре воздуха -40° температура в нем +26° С. Источник приурочен к моренным холмам у подножия гор на высоте 1000—1100 м над уровнем моря. В бассей-

не Момы обнаружена незамерзающая полынья с температурой воды в верхней части 7,4° при температуре воздуха -36° С. Такие выходы относительно теплой воды расположены по всей зоне Момского разлома. Как же они возникли в районах вечной мерзлоты?

Объясняется это следующим образом. Известно, что во многих районах образуются разрывы, разломы, трещины, которые порой достигают больших глубин. А чем дальше в глубь Земли, тем температура становится выше. В эти разломы и трещины попадает поверхностная (атмосферная) вода. Она нагревается и в дальнейшем устремляется к поверхности, иногда даже в виде парогазовых струй. Во многих случаях образуются естественные выходы источников, иногда же они выводятся искусственным путем (скважинами). Горячая вода на пути к поверхности взаимодействует с теми породами, в которые она проникает. В результате такого взаимодействия и получается минеральная вода определенного состава.

В пределах вечной мерзлоты есть и горячие озера (бассейн реки Вилкой). Одно из таких озер — Моксоголох. Замеры показали, что на поверхности его температура воды 13° (при той же температуре воздуха), а на глубине 1,3 м 32° С. Установлено, что наиболее высокая температура наблюдается только в поверхностном слое ила (грязи), состоящем в основном из опавшей хвои, листьев и других органических остатков.

Высокая температура в этих озерах объясняется интенсивным развитием биохимических реакций, протекающих между продуктами разложения органических веществ и сульфидами.

И еще одна особенность вечной мерзлоты — сверху она перекрыта так называемым деятельным слоем: летом он всегда оттаивает, а зимой замерзает. Мощность этой зоны незначительна, даже в Заполярье она не превышает одного метра. Однако роль ее велика. В оттаявшем в летнюю пору слое сосредоточена жизнедеятельность животных и растительных организмов.

В деятельном слое происходят и очень важные физико-механические процессы. Особенно они заметны на склонах, с которых текут переувлажненные рыхлые толщи горных пород, порой в какой-то мере изменяя даже рельеф местности. Сказываются такие потоки и на растительном покрове. Последний либо сносится вместе с рыхлой толщей, либо же перекрывается ею. Во многих местах хорошо заметно пучение грунтов, возникающее за



счет грунтовых надмерзлотных вод. В вечной мерзлоте, в том числе и в деятельном слое, образуются купола грибовидной формы, или гидролакколиты. Формирование таких куполов обусловлено поднимающимися снизу подмерзлотными водами. Вечной мерзлоте свойственны ледяные поля, именуемые еще гидроэффузивами. Образуются они при замерзании изливающихся на поверхность подземных и грунтовых вод. Для вечной мерзлоты и ее деятельного слоя характерны и термокарсты. Они появляются вследствие вытаивания содержащегося в грунте льда и оседания горных пород.

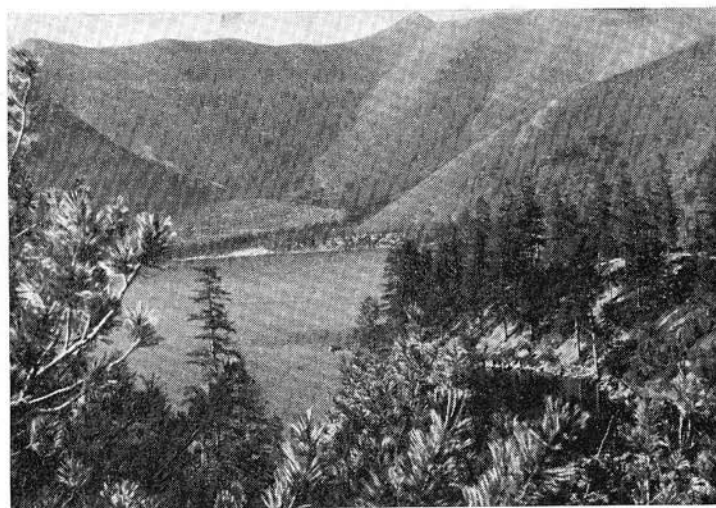
На характер деятельного слоя отрицательно влияет вырубка леса, особенно на склонах, уничтожение растительного покрова, а также пожары. Не проходят бесследно для деятельного слоя всевозможные горные выработки, прокладка шоссе и т. д.

## ЛЕДНИКИ ГОР

Как известно, различают ледники материковые, или покровные, и горные. Первые, наиболее мощные на нашей планете, находятся в Антарктиде и Гренландии. Мы же коснемся лишь горных ледников Северо-Востока.

Во многих местах: между горными хребтами, в реках и на пологих водоразделах — можно видеть нагромождение глыб и валунов. Эти камни разной крупности и состава принесены сюда ледниками издалека.

На Северо-Востоке было несколько оледенений, но мы коснемся лишь наиболее позднего, так называемого верхнеплейстоценового (около 70 тыс. лет назад), когда ледники покрывали громадные площади. Но затем началось потепление. Ледники начали отступать, оставляя большое количество неотсортированных камней (моренные отложения). Когда лед был полноправным хозяином, горные хребты подвергались ледниковой обработке. В результате появились циркообразные ложбины, зубчатые гребни, пологие площадки и т. д. Медленно двигаясь, массы льда выпаживали целые ущелья в массивах хребтов, сложенных гранитами и другими твердыми породами. Они дробились на части и перемещались в пониженные места. В некоторых случаях морены подпироживали реки настолько, что вынуждали их прорезать русла в других местах.



Горное озеро, бассейн реки Иньяли (фото Ф. Р. Апельцина)

Нередко и теперь можно видеть скалы с обильными шрамами — следами движущихся ледников. Какова же их подъемная сила? Укажем на такой пример. На рыхлых отложениях в подножии Эрикитского массива прислонены друг к другу две монолитные гранитные глыбы, принесенные издалека. Площадь их около 400 м, высота 10 м, а вес равен 10 тыс. т. Вес другой глыбы 25 тыс. т. Вероятно, эти глыбы свалились с крутых обрывов на мощный ледник, который, медленно двигаясь, транспортировал их. Когда же сила ледника иссякла, он стал таить и не мог уже держать на себе такой груз, глыбы остались в тех местах, где мы их и находим теперь. Если учесть, что мощность ледников в то время превышала 400 м, то легко предположить, что такой груз для них был совсем невесомым. Глыбы такого объема и веса редки, но весом в десятки и сотни тонн встречаются повсеместно.

О существовании современных ледников в этом районе стало известно сравнительно недавно. Ряд исследователей, в частности А. И. Воейков, отрицали саму возможность оледенения на Северо-Востоке. Лишь в 1926 г. С. В. Обручев и К. А. Салищев высказали предположение, что в некоторых местах хребта Черского может быть обнаружено современное оледенение. Это в 1940 г. подтвердил

А. П. Васьковский, который обнаружил ледники на горе Чён и описал их. Были выявлены ледники и в других местах.

Современное оледенение — одна из характерных особенностей Северо-Востока, хотя ледниковый покров не так уж и велик — общая площадь его равна 607 км<sup>2</sup>. Сюда входят ледники хребтов Сунтар-Хаята, Черского, Орулган и Корякского нагорья. Наибольшая площадь ледников (246 км<sup>2</sup>) приходится на хребет Сунтар-Хаята, который является своеобразным водоразделом (с него начинаются реки, впадающие как в Северный Ледовитый, так и в Тихий океан). Ледники здесь сосредоточены в основном в высокогорье. Вершины гор окружены висячими ледниками и нишеобразными углублениями (карами). В хребте Сунтар-Хаята насчитывается 208 ледников.

В хребте Черского 223 ледника, но площадь их меньше — 147 км<sup>2</sup>. Здесь ледники обнаружены в цепях Хадаранья, Догдо-Чималгинской, Силяпской, Порожной, Боронг, Эрикитской, горе Чён, хребтах Илин-Тас и Улахан-Чистай. Около одной четверти ледников Северо-Востока находится в горной системе хребта Черского, главным образом в наиболее высокогорной части его — Буордахском массиве.

Приуроченность ледников к высокогорью объясняется, с одной стороны, возрастанием высот, а с другой — влиянием широтной зональности, близостью к холодному полярному фронту.

Большинство ледников в этом массиве сосредоточено в истоках реки Буордах. Они имеют в основном северную и отчасти западную экспозицию. Такая же закономерность в размещении ледников присуща и другим местам. Следует подчеркнуть, что ледники имели большое значение в формировании рельефа массива.

Ледники покрывают вершины панцирем, располагаются на крутых склонах, в ущельях и верховьях долин. Концы ледников в среднем опускаются до 2000 м над уровнем моря, единичные из них — до 1600 м. Таким образом, максимальный вертикальный диапазон равен 1000—1500 м. В пределах Буордаха ледники занимают площадь около 100 км<sup>2</sup> (вместе с оледенением Эрикитского батолита). Обычно площади ледников невелики — 1—2 км<sup>2</sup>, а иногда всего несколько сот квадратных метров. Ширина долинных ледников достигает 1 км.

Самые крупные ледники здесь — Обручева и Цареградского. Первый имеет площадь около 15 км<sup>2</sup>. У этого



Выпуклый конец ледникового языка, массив Буордах

же ледника и наибольшая длина — один из языков его прослеживается на 8 км, а у ледника Цареградского — на 7 км. Поперечный профиль ледников двойной: в одних случаях вогнутый, в других выпуклый. Передко концы ледников скрыты под моренами.

Крутизна ледников и склонов, окружающих циркообразные впадины, очень велика — 60—70°. Они не достигают гребня водоразделов, быстро выходя к низу. В наиболее пологих частях ледников имеются небольшие озера.

В долинных ледниках имеются поперечные (особенно на перенадах) и продольные трещины. Последние, наиболее протяженные и глубокие, иногда рассекают всю толщу ледника. Возникновение трещин в летнюю пору сопровождается звуками, напоминающими выстрелы. С крутых склонов часто скатываются большие глыбы льда, некоторые из них имеют полуокатанную форму. Глубокие трещины, особенно продольные, являются путями бурных водотоков, которые порой выходят на поверхность ледника в виде фонтанов.

Очень эффектны в некоторых ледниках, главным образом в нижних частях их, ледниковые гроты с высотой сводаобразного потолка 3—4 м и шириной основания

около 5 м. Толщина льда в трещинах не превышает 40 м. В средней части ледников толщина льда не менее 50 м. Мощность снегового покрова на ледниках 70—80 см (местами видны снеговые бугры). Более возвышенные участки ледников покрыты фирном (слежавшимся снегом).

Почти все ледники имеют конечные морены. Язык ледника постепенно растаивает, и тогда морены оседают в реках, иногда образуя валы мощностью 20—30 м, а то и больше. Они-то и служат причиной появления запрудных озер. В некоторых случаях морены несколько удалены от конца ледниковых языков, в других — сливаются с ними, напоминая вал вздутия. В ясные солнечные дни, когда лед прогревается, начинается таяние ледниковых языков. Поверхность ледников в это время покрыта густой сетью ручейков.

Следующим районом, где сосредоточены ледники и снежники Северо-Востока, является Корякское нагорье. В нем насчитывается 479 ледников общей площадью 194 км<sup>2</sup>. Отличительная особенность Корякского нагорья заключается в том, что оно расположено ближе к морям Тихого океана, чем предыдущие центры современного оледенения. Это в известной мере сказывается на абсолютной высоте, до которой опускаются ледники (ниже, чем в других местах).

И еще один центр современных ледников — хребет Орулган (северные отроги Верхоянского хребта). Здесь 54 ледника, площадь которых не превышает 20 км<sup>2</sup>. Оледенение этого хребта обусловлено влиянием атмосферной циркуляции северных морей.

Как следует из сказанного, наличие ледников определяется в основном двумя причинами: рельефом местности и климатическими условиями.

Известно, что в пределах Северо-Востока, в том числе и в районах современных ледников, выпадает осадков почти столько, сколько в зоне пустынь, окружающих Аральское море. Так, в бассейне Момы осадков выпадает чуть больше 200 мм в год. В области высокогорья они выпадают исключительно в виде снега даже в теплую летнюю пору, опускаясь до отметки 600—700 м над уровнем моря. И тем не менее ледники существуют. Как отмечает А. П. Васильковский, это объясняется пониженным испарением и водонепроницаемостью слоя вечной мерзлоты.

Что же касается абсолютной высоты, до которой опу-

скаются языки ледников, то она уже определяется границей пояса вечного мороза, где температура никогда не поднимается выше нуля. Например, в Буордахском массиве эта граница находится на высоте 3100 м, над Оймяконом — несколько выше.

При соответствующих климатических условиях и рельефе местности возникновение ледников — явление несложное: выпавший снег постепенно уплотняется, прессуется в фирн, из которого и образуются ледники.

## НАЛЕДИ

Близки к ледникам многочисленные наледы — наросты льда от замерзающей воды разных источников.

В зависимости от источников питания различают наледы речных и подземных вод, а также смешанные. Первые из них образуются на всех реках края независимо от того, промерзают они или нет. Среди наледей подземных вод выделяют надмерзлотные грунтовые, межмерзлотные и подмерзлотные.

Большой интерес представляют наледы подмерзлотных источников. Еще в 30-х годах П. Ф. Швецов и В. П. Седов доказали, что большинство — если не все — крупных и гигантских наледей (тарынов) обязаны своим происхождением мощным восходящим источникам подмерзлотных вод глубокой циркуляции. Обычно такие наледы являются многолетними. Источники, питающие наледы, выходят на поверхность благодаря наличию глубоких разломов в земной коре, главным образом молодых или омоложенных древних.

К ним относится и разлом Улахан (детально описанный А. С. Симаковым), который прослеживается в Яно-Колымской складчатой области на 320 км. По этому разлому заметно и смещение горных пород противоположных направлений. Разломы, подобные Улахану, но меньшей протяженности выявлены и в других местах. Именно в бассейнах рек, расположенных в пределах разломов, нередко сосредоточены наледы и питающие их источники.

На образование наледей оказывают влияние также рельеф местности, состав и характер горных пород, степень их разрушения (крупность обломков), скованы ли они вечной мерзлотой и каков температурный режим.

Источники, устремляющиеся по нарушенным зонам к



поверхности, нередко имеют напорный характер. Они пронизывают толщу пород, часть воды расходуется на насыщение последних, основной же объем ее достигает поверхности, из которой и образуется наледь.

Наледи различны по своим размерам. В одних случаях они занимают площади меньше одного квадратного километра. Таких наледей сотни. Но встречаются и гигантские наледы, объем льда в которых измеряется несколькими миллионами кубических метров. Одна из них — самая большая на Северо-Востоке — находится в бассейне Момы. Эту наледь называют Улахан-Тарын (Большая наледь). Длина ее 26 км, ширина 6—7 км, общая площадь 160—180 км<sup>2</sup>. Детальные исследования П. Ф. Швецова подтвердили, что эта, как и другие крупные наледы, а также питающие их источники, приурочена к зоне разломов.

Крупная наледь обнаружена по левобережью Индигирки, в бассейне реки Иньяли, а также по левобережью Колымы, в бассейне реки Рассохи. Но обе они по площади уступают наледы Улахан-Тарын. Неодинакова и толщина льда в наледях: от 1 до 7 м. Толщина льда прямо пропорциональна величине наледей. Формы наледей преимущественно овальные и удлиненные. Поверхность их нередко бугристая. В вертикальном разрезе лед слоистый, а в приповерхностных частях — игольчатый.

В летнее время наледы пропиливаются речным потоком, в результате в них образуются многочисленные подмывы и гроты. Сохранность наледей в летний период неодинакова. Некоторые из них к концу лета уменьшаются в 3—5 раз, а то и вовсе исчезают, особенно это касается наледей, расположенных на склонах и террасах; другие почти сохраняют свою площадь, но толщина льда убывает и в нем заметна разрыхленность.

В некоторых случаях наледы напоминают плотины в реках. Иногда они вызывают разрушение береговой полосы рек. Наледи, особенно большие, могут стать причиной исчезновения растительности, в том числе лесной. Когда наледь растаивает, то обнажаются лишь голые площадки, а в некоторых местах видны изломанные деревья, засохшие пни, вывороченные корни. Подобные явления свидетельствуют о том, что наледы имеют разный возраст. Одни из них возникли очень давно, другие, на которых еще сохранились следы растительности, — совсем молодые.

Для того чтобы предотвратить разрушительные воздействия наледей, возводят специальные сооружения.

Изучение наледей важно как в теоретическом отношении, поскольку посредством их познаются многие явления природы, так и в практическом.

## ВУЛКАНЫ

В Яно-Колымской складчатой области излившимися магматическими породами образован пояс длиной 700 км и шириной до 30 км. Отсюда можно заключить, что вулканическая деятельность проявлялась в очень больших масштабах. Только в верхнемеловое время вулканы занимали площадь 80 тыс. км<sup>2</sup>, а в третичное — 60 тыс. км<sup>2</sup>. Четвертичные вулканы сосредоточены на площади всего 500 км<sup>2</sup>, что свидетельствует о резком ослаблении магматической активности.

Наибольшие проявления вулканизма этого времени известны в пределах Южного Анойского хребта в бассейне Колымы. В этом районе детально изучены Анойский вулкан и трещинные излияния в долине реки Монни. Извержения здесь происходили в два этапа. Первый этап ознаменовался крупными излияниями базальтовых лав, связанных с рядом широтных разрывов вдоль реки Монни. Лавы заполнили дно долины на протяжении 52 км и на ширину 2—4 км. Общая площадь трещинных извержений достигает 100 км<sup>2</sup> при средней мощности потока 30 м.

Второй этап вулканической активности выразился в прорыве застывших магматических расплавов у пересечения нескольких поперечных тектонических разрывов в истоках Монни, где расположен конус Анойского вулкана. На этот раз извержения были преимущественно взрывные.

Анойский вулканический конус располагается в верховьях левого притока Монни на линии тектонического разрыва. Форма вулкана напоминает правильный конус, усеченный приблизительно на половине своей высоты. Диаметр кратера 300 м. Вулкан по своим морфологическим особенностям относится к аппаратам центрального типа, формирование которых связано с многократными извержениями.

Геологический возраст Анойского вулкана определя-



ется как позднечетвертичный и, вероятно, не превышает 400—500 лет.

В 100 км к югу от Анюйского вулкана, на левобережье Большого Анюя, находится Алучинская группа из трех вулканов (среднее течение реки Алучин). Извержение вулканов этой группы происходило в несколько этапов. Масштабы их были довольно значительными, что подтверждается лавовыми потоками базальтов, которые прослеживаются на 70 км.

На правом берегу реки Чимчемемель, впадающей в Большой Анюй, расположен вулкан Билибина. Он образовался в результате многократных извержений андезитов-базальтов и базальтов.

В верховьях рек Малого Анюя и Малой Росоманьей (Северный Анюйский хребет) обнаружены исключительно свежие и очень пористые лавовые потоки базальтов, свидетельствующие о сравнительно недавнем извержении в этом районе.

В бассейне Индигирки, по правобережью ее крупного притока — Момы, находится вулкан Балаган-Тас. До недавнего времени (50-е годы) он считался единственным на Северо-Востоке. Лавовые потоки изливались только из кратера вулкана. Длина их достигала 4 км, ширина — 2—3 км, а средняя мощность — 20 м. Вулкан приурочен к глубинному тектоническому разлому и размещался на стыке двух структурных областей — Момо-Селенныхской впадины и хребта Илин-Тас. Он представляет собой почти правильный конус высотой 190 м, сложенный в основном лавами базальтового состава с самым низким по сравнению с базальтами других вулканов Северо-Востока содержанием кремнезема.

Необычайно обильна пористость базальтов Балаган-Таса — 71%. Следовательно, они были сильно насыщены газами.

Для базальтов вулкана характерно высокое содержание двуокиси титана (3,81%). Любопытно, что образец базальта, доставленный автоматической станцией «Луна-16» из Моря Изобилия, содержит двуокиси титана 4,9%, а взятый «Аполлоном-12» из Океана Бурь — 3,7%. Как видим, лишь в базальтовой породе Моря Изобилия содержание двуокиси титана больше, чем в базальтах вулкана Балаган-Тас.

Необычно в базальтах вулкана и содержание других рудных минералов, превышающее в отдельных случаях

11%. Иногда в них рудные минералы почти полностью слагают полосы мощностью 1—2 см.

Интерес представляет оловоносность базальтов. Наиболее высокое содержание его (4,2%) отмечено в плотных базальтах лавовых потоков. Попутно отметим, что геологом И. Я. Некрасовым обнаружена оловоносность и в других излившихся породах. Так, в андезитах хребта Улахан-Сис (гора Полевая) содержание олова 7—13 г/т. Встречаются породы и с более высоким содержанием металла.

Поскольку Балаган-Тас лежит на рыхлых речных отложениях, отсутствуют следы изменения пород, обильна их пористость и хорошо сохранился вулканический конус, можно заключить, что возраст вулкана не более 500—600 лет.

В той же зоне глубинных разломов, где находится вулкан Балаган-Тас, в бассейне реки Ясачной (левый приток Колымы) обнаружены свежие ярко-красные пористые базальты, похожие на лавы Балаган-Таса.

В нижнем течении Индигирки выявлено несколько центров вулканической деятельности. Главнейшие из них расположены на границе хребта Полоусного и Срединного Колымского массива, а также в поперечных по отношению к складчатым структурам глубинных разломах. Это вулканы центрального типа на Кондаковском плоскогорье, в горах Ат-Хая, Мусункучан, Джахтардахских и др. Лавовые потоки базальтового и андезитового состава в долинах молодой речной сети, хорошо сохранившиеся вулканические конусы, в частности Кондаковского плоскогорья, свидетельствуют о том, что образование их происходило в четвертичное время.

Широко развиты базальты хорошей сохранности в бассейне реки Анадырь.

Небольшой центр вулканической деятельности был открыт в 1951 г. на полуострове Тайгонос. Его плотные черные базальты мощностью до 70 м также можно отнести к четвертичному возрасту.

Горные породы, которыми сложены молодые вулканы Северо-Востока, как видим, представлены главным образом базальтами, однако на правобережье Момы выступает купол «Маяк», породы которого относятся к липаритам. Он имеет правильную конусовидную форму, высота его 400 м, диаметр основания 1200 м. Приурочен купол к той же зоне глубинных разломов, что и вулкан Балаган-Тас.



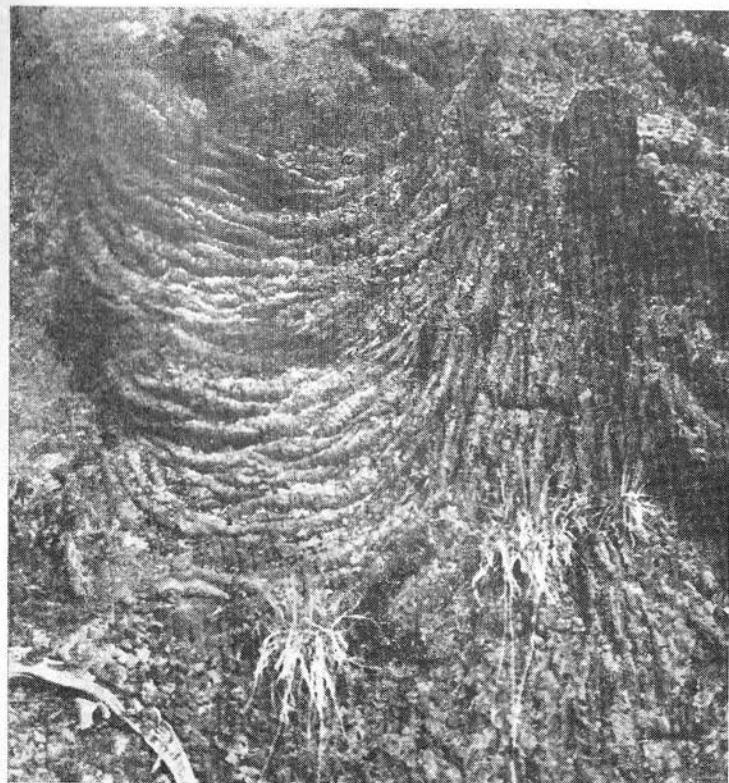
Винтообразно закрученная вулканическая бомба, вулкан Балаган-Тас

тера и на склоне вулканического конуса. Бомбы образуются из чуть остывших кусков лавы, на которых уже возникла тоненькая корочка. Формы их самые разнообразные: полосовидные, трубчатые, шаровые, винтообразно закрученные, петлевидные и др. Окраска вулканических бомб большей частью густо-коричневая, поверхность шероховатая. Размеры их невелики — от 5—15 см до 1 м в диаметре, иногда больше.

Очень много выбрасывается частиц раскаленной лавы размером от 2 до 20 мм; они называются лапилли. Самые распространенные продукты взрывных извержений — песок и пепел, они нередко многометровым слоем покрывают склоны и подножие вулканов.

Лавовые потоки тоже различаются между собой. Иногда поверхность их состоит из полуспекшихся обломков — это глыбовые. В других случаях потоки имеют ровную, словно речная гладь, поверхность. Свообразны канатные и волнистые лавы, присущие некоторым вулканам Северо-Востока. Они возникают при сравнительно медленном движении потока. На его поверхности образуется остывшая корка, которая отстаёт в своем движении от находя-

При извержении вулканов на поверхность Земли поступают газообразные, жидкие и твердые продукты. Когда расплав пересыщен газами и парами, происходит взрывное извержение; когда же расплав беден ими, лавовый поток изливается на поверхность более спокойно. В первом случае продукты выбрасываются в дробленном виде. Лавовые фонтаны состоят из пугристых базальтов. К рыхлым продуктам относятся и вулканические бомбы — выбросы вязкопластического вещества. Они чаще встречаются на кромке кра-

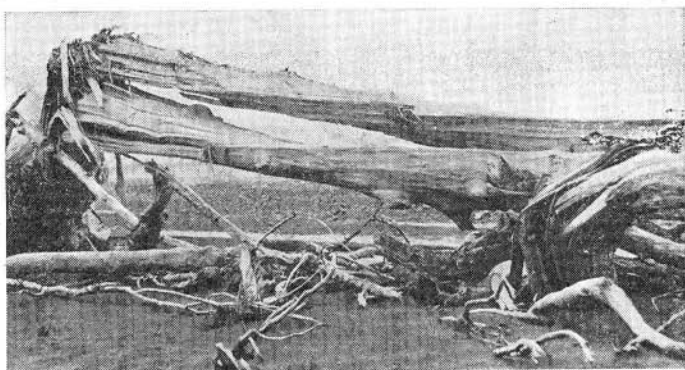


Лавовый поток с канатной поверхностью

щегося под ней более жидкого расплава. Вначале в корке появляются морщины, но по мере движения потока они превращаются в валики или канаты.

На лавовых потоках нередко встречаются валы коробления и вздутия (Аньюйский вулкан). Объясняется это неровностями рельефа или препятствиями, возникающими на пути потока. В коренных обнажениях наблюдается столбчатая и глыбовая отдельность базальтов.

Объемы лавовых потоков невероятно велики. Например, при извержении вулкана Лаки в Исландии только один из лавовых потоков имел длину 100 км, а ширина его достигала 30 км. Большой объем потоков и у Аньюйского вулкана — 3 км<sup>3</sup>, которые прослеживаются на про-



Последствия селевого потока (фото Н. П. Смелова)

тяжении 52 км. Площадь базальтовых потоков вулкана Балаган-Тас 12 км<sup>2</sup>, но объем их невелик.

Как говорилось выше, в большинстве случаев вулканические продукты Северо-Востока имеют базальтовый состав. Эта порода обладает многими ценными качествами: высокой прочностью, химической стойкостью, устойчивостью к колебаниям температуры, хорошо поддается обработке. Базальт применяется в строительном деле как стеновой и облицовочный материал, в камнелитейной промышленности. Он используется для изготовления изоляторов, кислотоустойчивых изделий (труб, желобов, ванн). Из него делают своеобразную вату, представляющую звуко- и теплоизоляционный материал. Из базальтов освоен выпуск искусственного полотна для жаростойких костюмов. Они очень легкие и могут выдерживать температуру от  $-260$  до  $+900^{\circ}\text{C}$ . Из базальта делают даже бумагу для технических целей. Изготовлены образцы базальтопластика, по прочности не уступающие стали.

Среди вулканических продуктов Северо-Востока встречается пемза, которая образуется из твердых стекловатых пород. Будучи еще расплавленной, она вспенивается, поэтому пемзу иногда называют каменной пеной, или ватой. Пока расплав находится на глубине и под соответствующим давлением, вода выйти из него не может. Но как только расплав достигает поверхности, давление исчезает и тогда вода, содержащаяся в расплаве, превращается в пар; увеличившийся объем (пар из воды) раздувает еще не остывший расплав. Образуется множество пор, почему пемза почти в 10 раз легче плотной породы.

Такие качества пемзы, как твердость, однородность и легкость, давно привлекали к себе внимание. Пемза используется главным образом в строительном деле как тепло- и электроизоляционный материал. Пористость пемзы способствует также звукоизоляции помещений.

На территории Северо-Востока широко развиты туфы. Толщи их, измеряемые многими сотнями метров, встречаются в Момо-Зырянской и Сюрюктяхской впадинах, в хребтах Тас-Хаяхтах, Полоусный, Улахан-Сис и др.

Туфы образуются из обломочного вулканического материала. Состав их зависит от поступающего к поверхности магматического расплава. Туфы обладают высокой пористостью, низкой тепло- и звукопроводимостью, мягкостью и поэтому легко поддаются механической обработке. Об этих свойствах туфов знали много веков назад. В обрывистых скалах, сложенных туфами, строились жилища, сохранившиеся и поныне. Например, в Грузии известны пещерные храмы Вардзия. Здесь еще в XII—XIII вв. в горизонте туфов были выбиты сотни монастырских помещений.

Туф — один из наиболее ценных строительных материалов. Он широко используется как стеновой, для облицовки зданий и других сооружений. Постройки, облицованные туфом, имеют красивый вид. Благодаря высоким декоративным качествам (узорчатость, богатая цветовая гамма) особенно большой популярностью пользуется армянский туф (Армения).

В строительном деле, и особенно для облицовки зданий, применяются и игнимбриты. Эти породы обладают множеством цветовых оттенков. Игнимбриты стали широко известны после катастрофического извержения вулкана Катмай в 1912 г. Тогда было выброшено 28 км<sup>3</sup> вулканического материала. Однако не из всякого рыхлого материала образуются игнимбриты, а лишь из обломков, перенесенных по воздуху и не успевших остыть. Выпав на земную поверхность, эти частицы спаялись, образовав местами монолитные толщи. Отсюда и возник термин «игнимбрит», что означает по-латыни «палящая туча», «огненный ливень».

В результате излияния лавовых потоков, выжимания куполов и взрывных извержений вулканов образуются обсидианы и перлиты (вулканическое стекло).

Обсидианы и перлиты различаются между собой содержанием в них воды: в первых — около 1, во вторых — 2—4%. По составу породы относятся к кислому ряду.



По этой причине в расплавленном виде они имеют большую вязкость. Изливаясь из жерла вулкана, обсидианы и перлиты не кристаллизуются, а застывают в виде стекла. Однако в некоторых обнажениях видно, что верхние части потока вспучены и чем-то напоминают пензу. Наиболее ценными качествами обладают обсидианы и перлиты, образовавшиеся в результате излияния лавовых потоков, поскольку они имеют наибольший коэффициент вспучиваемости.

Вулканическое стекло имеет широкую сферу применения. Оно может быть использовано для получения искусственной пензы, в бумажной промышленности. Из него изготавливают плиты, которые являются великолепным облицовочным материалом, оптические стекла, лабораторную посуду, стекловолокно, фильтроперлит. Таков далеко не полный перечень применения вулканического стекла.

Мы уже знаем, что при взрывных извержениях, выбрасываются миллиарды тонн мелкодробленого материала — пепла, содержащего многие минеральные компоненты, полезные для удобрения почв. Не случайно издавна люди селились у подножий вулканов. Подсчитано, что при извержении вулкана Безымянного на Камчатке в 1956 г. в выброшенных за один день на поверхность земли продуктах содержалось 450 тыс. т азота, 80 тыс. т калия, 36 тыс. т магния, 35 тыс. т кальция. А вулкан Этна на острове Сицилия только в течение одних суток выбрасывает в газообразной форме 9 кг платины, 2400 кг золота, 420 тыс. т серы. Из недр вулканическими извержениями выносятся также серебро, олово, цинк, свинец, титан, железо, марганец.

К районам расположения вулканов приурочены термальные источники. Термальные воды обладают бальнеологическими свойствами; кроме того, они ценное химическое сырье, ибо содержат такие минеральные компоненты, как бор, мышьяк, ртуть, цинк, медь и др. В термальных водах успешнее идет разведение рыб: они быстрее, чем в обычных условиях, набирают вес.

Термальные источники в одних случаях спокойно изливаются, в других — бурлят и фонтанируют.

Теперь о типах вулканов. На Северо-Востоке наиболее распространены конусовидные вулканы. Когда извержение случается лишь один раз и протекает сравнительно спокойно, образуется моногенный вулкан. Но больше конусовидных вулканов многократного извержения. Вначале происходит взрыв и накапливаются рыхлые продук-

ты, затем на них изливаются лавовые потоки. После паузы, которая может длиться от десятилетий до тысячелетий, извержение повторяется. Конус становится все выше, в нем отчетливо видны слои рыхлых продуктов и плотных лавовых потоков. Такие вулканы называются многослойными, или стратовулканами. Вулканы имеют несколько усеченную вершину с чашеобразным углублением — кратером. Они иногда превышают 6-километровую отметку. Однако высота вулканов не беспредельна. Наступает такой период, когда магматический расплав, поднимающийся к жерлу вулкана, не в состоянии преодолеть затвердевшую пробку, образовавшуюся в результате предыдущих извержений, и тогда новое извержение происходит на склонах конуса вулкана, куда расплаву легче пробиться.

Так рождаются побочные, или паразитные, кратеры. На вулкане Ключевская сопка (Камчатка) их насчитывается 86.

Конусовидные вулканы бывают и двойными. Вулкан Авача на Камчатке когда-то имел конус высотой около 3000 м (сейчас 2751 м). Взрывом большой силы была срезана наполовину вершина. Образовался огромный кратер с кольцеобразным выступом. Последний был прорван на юго-западе, поскольку взрывное извержение было ориентировано в том же направлении. Вместе с вершиной конуса была унесена и кромка кратера. О силе взрыва можно судить по глыбам весом в десятки тонн; они перебрасывались на расстояние до 25 км от центра извержения. В кратере в результате многократных извержений сформировался второй конус, опоясанный крутой кромкой, которая осталась от первого. Получился двойной вулкан — конус в конусе, или вулкан типа «Сомма—Везувий».

При вулканических извержениях вследствие оседания кровли или даже конуса вулкана возникают кальдеры. Суть процесса заключается в том, что магматический очаг, откуда поступают продукты вулканических извержений, постепенно истощается. Громадные объемы кровли как бы провисают над этими опустевшими камерами, происходит провал, в результате которого образуется кальдера. Диаметр ее может достигать 25 км.

На Северо-Востоке имеются не только конусовидные вулканы, но и трещинные. Особенно мощные трещинные извержения происходили здесь в мезозойскую эру, когда на поверхность Земли поступали большие объемы



вулканического материала. Это, в частности, характерно для долины Монни, где лавы трещинных извержений большой протяженности отчасти скрыты под лавами Анойского вулкана.

Случаются такие извержения и в наше время. Например, Большое Трещинное Толбачинское извержение продолжалось 450 дней. За короткое время в земле образовалась система трещин, протяженность отдельных из них превышала 1 км. По ним и поступали к поверхности расплавы, покрывшие территорию площадью 45 км<sup>2</sup>.

Отличаются от предыдущих щитовые (щитовидные) вулканы. Хотя и здесь вулканические продукты поступают на поверхность из центрального канала, но тип вулканической постройки несколько иной. Вулканический материал (главным образом лавовые потоки) обеднен парами и газами, имеет малую вязкость и обладает большой подвижностью. При застывании лавы формируют очень плоские тела. Но так как извержение повторяется многократно, то образуется мощный щитовой вулкан. Такие вулканы широко распространены на Гавайях, поэтому данный тип и получил название гавайского.

В настоящее время человек еще не в состоянии предотвратить катастрофические извержения, но определить, где и когда они произойдут и в каких масштабах, стало возможным.

На чем же основано предсказание извержений? Наиболее универсальным предвестником являются вулканические землетрясения. Другим важным признаком приближающегося извержения служат наклоны земной поверхности, которые наиболее выразительны для подножия вулканов. О грозящей опасности говорит изменение магнитного поля земли вблизи вулкана. И еще один предвестник: оказывается, газовый состав фумарол чувствительно реагирует на поведение вулкана — при усилении или ослаблении вулканической деятельности он изменяет свой состав.

Вулканическая деятельность оказывает влияние и на климат планеты. При извержении вулканов выделяется огромное количество тепла. Казалось бы, чем больше вулканических извержений, тем теплее должно быть на Земле. Однако все происходит наоборот. В чем же тут дело? Как предполагают геологи И. В. Мелекесцев, В. Н. Виноградов и др., активная вулканическая деятельность способствует не только похолоданию, но даже возникновению и существованию ледников. Вулканизм воздействует на

земную атмосферу главным образом тем, что загрязняет ее мелкодробленным вулканическим материалом. Загрязнение атмосферы приводит к уменьшению ее прозрачности, из-за вулканической пыли на Землю проникает меньше солнечного тепла. Находящиеся в атмосфере частицы пыли способствуют развитию облачности. Это также влияет на проникновение солнечных лучей на нашу планету. Даже извержение единичных вулканов иногда заметно отражается на атмосферных явлениях Земли. Так, в 1907 г. при извержении вулкана Ксудач было отмечено удлинение сумерек и ослабление дневного света. В других случаях извержение вулканов отражалось и на температурном режиме Земли (понижение на 0,5—0,6° C).

В прошлом, во время повышенной вулканической деятельности, атмосфера была загрязнена, что не могло не сказаться на климатических условиях земного шара. Для того чтобы наступило начало ледникового периода, достаточно в умеренных поясах понижение температуры на 4—5° C.

В 20—30-х годах нашего столетия вулканических извержений было мало, и атмосфера стала относительно прозрачной. Это сказалось на климатических условиях, особенно заметно на Севере, где средняя годовая температура поднялась на 0,6° C и значительно отступили полярные льды. В 40-х годах вулканическая активность возросла, и началось похолодание.

## ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

К одним из наиболее трагических природных явлений на нашей планете относятся землетрясения, сопровождающиеся иногда невероятными разрушениями и большими человеческими жертвами. Землетрясения порой могут продолжаться от доли секунды до нескольких десятков секунд, но этого времени оказывается вполне достаточно, чтобы разрушить целые города.

Земная кора никогда не находится в состоянии покоя. Она всегда испытывает сотрясения, хотя в большинстве случаев они незначительны по своей силе и часто даже не ощущаются людьми. На основании многочисленных наблюдений ученые пришли к выводу, что причина землетрясений — перемещения блоков земной коры, которые

теснейшим образом связаны с процессами горообразования, или тектоническими (есть еще обвальные и вулканические). Почти все землетрясения происходят в областях складчатых гор и предгорий, где отмечаются нарушения.

Причинами постоянных нарушений, приводящих к напряженному состоянию горных пород, являются главным образом внутренние процессы, протекающие в недрах Земли: переход вещества из одного состояния в другое, что сопровождается изменением объема породы; изменение давления, температуры и другие физико-химические процессы; радиоактивный распад, при котором выделяется огромное количество энергии. На характер землетрясений в известной степени оказывает влияние и ряд внешних причин.

На Северо-Востоке разрушительные землетрясения случаются нечасто. Самое сильное (8—9 баллов) произошло 19 мая 1971 г. в речке Артык (бассейн Индигирки).

В результате значительно изменилась местность в его эпицентре. Область видимых нарушений земной поверхности составила 18 км<sup>2</sup>. В основном это были оползни, в том числе и лесной растительности со склонов ручьев и распадков. Размеры оползней различны — от нескольких квадратных метров до 20 тыс. м<sup>2</sup>. Неодинакова и мощность сорванного покрова — от 10—15 см до 1—1,5 м, а общий объем смещенного со склонов материала оказался довольно внушительным — 143 тыс. м<sup>3</sup>.

В некоторых ручьях сильнообводненный материал образовал сели, которые создавали местами запруды высотой до 15 м. В самом поселке Артык во время землетрясения ощущались резкие толчки, во многих домах появились трещины. Весьма ощутимые толчки были и в других поселках, в том числе в Усть-Нере, находящемся в 130 км от эпицентра землетрясения. Толчки небольшой силы продолжались почти целый месяц.

Как уже упоминалось, землетрясения возникают в зонах разломов; эпицентр Артыкского землетрясения как раз и пришелся на зону крупнейшего на Северо-Востоке Чай-Уринского глубинного разлома. Он давал о себе знать еще 250 млн. лет назад. Но наиболее активные движения проявились в последний миллион лет, когда Верхнерская впадина была приподнята на 150—200 м.

Артыкское землетрясение произошло почти в безлюдном месте, поэтому нанесенный им ущерб оказался небольшим. Если бы здесь находились какие-либо постройки,



Торцы бетонного здания в поселке Ягодное во время Карагинского землетрясения 21 января 1976 г. (фото Ю. Н. Матвиенко)

ки, особенно на склонах, от них остались бы одни обломки.

Еще одно сильное землетрясение произошло 21 января 1976 г. в 6 ч. утра на острове Карагинском (север Камчатской области). Интенсивность сотрясения составила 8 баллов. Ранее такой силы землетрясения здесь не отмечались.

Ближе всего к эпицентру, на расстоянии около 9 км, располагался поселок Ягодное. Землетрясение ощущалось как серия ударов, продолжавшихся более минуты. Оно сопровождалось звуками, напоминавшими раскаты грома. В крупноблочных домах обособились блоки. Кирпичные печи на цементной кладке, а также дымоходы полностью разрушились. В бетонном каркасе появились широкие сквозные трещины. Некоторые бревенчатые дома оказались сдвинутыми со своих опор. Стены домов треснули. В грунте возникли трещины шириной 5—10 см. Был взломан плотный лед в проливе, уровень воды в колодцах поднялся на 1,8 м. Через три недели этот уровень понизился, но всего лишь на 30 см. Несколько изменился и

состав воды. На одном из участков прибрежного склона появились осыпи.

По разработанной у нас в стране 12-балльной шкале 8-балльное землетрясение считается разрушительным, а 9-балльное — опустошительным. Такой силы и были Артыкское и Карагинское землетрясения.

Чтобы предотвратить катастрофические последствия подобных землетрясений, жилые дома и другие сооружения возводятся с учетом сейсмической опасности, и тогда они успешно противостоят стихии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Казалось бы, еще совсем недавно, в 1926 г., известный исследователь Северо-Востока С. В. Обручев писал, что ученые знают об этом крае меньше, чем о Центральной Африке. За сравнительно короткое время удалось изучить строение обширной территории нашей страны, выявить разнообразные полезные ископаемые, познать многие природные явления, характерные для этого края.

Начало его освоения относится к первой половине XVII в. Уже тогда была доказана возможность адаптации к суровым северным условиям людей, прибывших из средней полосы России и основавших поселок Русское Устье в низовьях Индигирки.

Возведение жилых и промышленных зданий на вечной мерзлоте ныне не представляет таких трудностей, как в прошлом, хотя некоторые свойства вечной мерзлоты учитывали и первопроходцы при строительстве домов в Мангазее.

В настоящее время во многих аспектах учитывается воздействие на природу северных широт промышленного и жилищного строительства, прокладки грунтовых и шоссе-се-йных дорог, поверхностных горных работ и т. д. Все это оказывает огромное влияние на состояние вечномерзлых грунтов, почвенного слоя и растительности. В связи с этим разрабатывается комплекс мер по охране окружающей среды.

В вечной мерзлоте сосредоточены важнейшие полезные ископаемые, составляющие основу развития горнодобывающей промышленности Северо-Востока. Разработка месторождений во многих случаях осуществляется под-

земным способом. В результате образуются большие подземные пространства, в которых можно размещать многочисленные объекты не только производственного и складского, но и коммунально-бытового и культурного назначения.

Важную роль в жизни края играют реки. Они служат главными транспортными артериями, источниками энергетических ресурсов.

В последнее десятилетие на Северо-Востоке проводится большой комплекс геологических исследований. В результате открыты месторождения нефти, газа и других полезных ископаемых. Освоение края успешно продолжается.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Аллювий** — различные по крупности и окатанности обломки горных пород, сносимые постоянным водным потоком. Обычно им устлана пойма речных долин.

**Атрио** — кольцевая долина вокруг внутреннего конуса двойных вулканов.

**Базис эрозии** — предел, до которого водный поток может углубить свое ложе (для рек Колымы, Индигирки и др. — Северный Ледовитый океан, для Алдана — Лена, для Днепра — Черное море и т. д.).

**Валуны** — окатанные обломки горных пород размером в перечнике от 10 см и больше (иногда 1—2 м).

**Вулканические бомбы** — куски раскаленной лавы, выброшенные при взрывных извержениях вулканов. Внутренняя часть бомб пористая, а наружная корка их плотная, стекловатая.

**Вулканы** — конусовидной или иной формы образования, возникающие при извержении глубинных магматических расплавов на дневную поверхность.

**Гейзеры** — периодически фонтанирующие горячие источники. Они возникают в тех местах, где недалеко от поверхности находятся неостывшие магматические массы.

**Геосинклиналь** — подвижная область земной коры, которая медленно погружается, благодаря чему в ней накапливаются мощные толщи осадков. Во время воздымания ее накопившиеся и отвердевшие осадки собираются в складки, образуя складчатые горы.

**Геохронология** — подразделение геологического времени на условные отрезки.

**Гидротермальные источники** — выход воды из глубин в горячем, иногда перегретом состоянии, поступающей на поверхность в виде пароводяной смеси. Тяготеют к ныне действующим или недавно потухшим вулканам и тектонически нарушенным зонам.

**Горные породы** — естественные ассоциации минералов, возникшие в результате геологических процессов в земной коре и верхней мантии.

**Гравий** — рыхлая горная порода, состоящая из слабоокатанных обломков, размером от 1 до 10 см.

**Дайка** — протяженное, уплощенное или иной формы тело, образовавшееся в результате застывания магматического расплава в трещине. Форма дайки зависит от заполненной расплавом трещины.

**Дислокация** — нарушение первичного залегания пластов осадочной толщи под давлением горообразовательных процессов.

**Землетрясения** — подземные толчки или колебания почвы, вызванные естественными причинами (разрывы в почве, перемещение блоков и др.). Участок земли, в котором возникает землетрясение, называется гипоцентром (очагом), а поверхность, находящаяся над ним (проекция) — эпицентром.

**Зона вечного мороза** — пояс (или граница), где температура

самого теплого месяца не поднимается выше нуля градусов и где осадки выпадают только в твердом виде.

**Игнимбрит** — выброшенная на поверхность при взрывных вулканических извержениях раскаленная масса мелких обломков лавы (стеклянная пыль и пр.). При падении на землю эти еще не остывшие обломки спекаются, в результате образуется монолитная горная порода — игнимбрит.

**Известняки** — осадочные горные породы, состоящие из углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). Происхождение их двойное: химическое (выпадение из растворов) либо органогенное.

**Инверсия** — смена общего прогибания геосинклинали общим поднятием.

**Интрузивные породы** — породы полнокристаллического облика, образовавшиеся в результате медленного застывания магматического расплава в толще земной коры на разной глубине от поверхности.

**Кальдера** — впадина, или депрессия, образовавшаяся вследствие оседания кровли или вулканического конуса. Причиной оседания является понижение уровня магматического очага. По этой же причине нарушается равновесие (терется опора) и в конечном счете происходит обрушение.

**Кратер** — впадина в виде чаши или воронки, расположенная на вершине конусовидной горы (вулкана центрального типа). Образуется в результате взрывных вулканических извержений.

**Лава** — магматический расплав, достигший дневной поверхности при извержении вулканов.

**Лавиллы** — обломочные частицы лавы размером от 2 до 20 мм, выброшенные на поверхность при взрывном вулканическом извержении. Нередко они представляют собой сростки 10—15-миллиметровых тонких пластинок плагиоклаза, образующие округлые шарики в виде грецкого ореха.

**Магма** — огненно-жидкий расплав, образующийся в глубинных горизонтах Земли.

**Малоглубинные породы** — породы, образованные магматическим расплавом и застывшие на небольшой глубине (1—2 км от поверхности).

**Меандры** — изгибы речного русла или излучины.

**Метаморфизм** — преобразование, превращение или изменение горных пород под воздействием температуры, давления, а также химических реакций.

**Морена** — неотсортированные обломки горных пород, которые переносятся ледником и отлагаются в конце ледникового языка.

**Мраморы** — измененные (метаморфизованные) известняки, которые в процессе преобразования перекристаллизуются и переходят в мраморы.

**Обсидиан** — плотное вулканическое стекло, содержащее около 65% кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ). Образуется при быстром остывании лавы либо поверхности экструзивного купола.

**Пемза** — вспенившееся стекло (или каменная пена) кислых и средних по составу расплавов (лав). Большие массы пемзы образуются при сильных вулканических извержениях.

**Пепел** — наиболее мелкие частицы магматического расплава. Пепел выбрасывается на поверхность при взрывных вулканических извержениях. Иногда поднимается на десятки километров в высокие слои атмосферы, образуя пепловые облака.

**Перлит** — вулканическое стекло, обогащенное водой (более



1%). При обжиге мелкодробленого перлита в печах при температуре 1200° С он вспучивается, увеличиваясь в объеме в 10—15 раз, давая искусственную пемзу.

**Пирокластика** — различные по размеру и форме обломки, выброшенные в раскаленном состоянии взрывными (или эксплозивными) вулканическими извержениями. К ним относятся шлаки, вулканические бомбы, лапилли, песок, пепел.

**Пойма** — часть дна долины, которая в половодье нередко затопляется.

**Роговик** — метаморфическая порода, преобразованная под воздействием магматических расплавов на некоторой глубине на осадочную толщу или иную горную породу (контактовый метаморфизм).

**Сброс** — нарушение в залегании горных пород, вызванное смещением плоскости одной части по отношению к другой (может быть вертикальным либо наклонным).

**Сомма** — остатки древнего разрушенного конуса вулкана (вследствие взрыва или провала), образующего кольцевой или полукольцевой вал вокруг более молодого внутреннего вулканического конуса.

**Стратовулкан** — вулканический конус, сложенный чередованием рыхлых, или эксплозивных (шлаки, песок, пепел и др.), продуктов и лавовых потоков, поступающих из жерла вулкана.

**Тектоника** — отрасль геологии, изучающая движение и деформации земной коры.

**Тектонические процессы** — внешние и внутренние геологические преобразования, вызывающие развитие деформаций (искажений) земной коры (разломы, трещины, передвижение блоков).

**Тектонические структуры** — формы участка земной коры, определяющие его геологическое строение (складчатые, разрывные и др.).

**Туф** — порода вулканического происхождения, состоящая из обломочного, большей частью несортированного, материала, впоследствии сцементированная и отвердевшая.

**Шлак** — куски лавы разной величины — один из главных продуктов выброса при взрывных извержениях вулканов. Он сильно пузыристый и пористый, напоминающий строение шлаков доменных печей. Образуется шлак и на поверхности лавовых потоков.

**Фумаролы** — выходы горячего вулканического газа и пара в виде струй либо спокойно парящих масс из трещин, каналов, а также неостывших лавовых потоков.

**Эксплозивные продукты** — рыхлые или мелкообломочные породы вулканического происхождения, образовавшиеся в результате взрывных извержений (шлаки, вулканические бомбы, лапилли, песок, пепел).

**Экструзия** — выжимание или выдавливание на поверхность преимущественно вязкого магматического расплава, в результате чего образуются куполовидные (экструзивные) тела, главным образом изометричной формы.

**Эрозия** — процесс разрушения горных пород водными потоками.

**Эффузивные породы** — породы, образованные магматическим расплавом, поступившим из глубин Земли на поверхность по разломам, трещинам, при вулканических извержениях.

## ЛИТЕРАТУРА

- Апельцин Ф. Р. Формации малых интрузий золотоносного пояса Северо-Востока СССР. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
- Будыко М. И. Изменение климата и пути его преобразования. — Вестн. АН СССР, 1962, № 7.
- Васильковский А. П. Гора Чён и ее ледники. — Колыма, Магадан, 1954, № 12.
- Васильковский А. П. Современное оледенение Северо-Востока СССР. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1955, вып. 9.
- Васильковский А. П. Обзор горных сооружений Крайнего Северо-Востока. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1956, вып. 10.
- Врангель Ф. П. Путешествие по северным берегам Сибири и Ледовитому морю, совершенное в 1820—1824 гг. СПб., 1841.
- Некрасов И. Я. Магматизм и рудоносность северо-западной части Верхояно-Чукотской складчатой области. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
- Некрасов И. Я. О соотношении золотого и оловянного оруденения: (На примере Северо-Востока СССР). — В кн.: Геология рудных месторождений. М.: Наука, 1973, т. 15.
- Некрасов И. Я., Покровский В. К. Оловоносность субвулканических пород северной части хребта Полоусного и Приморской низменности. — В кн.: Магматизм Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1973.
- Обручев С. В. В неведомых горах Якутии. М.; Л.: ГИЗ, 1928.
- Обручев С. В. В неизведанные края. М.: Мол. гвардия, 1954.
- Позднемезозойский магматизм и золотое оруденение верхнего течения р. Индигирки / И. С. Рожков и др. М.: Наука, 1971.
- Сарычев Г. А. Путешествие флота капитана Сарычева по северо-восточной части Сибири, Ледовитому и Восточному океану в продолжении восьми лет при Географической и Астрономической экспедиции, бывшей под начальством флота капитана Биллингса, с 1785 г. по 1793 год. СПб., 1802.
- Трушков Ю. Н. Типы и особенности оловянно-вольфрамовых россыпей Северо-Востока СССР. — В кн.: Геология россыпей Якутии. М.: Наука, 1964.
- Устиев Е. К. Анюйский вулкан и проблемы четвертичного вулканизма Северо-Востока СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1961.
- Устиев Е. К. Проблемы вулкано-плутонизма: Вулкано-плутонические формации. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1963, № 12.
- Флеров В. Т. Связь оловянных месторождений с магматизмом. — В кн.: Магматизм Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1973.
- Цареградский В. А. По экрану памяти. Магадан: Кн. изд-во, 1980.
- Швецов П. Ф. Геокриологические условия Верхояно-Колымской горно-низменной страны. — В кн.: Многолетнемерзлые породы и сопутствующие им явления на территории Якутской АССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
- Шило Н. А. Особенности образования россыпей в зоне развития вечной мерзлоты. — Сов. геология, 1956, № 53.
- Шило Н. А. Полезные ископаемые. — В кн.: Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Первопроходцы Северо-Востока . . . . .	4
Новый этап исследований . . . . .	9
Речное ожерелье . . . . .	13
Горы . . . . .	20
Горные породы . . . . .	36
Рудоносность горных пород . . . . .	45
Вечная мерзлота . . . . .	49
Ледники гор . . . . .	54
Наледи . . . . .	59
Вулканы . . . . .	61
Землетрясения . . . . .	71
Заключение . . . . .	74
Словарь терминов . . . . .	76
Литература . . . . .	79

---

Кирилл Никифорович Рудич

### ТЕПЛО И ХОЛОД СЕВЕРА

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

Редактор Л. И. Приходько. Художник В. П. Хлебников. Художественный редактор Н. А. Фильчагина. Технический редактор Т. С. Жарикова  
Корректоры М. С. Бочарова, Т. М. Ефимова

ИБ № 29169

Сдано в набор 23.10.84. Подписано к печати 14.01.85. Т-01011. Формат 84×108<sup>1/32</sup>

Бумага книжно-журнальная импортная. Гарнитура обыкновенная.

Печать высокая.

Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,5. Усл. кр. отт. 4,52. Тираж 19 000 экз.

Тип. зак. 783. Цена 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени

издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва В-485 Профсоюзная ул., 90.

2-я типография издательства «Наука» 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6