

БР.Ф
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

Ф.Д. БУБЛЕЙНИКОВ и Д.И. ЩЕРБАКОВ

**ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ
НАШЕЙ СТРАНЫ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

Ф. Д. БУБЛЕЙНИКОВ и Д. И. ЩЕРБАКОВ

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
НАШЕЙ СТРАНЫ



ЕСТЕСТВОВЕДЪ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1941 ЛЕНИНГРАД

**НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

Под общей редакцией акад. *В. Л. Комарова* (председатель редколлегии), акад. *С. И. Вавилова* (зам. председателя), чл. корр. АН *П. Ф. Юдина* (зам. председателя), акад. *О. Ю. Шмидта*, акад. *А. Е. Ферсмана*, акад. *В. А. Обручева*, акад. *Б. Д. Грекова* и чл. корр. АН *Х. С. Коштыянца*

Отв. редактор акад. В. А. Обручев

ВВЕДЕНИЕ

Занимая северо-восточную часть Европы и север Азии, а в общей сложности около одной шестой всей земной поверхности, наша страна дает возможность наблюдать все известные в природе геологические явления.

По юго-восточной границе Сибири и среднеазиатских союзных республик высятся величественные горные хребты, где берут начало мощные реки, несущие свои воды в Ледовитый океан и Аральское море. С их вершин, из области вечного снега, сползают в долины языки ледников, а у подножья раскинулись равнины жарких песчаных пустынь. На далекой Камчатке вдоль берега Тихого океана вытянулась цепь извергающих раскаленные газы и расплавленную лаву вулканов, а все побережье Ледовитого океана занято широкой полосой холодных тундр.

Пояс жарких песчаных пустынь к югу от Аральского моря и озера Балхаш продолжается далее на восток на территории Монгольской народной республики и Китая до берегов Желтого моря под названием пустыни Гоби, или Шамо.

Среди пустынь, лежащих на территории Союза, замечательно море песков, занимающих огромное пространство от Арала до границы с Афганистаном и от персидской границы до р. Сыр-дарьи. Течением величайшей из среднеазиатских рек Аму-дарьи оно делится на Каракумы и Кызыл-кумы.

Перерезанная сухими руслами древних рек, пустыня Каракумы издавна привлекала внимание наших исследователей.

Происхождение этой пустыни долгое время представляло загадку, пока многочисленные экспедиции последних десятилетий не позволили, наконец, разгадать ее. Однако некоторые формы поверхности в пустыне Каракумы, как, например, песчаные гряды, до сих пор не получили удовлетворительного объяснения.

Занимая около 80% поверхности Туркменистана, эта огромная область должна быть вовлечена в хозяйственную жизнь всей нашей страны, и изучение Кара-кумов уже указало пути, по которым должны пойти промышленность, земледелие и скотоводство в Кара-кумах.

Воскресить жизнь среди песчаных бугров и гряд пустыни могло бы обводнение сухих русел, которые по историческим преданиям были когда-то полноводными реками, орошавшими поля и сады густого культурного населения этого края.

Мысль о направлении вод Аму-дарьи по одному из древних русел возникла с юечей давних пор, но только исследования последних десятилетий позволили подвести научное основание под фантастические проекты.

Так, теперь вполне точно установлено, что пустить воду по сухому руслу Узоя вполне возможно и что обводнение Унгуза — чистая химера.

Те же геологические факторы — действие воды, воздуха и смены температур, которые в области Арало-Каспия создали песчаные пустыни, на вершинах гор и в климатических условиях приполярных стран и Заполярья ведут к образованию глетчеров и тундр.

Из многочисленных ледников, которые залегают выше линии вечных снегов в долинах горных хребтов, окаймляющих южную и юго-восточную границы нашей страны, первое место по длине и огромному скоплению льда, несомненно, принадлежит леднику Федченко, открытому еще Ошаниным в юредине прошлого века, но изученному только в последние годы экспедициями Академии Наук СССР.

Ледник Федченко и его многочисленные ледники и притоки, занимающие значительную область Памира к западу от озера Кара-куль, оказывают большое влияние на режим рек и климат Узбекистана. Этот замечательный феномен природы является также важнейшим хозяйственным фактором, от которого зависит плодородие хлопковых полей Узбекистана и Туркменистана. Совершенно естественно, что ледник Федченко привлекает к себе большое внимание наших исследователей, и для изучения его режима построена специальная высокогорная метеорологическая станция.

Явление вечной мерзлоты, наблюдаемое на всей широкой полосе тундр по побережью Ледовитого океана,

в последнее время стало также предметом изучения специального научно-исследовательского института, руководимого акад. В. А. Обручевым.

Интерес к этому явлению объясняется теми затруднениями, которые причиняет вечная мерзлота строителям железных дорог, зданий и различных сооружений, и изучение его имеет особо важное значение для промышленного строительства в Колымском крае, на Таймырском полуострове, в низовьях Енисея и даже в Забайкалье.

Большое значение для нашей страны имеет также изучение вулканических явлений, к которым относят, как известно, не только вулканы (примером которых может служить непрекращающаяся деятельность Ключевской сопки), но также массивы изверженных горных пород, представляющие собой остывшие в толще земной коры внедрения расплавленной магмы. С этими же явлениями тесно связаны рудные жилы, образующиеся в результате выпадения металлов из горячих растворов, поднимающихся по трещинам из магматических внедрений в толщу земной коры.

К числу замечательнейших массивов изверженных горных пород, обнажившихся на поверхности земного шара, относятся Хибинские и Ловозерские Тундры, обследованные после Великой Октябрьской социалистической революции.

С этим древнейшим проявлением вулканических сил, привлечшим внимание наших геологов после Октябрьской революции, оказались связанными практически неисчерпаемые залежи апатита и неизвестные нигде в другом месте минералы, которые могут служить рудами для получения циркония, ниобия и других редких металлов.

К числу замечательнейших проявлений деятельности горячих растворов в трещинах земной коры на территории нашей страны можно отнести отложения радиевых руд в пещерах и «трубках» Тюя-муюна. Хотя это месторождение в наше время уже потеряло свое промышленное значение, но еще не вполне изученные процессы его образования продолжают привлекать к нему исследовательскую мысль.

Из горных хребтов нашей страны, поднимающих выше облаков свои увенчанные снегами вершины, наибольшее внимание привлекает сплетение горных цепей Памира. Эта загадочная страна, издавна манившая путешествен-

ников и ученых, в недавнее время была исследована экспедициями Академии Наук. Ими была внимательно изучена последовательность поднятия гигантских складок земной коры и доказано, что действительная картина поднятия хребтов гораздо более сложна, чем думали геологи четверть века тому назад.

Продолжающиеся передвижки пластов горных пород, слагающих горные хребты Памира и Узбекистана, вызывают частые землетрясения и горные обвалы, ведущие к образованию завальных озер. Замечательнейшее из них Сарезское озеро образовалось вследствие грандиозного Усойского завала во время землетрясения на Памире в 1911 г. Оно привлекает внимание своими размерами, глубиной, высотой подпруды и необычайными обстоятельствами происхождения.

Изучая Памир, наши геологи не упускали из виду важность отыскания новых месторождений, и результатом их работы в Средней Азии явилось нахождение пересекающих эту страну рудных поясов. Так были найдены полосы сурьмяно-ртутных, оловянных и золотых оруденений.

Наконец, наблюдающееся в настоящее время постоянное понижение уровня Каспийского моря, объясняемое геологами движением земной коры, т. е. опусканием дна моря или поднятием его берегов, не может не быть отнесено к числу замечательных геологических явлений.

Оно служит предметом внимательного наблюдения, начиная с середины прошлого столетия, а в наше время в связи с намеченным крупным капитальным строительством на побережье Каспия приобретает особенно важное значение.

Так, наблюдая и изучая действие геологических сил, наши геологи связали научные исследования с разрешением практических задач, имеющих актуальное значение для промышленности Советского Союза.

Геологические явления, описание которых приводится на страницах этой книги, представляют собой лишь некоторые из наиболее поразительных проявлений геологических сил на территории нашей страны.

I. ПУСТЫНИ, ТУНДРЫ, ЛЕДНИКИ

Загадки Кара-кумов

Песчаная пустыня Кара-кумы, или Черные пески,—одна из величайших в мире. Она раскинулась на огромном пространстве между плоскогорьем Усть-Урт на севере и горами Копет-даг на юге, Каспийским морем на западе и долиной Аму-дарьи на востоке.

Эта обширная низменность, где теперь растут только неприхотливые травы и косматые деревья не дающего тени саксаула, не всегда представляла такую печальную картину. Во времена недавних геологических эпох ее пересекали полноводные реки с многочисленными притоками, которые у устьев имели широко развитые дельты и орошали огромные площади земли.

Климат страны тогда был более влажным, способствовавшим развитию обильной растительности. Даже в исторические времена, не более чем за 3000 лет до наших дней, многие части нынешней пустыни Кара-кумы были населены культурнейшими народами своей эпохи.

Известный исследователь пустыни Кара-кумы акад. В. А. Обручев, говоря о долинах современных рек в Каракумах, указывает, что «несравненно большее было значение этих рек в давно минувшие времена, когда Теджен и Мургаб представляли собой большие притоки Аму-дарьи, которая протекала от Келифа на ЗСЗ в Каспийское море, разливая жизнь по тем местам, где теперь раскинулись однообразные, бесплодные пески Кара-кум...»

К нынешней пустыне Кара-кумы примыкали и частично ее занимали лежавшие по долине р. Аму-дарьи культурные страны—Трансоксиана (Бухара) и Хорезм (Хива), о которых отрывочные сведения оставили нам историки Греции и Рима.

Особенно подробные описания этих стран были сделаны во время походов в Среднюю Азию Александра

Македонского. Так, мы знаем, что бывший в конце прошлого столетия лишь центром кочевых скотоводов г. Мерв (Мары) в те времена был известен как культурный и богатый город Маргиану.

Но наиболее полные сведения о странах по Аму-дарье, по берегам Арала и Каспийского моря оставили нам арабские историки и писатели, жившие до XII столетия, т. е. до нашествия монголов под предводительством Чингизхана, уничтоживших в Средней Азии цивилизацию арабов.

Однако и после этого не перестали поступать сведения об этих странах от отправлявшихся туда посольств, купцов и путешественников, оставивших описания виденных ими городов и земель. Только с воцарением Тимура, во второй половине XII в., посещения Средней Азии европейцами прекратились и не возобновлялись до начала XVIII века.

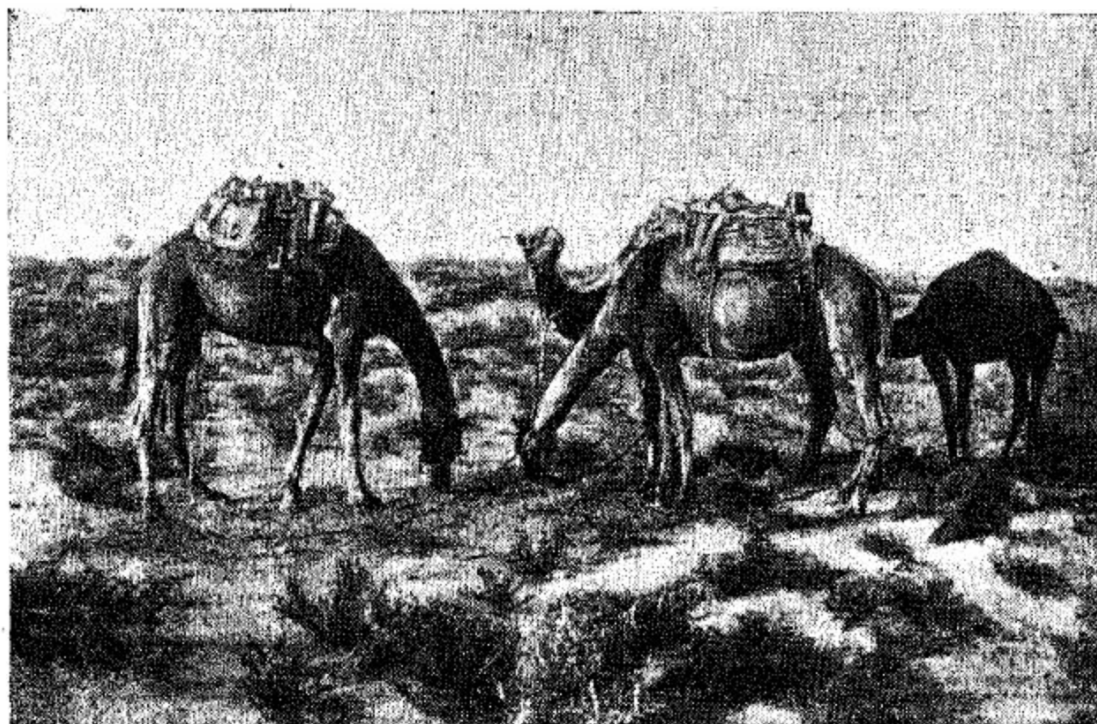
Средняя Азия была хорошо известна и русским. Так, в старинной «Книге Большого Чертежа» рассказано о си-нем море (Арал), из которого вытекает р. Арзас длиной 1060 верст, впадающая в «Хвалимское» море (Каспий); с востока в нее впадает Аму-дарья длиной 300 верст, а в 170 верстах против г. Бухары протекает р. Угус (Оксус) длиной 1000 верст и впадает в «Хвалимское» море.

После длительного перерыва путешествия за Каспий возобновились в эпоху Петра I, который отправил в Среднюю Азию отряд под начальством Бековича-Черкасского искать водный путь по рекам в Индию.

Однако еще в первой половине XIX в. ходило много рассказов о недоступности Кара-кумов и трудностях, которые ожидали там исследователей. Так, например, англичанин Бернс, описывая пространство между Чарджоу и Мары, говорил о беспредельном океане песков, по сравнению с которым будто бы кажутся ничтожными другие пустыни. А между тем мы знаем, что там много пастбищ, на которых процветает скотоводство.

Очень ценные сведения о Кара-кумах были получены в прошлом столетии экспедицией англичанина Джемса Аббота, который в середине зимы прошел из Хивы в Мары. Приведенные в его записках наблюдения и объяснения различных явлений не потеряли научного значения и в настоящее время.

После завятия русскими Мары, когда была обеспечена большая безопасность путешествий в Кара-кумы, на про-



На границе песчаной пустыни. Песчано-глинистая равнина, покрытая «верблюжьей колючкой»

Фото Г. К. Парамонова

тяжении короткого периода туда был направлен ряд экспедиций; военные рекогносцировщики, топографы, изыскательные и геологические партии пересекали их в различных направлениях.

Одни должны были решить вопрос о возможности обводнения сухих русел, пересекающих Кара-кумы, чтобы вернуть пустыне жизнь, другие наметить направление и путь для железной дороги. Они прошли вдоль длинной цепи сухих ложбин Унгуза, отделяющего Высокие Кара-кумы от Низменных, и изучали сухое древнее русло Амударьи—Узбой, протянувшееся от впадины Сарыкамыш до Балханского залива Каспийского моря. В песчаной пустыне к востоку и северу от колодцев Шиих нашли в буграх залежи серы.

Еще в начале текущего века близ станции Репетек б. Средне-Азиатской железной дороги была организована постоянная научная станция для изучения пустыни, наблюдения на которой производятся и в наше время.

Привлекаемые историческими преданиями о прошлом этой страны, один за другим отправлялись исследова-

тели в Кара-кумы, пока не разразилась мировая война 1914—1918 гг.

После Октябрьской революции перед исследователями пустыни был поставлен ряд новых задач в целях развития скотоводства и отыскания залежей полезных ископаемых. Для разрешения их Академия Наук организовала несколько новых экспедиций. В 1925 г. акад. А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков вышли с небольшим караваном со станции Геок-тепе и прошли в самое сердце пустыни к серным буграм, где несколько позднее в районе бугра Зеагли была устроена метеорологическая станция. Они снова открыли когда-то разрабатывавшиеся, а потом забытые залежи серы.

С 1929 г. в пустыню стали отправляться не только на верблюдах, как в прошлом веке; се пересажали на специальных автомобилях и перелетали на аэропланах.

Экспедиции последних двух десятилетий накопили огромный запас сведений о богатствах пустыни Кара-кумы и возможном использовании их. Они позволили также выяснить, как образовалась эта пустыня, и разгадать тайну сухих русел, пересекающих ее песчаные пространства.

В сухих областях (степи и пустыни) резко всего сказывается действие смены температур и развевание ветров. Нагреваемые жаркими лучами солнца иногда до 80°, скалы ночью быстро охлаждаются, часто ниже точки замерзания воды. Внешний слой их растрескивается и рассыпается на щебень и обломки, покрывающие склоны гор и скал. Вода росы и дождей в сухих областях не проникает глубоко в грунт; наоборот, она с растворенными в ней солями поднимается по мелким трещинам горных пород, разрушая их. Почва пустынь и полупустынь всегда поэтому богата солью, и в ней часто образуются корки гипса от разложения и выщелачивания горных пород.

В сухих, лишенных стока областях вода не уносит песка и камней, зато ветер часто достигает там такой силы, что сдувает не только песчинки, но даже мелкую щебенку. Разрушенные породы поэтому не остаются неподвижно на месте: мелкая пыль уносится ветром далеко в прилегающие страны, песок под влиянием его ползет иногда струями, подобно воде, а щебень перекатывается по почве, как галька в русле реки.

Там, где ветер оставляет грубозернистый песок, обра-

зуются песчаная пустыня, а если песок унесен ветром и осталась одна щебенка,—щебневая пустыня.

Двигающиеся пески пустынь, встретив препятствие, подобно снегу во время заносов, образуют холмы—барханы. Они имеют иногда десятки метров в высоту и постепенно перемещаются в направлении господствующих ветров.

Уносимая ветром тончайшая пыль, заполняя долины и овраги, нивелирует рельеф страны. Слои ее отлагаются в сухих областях, удерживаются травой, быстро пробивающейся сквозь покрывшую их пыль, и образуют отложения лёсса. При благоприятных условиях лёссовые отложения могут достигнуть мощности в сотню и более метров.

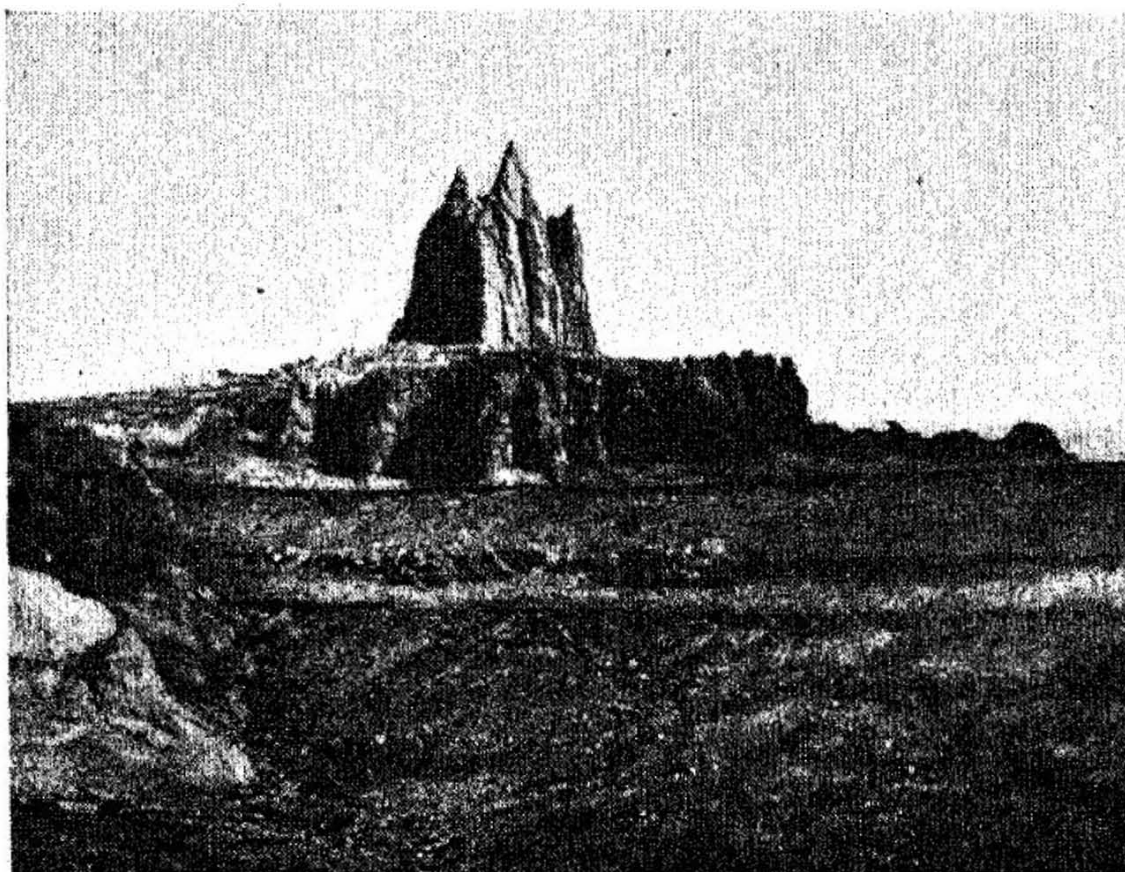
Вода на поверхности земли течет всегда только с высоких мест в низкие. В том же направлении переносит она и каменную мелочь. А ветер может перемещать песок и снизу вверх, поднимая его на воздух. Несущиеся с большой скоростью песчинки, встречая крутые склоны скал, сверлят и точат камень. Одни части скал облачиваются быстрее, другие—медленнее. От этого они принимают разнообразные формы—гигантских грибов, башен, столбов и разных фантастических фигур.

О работе ветра в пустыне дают очень хорошее представление скалы и каменные глыбы на полуострове Мангышлак, климат которого очень близок к песчаной пустыне.

Академиком Н. И. Андрусовым описаны причудливые вершины гор Сартауваляй на полуострове Мангышлак. Крайняя, юго-восточная из них, изрезанная глубокими бороздами, увенчана острыми шпильями. Она соединяется узким гребнем со второй, которая похожа на острый клинок. Но особенно замечательна вершина Кичик-Умре: ее светлозеленые шпильи и колонны высятся, как стройный монумент на широком, крутостенном фундаменте из темного глауконитового песчаника.

Геологи называют такие горы останцами. По высоте их можно судить, на какую глубину срезано плоскогорье (подобно тому, как по высоте столбиков земли, оставленных землекопами, судят о толще снятого ими слоя).

В той же местности по северным склонам Кара-тау нестройными толпами сползают крупные каменные глыбы. Они имеют вид то громадных футбольных мячей, то ги-



Горы Сяртауваляй. Останец, имеющий вид шпиля

Фото акад. Н. И. Андрусова

гантских грибов, которые как будто выросли по склонам гор. Эти глыбы песчаника были включены в глинистую почву склонов. Выветривание разрушало глинистые слои почвы, а ветер уносил пыль, освобождая глыбы.

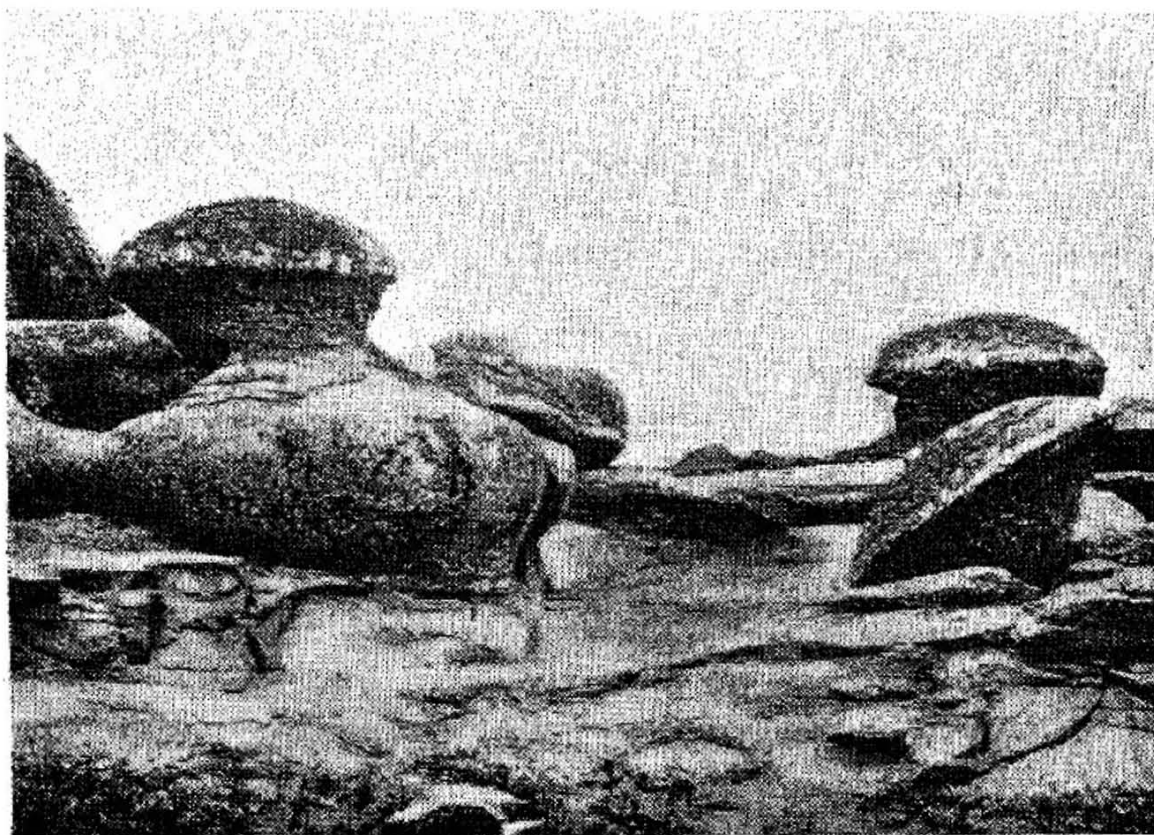
Такие камни усеивают, например, равнину в местности Таш-Юл («Каменная дорога»). Форма шаров и грибов придана им обтачивающим и шлифующим действием несущихся по воздуху песчинок. Среди этих каменных шаров можно встретить такие, у которых сверху отслаиваются толстые чешуи, похожие на скорлупу черепахи. Отслаивание—скорлуповатая отдельность—происходит также от действия выветривания и развевания. На распавшихся пополам шаровидных камнях можно видеть, на какую глубину затронута глыба разрушительным действием выветривания.

Химическое выветривание в затененных местах и последующее выдувание отделяющихся частиц создают в этих

местах на плоскостях камней глубокие отверстия, похожие на ячейки пчелиных сот. Это—ноздреватые камни пустынь.

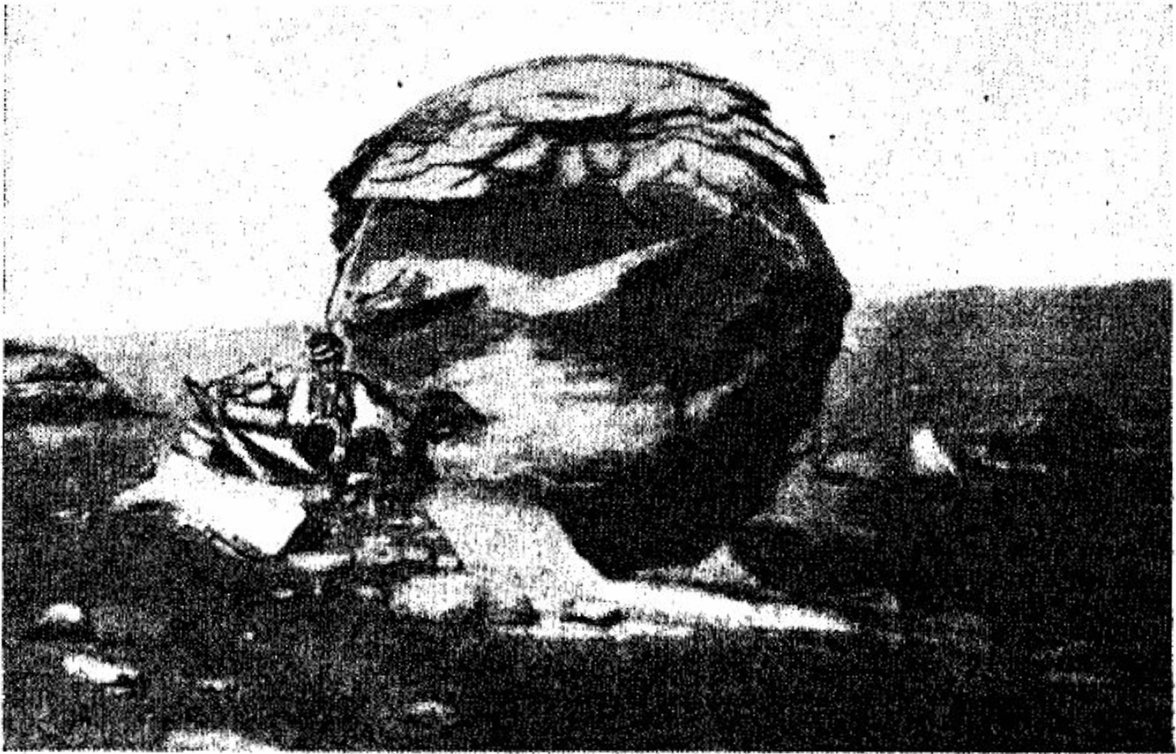
В меловых обрывах долины Мангышлака часты глубокие и узкие ущелья. Стены их настолько сближены между собой вверху, что между ними висят ущемленные глыбы камня. Проходя по такому ущелью, небо можно видеть только в виде узкой, прерывающейся полосы. В особенно узких местах до противоположных стен можно достать руками. В стенах меловых обрывов долин очень часты глубокие гроты, соединенные между собой внутренними переходами. Они покрыты навесами, края которых поддерживают тонкие столбики.

Эти ниши также созданы явлениями химического выветривания и сверлящим действием песчинок, переносимых с большой быстротой по воздуху ветром пустыни. С шумом и свистом проносится он в подземных переходах гротов, обтачивая поддерживающие кровлю столбики и колонны.



Грибообразные камни в местности Таш-Иол

Фото акад. Н. И Андрусова



Скорлуповатая отдельность
Фото акад. Н. И. Андрусова

* *
*

К западу от Аму-дарьи, за узкой полосой культурных земель, лежит море сыпучих песков, на поверхности которого, подобно волнам, вздымаются извилистые цепи песчаных гребней. Встречающиеся на вершине гребней скопления чешуек белой слюды напоминают морскую пену на гребнях волн, довершая картину разбушевавшегося моря песков. По границе с культурной полосой встречаются и отдельные песчаные холмы—барханы, похожие на серп или подкову. Они обращены выпуклой стороной против господствующего ветра, а извилистые цепи их вытянуты поперек направления его.

Со стороны господствующих ветров склоны барханных цепей пологи, и ветер накатывает на них песчинки, которые, поднявшись до вершины, обрываются и падают по крутому склону противоположной стороны. Песчинку за песчинкой перекачивает ветер через гребень, и постепенно цепь барханов перемещается по направлению движения ветра.



Цепи барханов в юго-восточных Кара-кумах
Фото Г. К. Парамонова

Зимой, когда дуют сильные юго-восточные ветры, цепи барханов наступают на северо-запад, передвигаясь в течение полугода на 15—20 м. Весной в период изменчивых ветров они остаются неподвижными, и только гребни их слегка перемещаются то в одну, то в другую сторону. Летом ветры дуют в обратном направлении, и крутой склон барханных цепей становится постепенно пологим, а на прежде пологом склоне образуется новый крутой откос. Летом гребень цепи движется обратно на юго-восток, и при достаточной длительности ветра цепи барханов полностью перестраиваются, т. е. их пологие склоны становятся крутыми, а крутые—пологими.

Широкая полоса подвижных песков с цепями барханов высотой 3—4 м (а иногда и до 8—12 м) лежит между долиной р. Аму-дарьи и длинным рядом занятых солончаками низин—Келифским Узбоем, представляющим собой старое русло Аму-дарьи. Проходя в 12 км от современного русла ее близ афганской границы, она постепенно уклоняется далее вниз по течению к югу, и полоса подвижных песков достигает уже 40—50 км ширины.

Остальная часть юго-восточных Кара-кумов покрыта поросшими кустарниками и травой, неподвижными песча-

ными буграми и грядами или занята песчано-глинистой степной равниной.

Долины рр. Теджена и Мургаба, пересекающих с севера на юг южную часть пустыни Кара-кумы, окаймлены неподвижными бугристыми песками. Бугры занимают все пространство между долинами этих рек и значительную часть равнины между Мургабом и Аму-дарьей.

Но наибольшая площадь в юго-восточных Кара-кумах,—огромный неправильной формы четырехугольник, лежащий между Мургабом и Келифским Узбосом,—имеет вид песчано-глинистой степной равнины.

Далее на север поверхность Низменных Кара-кумов покрыта грядами неподвижных песков, которые в виде возвышенностей по несколько километров длиной тянутся параллельно друг другу. Гребни их возвышаются над дном сухих ложбин Унгуза на 15—20 м.

Эта часть Кара-кумов—типичная песчаная пустыня с мягкими, плавными контурами песчаных гряд. Но, поднявшись по обрывистым склонам так называемых чинков на плато Высоких Кара-кумов, мы находим уже переход к щебневой пустыне. Поверхность Высоких Кара-кумов покрыта длинными с резкими очертаниями возвышенностями—кырами, которые достигают в длину 20 км. Их гребни приподняты на 60—70 м над равниной.

Далее на север, к равнине впадины Хорезма и Сарыкамыш, они постепенно снижаются и принимают более плавные очертания, подобные песчаным грядам Низменных Кара-кумов. Высота кыров в северной части Высоких Кара-кумов уменьшается до 7—15 м, и они заканчиваются низким, переходящим в равнину гребешком.

В южной части Высоких Кара-кумов общий фон составляют красно-бурые коренные породы, обнажающиеся на склонах и вершинах кыров, и продукты их разрушения, покрывающие всю поверхность. По мере движения на север окраска пород переходит в буровато-желтый цвет песков, толстым слоем покрывающих продолжение кыров—песчаные гряды.

Кыры и песчаные гряды отделяются друг от друга глубокими долинами, шириной от нескольких сотен метров до 1—1,5 км. Но и дно долин не имеет вида равнины, а покрыто цепями небольших грядок длиной не более 100 м, высотой 2—3 м, вытянутых параллельно высоким грядам.

На сравнительно значительных пространствах ширина промежутков между грядами меняется так мало, что местные жители часто определяют расстояния между двумя пунктами числом «беик» (возвышенностей) или «чокот» (впадин), т. е. числом гряд.

На пространствах пустыни Кара-кумы очень часто встречаются солончаковые низины—шоры и глиняные площадки—такыры; их очень много в пониженностях Келифского Узбоя и Унгуза.

Типичный солончак по окраинам покрыт твердой коркой соли, и на нем часто встречаются поросшие кустами солянки песчаные бугры и косы. Чем дальше от берегов, тем покров соли становится толще и толще; под ним лежит сырая, вязкая синевато-серая глина. Белая, сверкающая на солнце поверхность соляной коры солончака часто дает явление миража: он кажется огромным озером, по которому плывут лодки и корабли. Даже видавшие не раз это явление не могут отделаться от этого обманчивого впечатления.

Большинство шоров представляет собой накопления в низинах соли, растворяемой в почве пустыни дождевыми потоками воды. С ними сходны глиняные площадки—такыры, также очень часто встречающиеся в Кара-кумах и отличающиеся от них только рыхлостью почвы и меньшим количеством содержащихся в ней выцветов соли.

Это гладкие, твердые, напоминающие паркет площадки. Весной они залиты водой, позднее превращаются в вязкие топи, а летом высыхают и покрываются частой сетью трещин. Они лишены растительности, и только по краям их, где имеются уже бугорки песка, появляются растения пустыни.

Глина, образующая почву такыра, вымывается из почвы пустыни и сносится в низины потоками дождевых вод. Весенняя гроза в течение 15—20 минут превращает голую площадку в обширное мелкое озеро, к которому стекают ручьи и речки желтовато-мутной воды, несущей с собой частицы глины; оседая, она постепенно утолщает глинистый слой такыра.

Как было упомянуто, обширное пространство Низменных Кара-кумов отделяется от Высоких котловинами Унгуза, лежащими вдоль крутой стены обрывов—чинков, которые поднимаются над дном его на высоту около



Покрытая трещинами поверхность такыра

Фото акад. Н. И. Андрусова

60 м. Поэтому Высокие Кара-кумы часто называют Заунгузским плато

Некоторые исследователи считали Унгуз старой долиной Аму-дарьи, которая, по их мнению, в историческое время протекала по его низинам в Каспий. Однако детальное изучение сухого «русла» Унгуза заставило отказаться от такого предположения.

На протяжении 40 км в северо-восточном направлении совершенно ясно прослеживается цепь ложбин, и на запад до колодцев Оджорли на протяжении 120 км Унгуз действительно похож на долину высохшей реки. Но за колодцами Оджорли полоса котловин и бугров постепенно суживается к колодцам Ата-кую, откуда Унгуз тянется в виде цепи следующих одна за другой, наподобие четок, бессточных впадин, отделенных друг от друга высокими перемычками коренных горных пород

высотой 20—40 м, доказывающих, что Унгуз не мог быть руслом реки.

Говоря об Унгузе, нельзя обойти молчанием замечательных глубоких впадин Ахча-кая. Они тянутся вдоль южного края столовой возвышенности Эшек-анкрен-кыра вблизи юго-восточной окраины Сарыкамыша. Впадины эти имеют в длину по 25—30 км, ширина их по дну 1,5—2 км, а прилежащие к равнине Эшек-анкрен-кыр крутые склоны поднимаются стенами на высоту до 180 м. Их очертания очень извилисты, а направление бывает как меридиональным, так и широтным.

Противоположные обрывам склоны очень пологи и перекрыты грядами песков; дно впадин занято солончаками.

* * *

Высокие Кара-кумы, обрываясь на юге и западе чинками, по направлению к северу медленно снижаются, образуя «ступени» с обрывистыми южными и западными краями, свойственные всей западной части равнинной Средней Азии. По соседству с Высокими Кара-кумами лежат подобные возвышенности Тарым-кая, Бель-тау и др.

Эти плато представляют собой, по предположению некоторых исследователей, длинные, а обрывы их—короткие крылья складок. Возможно также, как думают другие, что обрывы этих ступеней образовались в результате разлома или сброса, при котором часть земной коры по одну сторону трещины опустилась по отношению к лежащей по другую.

Доказательством этих движений в пределах Высоких Кара-кумов служит наклонное положение слагающих их пластов коренных горных пород: так, например, выходы одних и тех же слоев наблюдаются у серных бугров на высоте 100 м над ур. м., севернее, у колодцев Лайлы, они лежат на высоте 75—80 м, а еще далее к северу скрываются под другими наслоениями. Это указывает на наклонное положение слоев.

Движения земной коры, образовавшие эти складки, происходили, повидимому, в ту эпоху, когда в Средней Азии энергично действовали горообразовательные силы, поднявшие хребет Копет-дага.

Происхождение песков юго-восточной части Кара-кумов, которое долго вызывало споры между геологами, в настоящее время можно считать вполне выясненным.

Академик В. А. Обручев говорит, что «на поверхности Закаспийской низменности, представлявшей сушу во время существования Арало-Каспийского моря, струились рр. Аму-дарья с притоками Тедженом и Мургабом и возвышались высоты-увалы из третичных пород... рыхлый песчаник этих увалов разрушался атмосферными действиями, и песок образовывал барханы, покрывавшие склоны и окрестности увалов; с другой стороны, такие глинисто-песчаные наносы рск также пересортировывались ветром, и песок их образовал барханы и речные дюны, сливавшиеся с барханами материковыми и образовавшие в совокупности современную громадную песчаную равнину Кара-кумов».

В последние годы близ станции Уч-Аджа найдены красновато-бурые пески, в которых оказалось множество пресноводных раковин. Эта находка подтверждает предположение акад. В. А. Обручева.

Очевидно, юго-восточные Кара-кумы в далеком прошлом были обширной равниной, по которой блуждали древние реки. Аму-дарья, протекавшая по низинам Келифского Узбоя, постепенно передвигалась на восток, пока не проложила себе современного русла. Древние реки оставили отложения красноватой глины и серого песка.

В наше время сохранились еще остатки этих речных осадков—красноватые глины, подстилаемые серым песком. Их встречают в пониженностях между цепями барханов и на узкой полосе, отделяющей подвижные пески от культурных земель по берегу Аму-дарьи. Разрушение их под влиянием чрезвычайно резких перемен температуры, когда днем почва нагревается до 70°, а ночью охлаждается до 10°, происходит и в настоящее время, доказательством чего служат «останцы» этих отложений, встречаемые по окраинам долины.

В результате сухого выветривания речных осадков постепенно образовалось огромное количество песка и тонкой глинистой пыли. Песок передвигался ветром по равнине, образуя барханы, а пыль выносилась за пределы пустыни и отлагалась на склонах и в долинах соседних горных хребтов. Мощные толщи лёсса, образовавшиеся из отложений этой пыли, наблюдаются по склонам горных хребтов Копет-дага и Парапамиза, обращенных к Кара-кумам.

Дальнейшее развитие форм пустыни зависит от зара-

стания песков, на которых поселяются некоторые растения.

Кара-кумы, где глоток пресной воды представляет большую ценность, очень богаты соленой грунтовой водой. Дождевые потоки со склонов Копет-дага и непосредственно выпадающая на поверхность пустыни вода юсенных и весенних дождей испаряются не более, чем наполовину. Остальная часть их поглощается песком, образуя грунтовые воды. Помимо того, резкие колебания температуры в течение суток вызывают выпадение росы.

Вода через песок проникает на различную глубину. Под такырами и шорами на глубине нескольких метров слои водонепроницаемых глин образуют котловины, где задерживается и скапливается вода, очень богатая солью, которую она растворяет, проходя через почву.

Жители пустыни научились делать запасы пресной дождевой воды в нижних слоях песка: они собирают в канавках пресную воду дождей, выпадающую на поверхность такыра, и спускают ее по вертикальным колодцам на большую глубину в песок; пресная вода, достигнув поверхности соленых грунтовых вод, плавает на ней, подобно капле масла, в виде большой линзы. Конечно, по истечении достаточного времени она постепенно смешивается с соленой грунтовой водой.

Однако растительность, покрывающая поверхность песчаных бугров, питается не глубоко лежащими грунтовыми водами, а влагой, которой пропитаны лежащие в непосредственной близости от поверхности слои песка.

«Пионеры», поселяющиеся на подвижных барханных песках Кара-кумов, не встречаются в других местностях. Главнейший из них—крупный злак селин, имеющий вид косматых кустов до 1 м высотой. Это замечательное растение обладает толстым стеблем, многочисленными разветвлениями и грубыми листьями. У засыпанного почти до верхушки песком растения из почек в пазухах листьев быстро развиваются длинные корневища, острые концы которых прорезают песок и близ поверхности дают новый пучок листьев и наземный стебель, а из узлов корневищ вырастают длинные придаточные корни, распространяющиеся горизонтально в подпочвенном влажном слое песка. Таким образом засыпанный песком селин быстро поднимается снова над поверхностью его и не погибает.

Другая серьезная опасность для растений пустыни—выдувание песка ветром, обнажающее корни и подвер-

гающее их губительному действию жгучих лучей солнца. Но селин приспособлен для борьбы и с этим. Корни его покрываются сплошным чехлом из сцепленных между собой тонкими волосками песчинок, которые позднее сцементируются между собой настолько крепко, что кусочек корня в несколько сантиметров длиной удастся вытащить, не повредив чехла. Песчаная трубочка на корнях и защищает их от высыхания, когда ветер выдувает песок и обнажает корни селина.

Кроме этого злака, на подвижных песках растет также редкий кустарник из зеленых упругих безлистных прутьев, которые торчат щетиной над поверхностью песка. Низкие цепи барханов передвигаются через их заросли, как по голому месту, и по мере засыпания кустарника песком верхушки его усиленно растут, обгоняя песок. Когда бархан пройдет через такой куст, большое количество песка оказывается задержанным между стеблями и многочисленными разветвлениями корней.

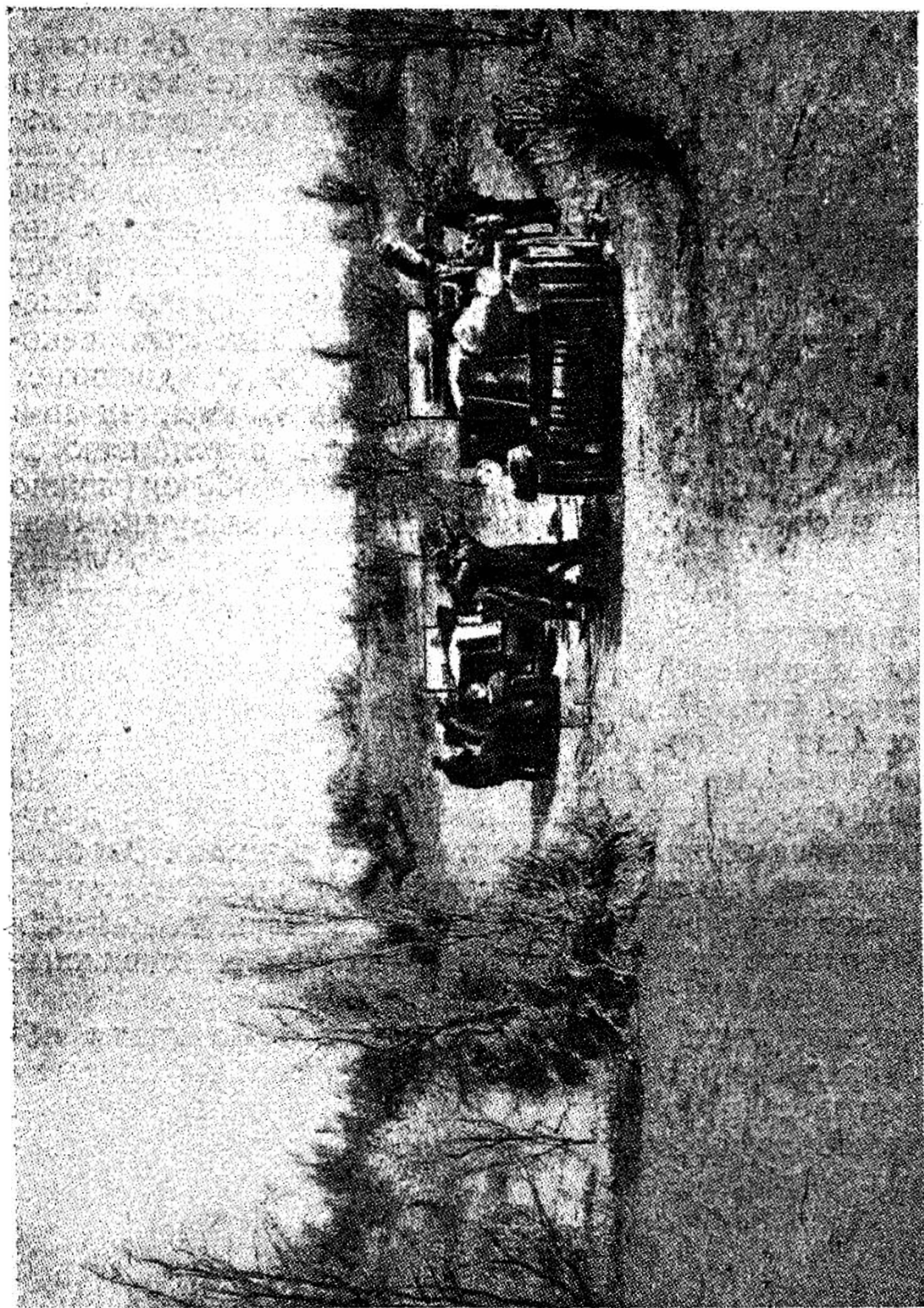
Усиленный рост этих растений объясняется также их способностью легко выпускать придаточные корни. Каждая ветка с таким корнем, имеющим иногда в длину до 30 м, отделившись от глубоко засыпанных, отмирающих частей растения, может развиться в новый куст.

Этой способностью отличаются и красивые, стройные деревья песчаной акации, или сюэна, с серебристыми листочками и кистями темнофиолетовых душистых цветов. У деревьев песчаной акации, растущих среди подвижных барханных песков, можно наблюдать придаточные корни высоко над основанием ствола.

Поселившиеся в долинах или на склонах барханных цепей кусты селина и безлистный кустарник связывают разветвлениями корней и стеблей сыпучий песок, лишая его подвижности, и кладут начало песчаному, неподвижному бугру.

Вслед за ними на песке поселяются кусты кандыма, черкеза и сингрена, под защитой которых поверхность бугра зарастает однолетними растениями. Кусты и травы все более и более связывают песок, превращая подвижный бархан в неподвижный бугор.

Потерявшие подвижность барханные пески теперь становятся доступными и для других растений, например для «деревя пустыни» — безлистного саксаула, которое достигает 3—5 м в высоту и 30 см в толщину.



Песчаная акация—сюзен в центральных Кара-кумах

Фото Д. И. Щербакова

Поверхность неподвижного песчаного бугра весной покрывается зеленым ковром однолетних травянистых растений, которые быстро развиваются и заканчивают жизненный цикл до наступления жары, быстро иссушающей почву пустыни.

Обильная растительность на поверхности бугристых песков резко меняет состав почвы; падающие веточки и стебли обогащают ее солями и цементируют песок; измененный слой его в зарослях песчаного саксаула имеет в толщину 5—10 см, и только глубже можно найти обычный серый барханный песок. Когда почва достаточно засоленится, среди зарослей песчаного саксаула начинает селиться солончаковый саксаул, еще более резко изменяющий состав почвы бугра. Под деревьями солончакового саксаула сцементированный слой песка достигает в толщину 20 см, и вырезанные из него кирпичи при падении с высоты 1 м не рассыпаются, а разбиваются на крупные куски. Только на глубине около 30 см можно найти в зарослях солончакового саксаула сыпучий барханный песок. Изменившая свой состав почва в лесах саксаула начинает задерживать атмосферные осадки, и они испаряются, не проникая в глубь ее.

Почва начинает беднеть грунтовой водой, в больших количествах испаряемой растительным покровом. Пионеры растений, первыми поселившиеся на поверхности барханов, вымирают и лишь изредка задерживаются на вершинах бугров, где подвижность песков еще не допустила развития обильного растительного покрова. Заросли солончакового саксаула, образующие «леса пустыни», заканчивают цикл развития растительности на подвижных цепях барханов и превращения их в неподвижные бугры.

Бугристые пески встречаются полосой по краям области барханных песков. Чаще всего склоны их покрыты зарослями песчаного саксаула и полукустами сингрена. Поверхность таких бугров почти везде зарастает песчаной осокой—илияком, представляющим хороший корм для овец и лошадей.

* * *

Гораздо труднее объяснить образование песчаных гряд и кыров, встречающихся также в Сахаре и в Австралии.

Джемс Аббот считал, что гряды—остатки размытой

равнины, и межгрядовые долины прорезаны в ней потоками воды. Позднее были предложены другие объяснения происхождения их. Так, исследователи, видевшие в Низменных Кара-кумах дно сравнительно недавно отступившего моря, волны которого когда-то плескались о высокий берег чинков, думали, что, размывая берег, море постепенно врезалось в него глубокими заливами, образуя далеко выступающие мысы—кыры.

Однако как ни заманчива эта картина, такое объяснение встретило серьезные возражения. Главнейшее из них заключается в том, что в пределах Низменных Кара-кумов не найдено следов деятельности моря в геологически недавнем прошлом, но очень ясна деятельность рек. Кроме того, морской прибой не мог разрезать горизонтально залегающие горные породы на мысы, разделенные глубокими заливами. Море в этом случае разработало бы горизонтальную террасу, ограниченную береговым валом.

Не объясняя удовлетворительным образом даже образования кыров прилегающей к Унгузу части Высоких Кара-кумов, «морская» гипотеза совершенно непригодна для доказательства происхождения грядовых песков, покрывающих огромные пространства Низменных Кара-кумов.

Пробовали объяснить происхождение кыров и песчаных гряд действием ветров, и среди геологов очень много сторонников такого объяснения. Эта «эоловая» гипотеза основывается на приблизительном совпадении направления песчаных гряд с направлением господствующих ветров. Однако нам не известно, чтобы в настоящее время под действием ветра слагались возвышенности из песка, вытянутые по направлению ветра; наоборот, цепи барханов, образование которых идет на наших глазах, располагаются поперек направления господствующих ветров. Кроме того, кыры, повидимому, представляют собой не песчаные гряды, а сложены коренными породами и только сверху прикрыты слоем песка, на что указывают выходы коренных горных пород на поверхности их.

Красноватый цвет песка, прикрывающего сверху кыры, доказывает, что он образовался на месте из прикрытых им слоев красно-желтого рыхлого песчаника, подстилаемых очень мощными отложениями плотных слоистых красно-бурых глин. Далее на север «кыровые скамейки» переходят в настоящие песчаные гряды, очевидно, покрываясь более толстыми слоями песка в результате вы-



Поверхность солончака Кара-шор, покрытая полигональной отдельностью соли. На заднем плане виден чинк Уст-Урта

Фото Б. А. Федоровича

ветривания слагающих кыры коренных пород, чем и объясняется мягкость очертаний этих гряд. Поскольку в сложении кыров принимают участие гребни увалов, лишь прикрытых сверху слоями песка, происхождение их не может быть объяснено действием ветров.

Но в таком случае «эоловая» гипотеза не может быть принята и для объяснения происхождения песчаных гряд, представляющих лишь дальнейшую стадию развития кыров.

Поэтому некоторые геологи возвращаются к данному еще в середине прошлого столетия Джемсом Абботом объяснению этого явления. Они считают кыры останцами первоначального осадочного покрова равнины, поверхность которого изборождена глубокими долинами, прорезанными дождевыми потоками, стекавшими со склонов горных хребтов.

Сторонники этого объяснения считают, что когда тектонические движения приподняли плато Высоких Кара-



Каюк у берега р. Аму-дарьи, в районе скотоводческих колхозов

Фото Г. К. Парамонова

кумов, обрывы чинков должны были преградить путь дождевым потокам со склонов Копет-дага. Вследствие этого кыры стали недоступными для потоков, продолжавших действовать на песчаные гряды Низменных Каракумов. Так объясняют сторонники этой гипотезы разницу между песчаными грядами и кырами.

Однако объяснение происхождения кыров размывающей деятельностью дождевых потоков также встречает серьезные возражения, и вопрос не может считаться решенным.

К числу не вполне разрешенных загадок Каракумов нужно отнести также и происхождение Унгуза. Некоторые исследователи считали его старым «руслом» изменившей направление течения Аму-дарьи. Местные жители даже называли его Чарджуй-дарьей, и среди них ходили легенды о населенных городах, будто бы существовавших когда-то на берегах Унгуза. В прошлом веке и в наше время отправлялись даже экспедиции, которые должны были разрешить вопрос о возможности пропуска по нему части вод Аму-дарьи и превращении в оазис прилегаю-

щих к нему частей пустыни. Однако после тщательного изучения долины Унгуза исследователи пришли к выводу, что Унгуз отнюдь не речное русло, но пониженность у подножья такого же обрыва, как и чинки Усть-Урта. Может быть, пониженность Унгуза объясняется лишь выдуванием песка ветром у подножья обрывов.

Но на поверхности Кара-кумов известны и настоящие древние русла изменивших направление рек, как, например, Узбой.

* *

*

Еще 10—15 лет тому назад занимающие 80% территории Туркменистана Кара-кумы были «белым пятном» на наших картах. А между тем на громадных просторах этой пустыни существует крупное скотоводство. Лучшие бараны--каракулевые--шкурки получают от скотоводческих колхозов, пасущих свои стада на песчаных пространствах по обе стороны р. Аму-дарьи.

При полной неисследованности этих пространств создавались смелые проекты обводнения Кара-кумов путем пропуска части вод Аму-дарьи по сухим руслам. Так, еще в начале нашего века был предложен проект орошения полмиллиона десятин земли Мервского и Тедженского оазисов путем создания огромных водохранилищ во впадинах Келифского Узбоя и проведения из них воды по каналу через пески к Мургабу и Теджену. Подобный же проект был оставлен и в 1921 г. По этому проекту предполагалось начать канал на афганском берегу Аму-дарьи выше впадения Кундуз-дарьи и провести его вдоль подножья предгорий Парапамиза на запад до Мургаба, Теджена и Каспийского моря.

За последние годы экспедиции Академии Наук осветили эти неисследованные области нашей обширной страны. Мы знаем теперь, что обводнение, например, Унгуза потребовало бы осуществления грандиозных работ, так как его «русло» имеет на некоторых участках обратное падение и перегорожено перемычками высотой 40—50 м. Это заставило прекратить бесцельные изыскания, которые производились в связи с предположением обводнения Унгуза.

Вместе с этим выяснено, что вполне возможно направить часть вод Аму-дарьи по ее старому руслу—Узбою, сухое русло которого протянулось на 400 км по пустыне.

В результате исследования почвы Кара-кумов оказалось, что огромная равнина Кунья-дарьи, лежащей рядом с впадиной Сарыкамыш, могла бы стать при условии орошения очень плодородной страной.

Большие площади могли бы с пользой быть орошены также в дельте р. Теджена и на юго-западе Туркменистана. Со сравнительно небольшими затратами можно было бы использовать также грунтовые воды пустыни, верхние горизонты которых уже хорошо изучены, что позволяет составить разумный план районирования животноводства в Кара-кумах.

Там, где имеются только соленые грунтовые воды, может быть проведено опреснение их путем вымораживания, так как при определенных условиях лед, получаемый из соленой воды, не содержит соли.

Большое значение также имеет производящееся изучение передвижения песков, постоянно угрожающего культурным участкам вдоль Аму-дарьи, где наступление песков наблюдается на протяжении целых километров. Оно установило, что не только барханы, но и неподвижные, покрытые растительностью бугры представляют эту опасность: с голых вершин бугров ветер переносит песок на склоны их, накапливая его в виде небольших барханчиков, которые постепенно надвигаются на усадьбы, арыки,¹ пашни и сады культурной полосы. Фруктовые деревья, засыпанные песком до одной трети высоты, скоро погибают, и из садовых деревьев только шелковичное, или тутовое, способно выжить, будучи засыпано даже на две трети высоты, так как оно выпускает при этом толстые и длинные придаточные корни.

Наличие проходящих между буграми оживленных дорог, вытаптывание травы и кустарников при выпасе скота и вырубка саксаула на дрова также освобождают песок неподвижных бугров, который начинает образовывать барханы и перемещаться по направлению господствующих ветров.

Борьба с засыпанием культурных участков возможна и может вестись путем наблюдения за сохранностью растительного покрова неподвижных песчаных бугров и насаждения черенков растений, способных бороться с передвижениями песков, на площадях с разрыхленной почвой,

¹ Оросительные каналы.



Примитивное орошение земли на Кунядарьинской равнине при помощи чигиря

Фото Д. И. Щербакова

откуда грозит перенос ветром песка и засыпание культурных участков.

Чтобы задержать наступление цепи барханов, на пологом склоне их нужно устанавливать щиты, препятствующие передвижению песчинок по склону к гребню. Когда ветер примет противоположное направление, щиты нужно удалять, чтобы не мешать передвижению песков в обратном направлении. Одновременно необходимо ближайшую к культурному участку полосу подвижных песков засеивать и засаживать растениями пустыни, могущими удержаться на подвижных песках и связать их разветвлениями стеблей и корней.

Так изучение пустыни позволило решить ряд практических вопросов, связанных с развитием скотоводства и садоводства на территории пустыни и прилегающих к ней областей, а также с возможным орошением больших пространств вдоль сухих русел Унгуза и Узбоя.

Древнее русло — Узбой

Вдоль северо-западной окраины песков пустыни Каракумы на сотни километров протянулась глубокая сухая долина. Она начинается от южной части Сарыкамышской котловины, составлявшей часть когда-то существовавшего Арало-Каспийского моря, проходит возле обрывистых склонов плоских возвышенностей и гор, лежащих к северо-востоку от нее, и достигает Балханского залива Каспийского моря.

Среди обрывистых бортов долины извивается сухое русло, на значительном протяжении занятое ооляными озерами. Там, где вода заполняет русло на расстоянии нескольких километров, глазам путешественника представляется картина речной долины среди песков, с окаймленной многочисленными старицами и террасами широкой поймой реки.

Это—когда-то загадочный Узбой, одно только посещение которого в недавнем прошлом делало путешественника знаменитым. Сухое русло реки, протянувшееся на сотни километров среди жаркой пустыни, где каждый глоток пресной воды представляет большую ценность, издавна привлекало к себе внимание путешественников. Многие географы и историки древности и средних веков в своих сочинениях упоминают о реке, протекавшей по этому руслу.

* *
*

Древние римские и греческие писатели, историки и географы, как Геродот, Страбон и Плиний, оставили много рассказов о какой-то большой реке Оксус, будто бы впадавшей с востока в Каспийское море. Одни из них описывали огромные водопады этой реки, под которыми можно было свободно проходить на другой берег ее, другие передавали рассказы об исчезновении ее местами под землей и появлении далее снова на поверхности, третьи упоминали об обширном судоходстве по ней.

Необходимо, однако, помнить, что греки не достаточно хорошо знали прикаспийские страны, считая Каспий глубоким заливом океана, а Аральское море, повидимому,—заливом Каспия. Это обстоятельство, конечно, внесло большую путаницу в вопрос о происхождении Узбоя.



Узбой в верховьях
Фото Б. А. Федоровича

Более ясные и точные описания Каспия и прилегающих к нему стран мы находим у арабских историков IX—X веков.

Они, очевидно, знали, что Каспий, Арал и ныне высохшее озеро Сарыкамыш представляли собой отдельные замкнутые бассейны и что крупнейшие реки Средней Азии Сыр-дарья и Аму-дарья впадали в Арал. Один из этих историков упоминает также о рукаве Аму-дарьи, который отделялся в сторону Сарыкамышского озера.

Им было известно и сухое русло Узбоя. Для объяснения происхождения его историк X в. Макдиси приводит легенду о том, как эмир Балханского царства проиграл в кости протекавшую через его владения судоходную реку, которая была повернута в сторону Хорезма (Хива), лежавшего на берегу нынешнего Аральского моря. Старое русло реки навсегда осталось сухим, а жители Хорезма провели от нее каналы, оросили большие пространства и построили по берегам выигранной реки цветущие города. Так объясняли происхождение сухого русла Узбоя обладавшие пылким воображением арабы.

О впадении в Каспий р. Аму-дарьи говорит также персидский географ XIV в. Казвини в таких выражениях: «Главный рукав Джейхуна (Аму-дарья), пройдя через Хорезм, низвергается с перевала Хульм, который по-тюркски называется Горледи, шум его слышен на два, даже на три фарсаха; после этого река впадает в Хазарское море (Каспий) в земле, которую называют Халиджаном; там живут рыбаки. От Хорезма до моря шесть переходов; длина реки 500 фарсахов...»

Очевидно, речь идет о рукаве Аму-дарьи, который, поворачивая на запад, впадал в Сарыкамыш, так как именно до берега этого озера могло быть 6 дней пути, тогда как до берегов Каспия нельзя было бы дойти менее чем в 18—20 дней. Вероятно, Казвини принимал Сарыкамыш за залив Хазарского моря, т. е. Каспия.

Наконец, в сочинениях прежних географов Востока есть и прямые указания на впадение Аму-дарьи двумя рукавами в Аральское море и Сарыкамышское озеро. Так, например, живший на восточном побережье Каспия Джурджани, оставивший хорошее описание прикаспийских и приаральских стран, о впадении Аму-дарьи говорит так: «Джейхун... достигает Хорезма, где впадает в озеро Джейда (Сарыкамыш) и Хорезма (Арал)».

Интересны также сведения, сообщаемые восточными писателями о городах и поселениях по берегам реки, в которой некоторые хотят видеть Узбой. Так, бывший хан Хивы Абулгази говорит: «В то время итти от Ургенча к Балхану, значило итти из одного аула к другому, так как река Аму, пройдя мимо Ургенской крепости, направлялась к восточному краю Балханских гор; дойдя до подножья гор, она меняла юго-западное направление на западное, дальше текла к Огурче и впадала в Мазандеранское море.

По обоим берегам Аму-дарьи до Огурчи были пашни, виноградники и рощи».

Однако в настоящее время мы можем утверждать, что в узкой долине Узбоя не могло быть широко развито земледелие и садоводство по недостатку места, а следов крупных поселений там также не осталось.

Развалины зданий, найденные между колодцами Балаишем и Куртыш, у Куртышского «водопада» и у колодца Игды, остатки кирпичного жолоба у Ак-яйлинского поворота Узбоя и остатки нескольких кладбищ в раз-

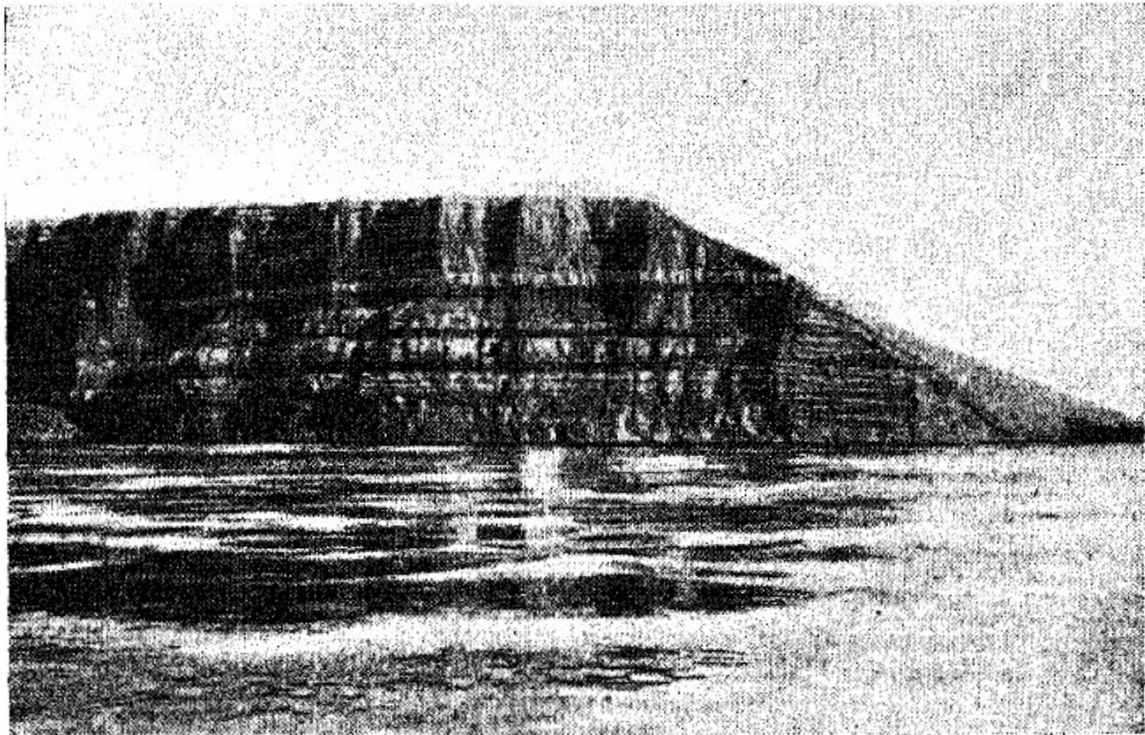
личных местах по Узбою не могут служить доказательством населенности его берегов в прошлом.

Развалины кирпичного здания с двумя круглыми башнями между колодцами Бала-ишем и Куртыш, вероятно, представляют собой остатки караван-сарая (постоялый двор) на большой караванной дороге, подобные встречаемым вдоль нее далеко от Узбоя. Если бы это были развалины селения, то мы нашли бы также остатки оросительных каналов.

Интересны остатки кирпичного сооружения у Ак-яйлы. Там были найдены два четырехугольных, выложенных кирпичом бассейна, от которых отходил к Узбою на расстояние около километра вымощенный кирпичом жолоб. Хотя назначение этого сооружения не совсем ясно, но и эти развалины не доказывают былой населенности этих мест, так как развалины подобных сооружений известны и в других частях Кара-кумов, где они строились для сбора дождевых вод. Несколько кладбищ по берегам Узбоя могли служить для погребения кочевому населению окружающих районов, а также проходившим по большой дороге караванам.

Против возможности течения пресной воды по Узбою в историческое время говорят также встречающиеся в его русле залежи соли. Мощность отложений соли достигает в некоторых местах 4 и более метров. Отложение ее могло начаться лишь после высыхания Узбоя, когда в его русло стали стекать воды пустыни, растворяющие заключающуюся в почве соль, а затем, испаряясь, отлагающие ее на дне сухого русла. Для образования таких залежей соли, какие встречаются в русле Узбоя, нужен был очень продолжительный период.

Греческие, римские и арабские географы описывали Узбой большей частью со слов случайных путешественников и купцов. Но в первой половине XVIII в. началось действительное изучение его. Первая экспедиция была послана туда в начале XVIII столетия Петром I, который поручил начальнику этой экспедиции «приискание устья Аму-дарьи реки» для того, чтобы выяснить вопрос о возможности восстановления водного пути в Индию по рекам. Хотя почти все участники этой экспедиции погибли во время столкновения с хивинцами, но в результате ее все же было выяснено, что Аму-дарья не впадает в Каспий.



Река Аму-дарья около Тюя-мюна

Фото Г. К. Парамонова

В 70-х годах прошлого столетия начинается систематическое изучение Узбоя, чтобы выяснить возможность обводнения его и установления водного пути в Хиву и Бухару. Особенно интересны съемки, произведенные А. И. Глуховским, после прорыва вод в 1878 г. из Аму-дарьи в котловину Сарькамыш. Материалы трехлетних съемок А. И. Глуховского не были тогда полностью приведены в порядок и их обработали только в 1933 г., когда были найдены черновые записи съемок этой экспедиции.

Некоторые исследователи прошлого века считали Узбой старым морским проливом из Каспия в Арал, но другие уже тогда видели в нем типичную долину реки.

В последние годы снова возобновились экспедиции на Узбой для выяснения возможности орошения прилегающих к нему районов. Советские исследователи изучали не только вопрос о возможности направить в Узбой часть вод Аму-Дарьи, но также о наличии в нем поверхностных и грунтовых пресных вод.

В результате экспедиции А. И. Глуховского и новых

исследований наших геологов можно считать доказанным, что Узбой действительно представляет собой долину, прорытую рекой. Однако она протекала, повидимому, не в историческое время, а в гораздо более отдаленную эпоху.

* *

*

Между дельтой Аму-дарьи, плоскогорьем Усть-Урт и горой Кугунек раскинулась обширная Сарыкамышская котловина, занимающая около 10 000 км². Центральные части ее лежат на 16 м ниже уровня Каспия, и еще в наше время на ней встречаются остатки покрывавших ее когда-то вод—усыхающие соляные озера и солончаки. О существовавшем на месте впадины огромном озере говорят теперь только остатки раковин моллюсков и береговые валы. Но в далекие времена уровень его стоял на 84 м выше уровня Каспия, и избыток воды стекал из него по ныне сухому руслу Узбоя в Каспий.

Сухое русло Узбоя начинается от оконечности Сарыкамышской котловины, которая с запада ограничена возвышенностью плато Усть-Урт. Эта возвышенная равнина лежит на высоте 85—90 м над уровнем Каспия, медленно снижаясь на восток, и в этой части покрыта отложениями озера. Вдоль древних берегов когда-то плескавшиеся здесь воды отложили широкие полосы гальки. При наблюдении их с самолета совершенно ясно видно, что они образованы прибоем волн.

Дно бывшего озера покрывает мощная толща песков. Нижние слои белого песка содержат раковины пресноводных моллюсков, а сверху залегают пески с остатками моллюсков, живущих в соленых водах.

Очевидно, что в древнейшую эпоху существования озера, когда его уровень поднимался на 84 м над уровнем Каспия, оно было пресноводным. От этой эпохи остались белые пески по окраинам котловины. А затем уровень его стал постепенно понижаться, и воды делались все более и более солеными.

Южная часть котловины переходит в длинную, вытянутую с севера на юг, ограниченную на западе склонами Усть-Урта долину, дно которой покрыто речными и озерными отложениями. Эта долина, начиная от колодцев Чарышли, к югу постепенно суживается, и в районе горы Кугунек ширина ее не более 7—8 км.

Если бы в наше время воды снова заполнили Сары-камышскую котловину, то вся долина от колодцев Чарышли до горы Кугунек также оказалась бы под водой. На всем протяжении этой равнины явственно видно русло Узбоя, прорезанное в подстилающих горных породах, которое хорошо прослеживается далеко на север от горы Кугунек. Однако это русло имеет обратное падение, что можно объяснить только поднятием в недавно прошедшую геологическую эпоху этого района.

Сухое русло Узбоя, вполне ясно начинаясь от колодца Чарышли, имеет в ширину 1,5—2 км. Дальше на юг до горы Кугунек ширина его часто и резко меняется, и русло его то суживается, то расширяется. Оно местами покрыто водой, которая кажется розовой от залегающей на дне красной соли, местами же занято солончаками.

Как и все реки, Узбой должен был подмывать высокий берег и уносить с собой камни и обломки разрушенных выветриванием горных пород. Увлекая их течением воды, он пропиливал в подстилающих горных породах углубленное русло. А самые обломки и камни, истирая друг об друга острые углы, превращались в округлую гальку и мелкий песок, которые отлагаются реками на дне и на участках долины, покрываемых весенними водами.

Вдоль сухого русла реки тянутся террасы, т. е. плоские полосы берегов, обязанные своим происхождением размывающему действию вод реки во время весенних разливов или речным отложениям.

Эти террасы, свидетельствующие о высоте над уровнем Каспия, на которой протекал Узбой в различные периоды своего существования, во многих местах размыты молодыми потоками вод, прорезавшими в них глубокие, узкие русла.

От горы Кугунек русло Узбоя сначала идет прямо на юг, а затем поворачивает в общем на запад, образуя много больших порогов. За порогами русло Узбоя глубоко врежется в коренные породы, и у подножья нависшего обрыва древнего водопада, между вертикальными берегами, зеленеют глубокие соляные озера. Несомненно, что этот водопад должен был поражать своим видом древних путешественников, оставивших многочисленные описания его.

Далее тянутся низовья Узбоя до солончака Келькор. В область, в которой находилось нижнее течение Узбоя,

в далеком прошлом вторгались морские воды в периоды поднятия уровня Каспия, и это наложило на долину своеобразный отпечаток.

Нижняя часть долины Узбоя теряется, сливаясь с солончаком Келькор, на месте которого когда-то, очевидно, был глубокий морской залив. Солончак представляет собой пониженную местность почти круглой формы, около 40 км в поперечнике. Посреди него возвышается гора Небит-даг (Нефте-даг). Поверхность солончака состоит из песчано-глинистых пород, нередко покрытых коркой соли. От северного конца солончака Келькор тянется к Балханскому заливу глубокая долина—русло Актам. Дно его лежит на уровне Каспийского моря. С одной стороны к нему спускаются покрытые высокими песками террасовидные склоны полуострова Дарджа, а с другой—расстилается песчано-глинистая равнина. Борты долины высоки и круты, а местами высятся над дном ее вертикальными обрывами. По дну извивается русло, подходящее то к одному, то к другому берегу ее. Выше Молла-Кара в русле найдена крупная залежь поваренной соли и соляное озеро.

Террасы, которые тянутся справа и слева вдоль долины, часто покрыты буграми песков или подвижными барханами. Ближе к Балханскому заливу вдоль долины Актам пески уступают место глинистым и галечным равнинам. Наконец, долина Актам сливается с солончаком, окаймляющим Балханский залив.

* *
*

Теперь легко восстановить историю происхождения Узбоя.

Он образовался одновременно с заполнением Сарыкамышской котловины водами Аму-дарьи, которые далее проложили себе путь из озера по низине между равниной Кара-кумов и возвышенностями по другую сторону Узбоя. Поэтому не точно считать Узбой «руслом Аму-дарьи»: он был самостоятельной рекой, вытекавшей из Сарыкамышского озера. По его руслу протекала лишь та часть приносимой Аму-дарьей воды, которая являлась избытком ее после испарения с поверхности Сарыкамышского озера. Первый период жизни Узбоя, когда он начал формировать четвертую террасу, совпадает с наступлением

моря. Из западного залива Сарыкамыша вода устремлялась вдоль склонов плоскогорья Усть-Урт на юг. Водный поток энергично размывал известняки Усть-Урта и песчано-глинистые толщи равнины, унося продукты разрушения горных пород вниз по течению. Только приближаясь к Куртышу, где известняковый массив преграждал дорогу водному потоку, дно русла поднималось, течение замедлялось, и начиналось отложение белого ила.

Дальше Узбой огибал юго-восточную оконечность возвышенности Усть-Урт и, встретив поднимающуюся к западу равнину, разливался широким озером по ней.

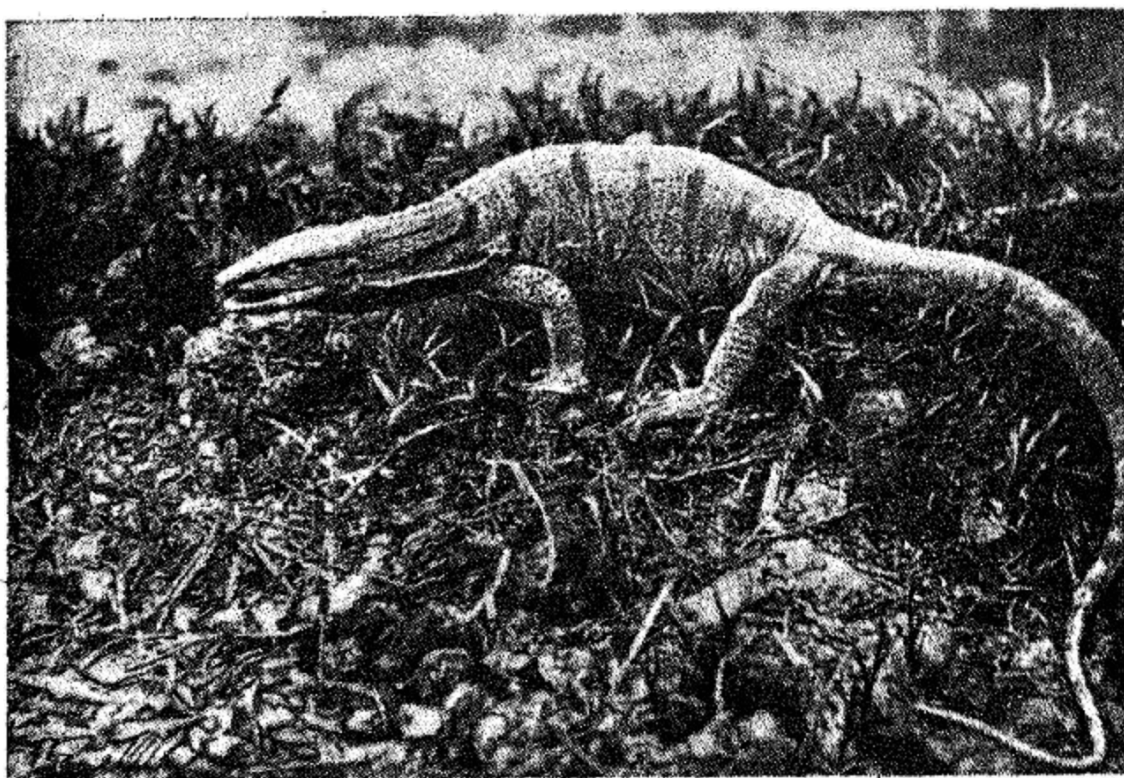
Ниже горы Дордуль река встретила пониженную равнину, откуда сравнительно недавно схлынули воды моря, и разлилась по ней, откладывая глиняную гальку, песок и ил.

Когда же уровень Каспия снова стал подниматься и воды его вторглись в долину низовий Узбоя, река образовала в этом районе дельту, отлагая песок и ил. Каждое новое понижение уровня Каспия заставляло Узбой, следуя за уровнем моря, возобновлять размывающую работу и углубление долины на всем протяжении реки. На месте нынешнего солончака Келькор воды Узбоя разливались, образуя пресноводное озеро, из которого они текли дальше в море.

Движение воды по Узбою окончилось, когда Амударья повернула в сторону Аральского моря и истечение из Сарыкамышского озера прекратилось.

Долина Актам, которая в период наиболее низкого уровня Каспия и образования самой молодой террасы Узбоя служила для стока пресных вод, во все остальное время была залита морем. На ее склонах видны следы тех же террас, которые наблюдаются и на побережье Каспия.

Возможно, что последнее повышение уровня Каспия, затопившее долину Актам и солончак Келькор, произошло в историческое время. Когда после этого море отступило, долина Актам и солончак Келькор были покрыты остатками соленой морской воды, из которой отложились пласты гипса и чистой поваренной соли. Еще в начале прошлого столетия путешественники на месте солончака Келькор видели озеро глубиной около 30 см, а наша геологическая экспедиция в 1934 г. нашла на поверхности его в 3 км от горы Небит-даг хорошо сохранившуюся



Варан (по-туркменски зем-зем), обитатель старых речных долин или современных дельт. Длина от головы до конца хвоста 1 м 10 см

Фото Г. К. Парамонова

деревянную лодку. В наше время Келькор представляет собой пухлый солончак, но дно долины Актам еще и теперь на большом пространстве покрыто соляными озерами.

* *
*

В пустыне Кара-кумы не мало воды: ее можно найти в больших озерах, вытянувшихся на целые километры в сухом русле Узбоя; ее можно черпать из колодцев, которые нарыты вдоль караванных путей и на такырах, но все это соленая вода. Так, например, в колодцах Ак-ййлы вода содержит в полтора раза больше солей, чем в Каспийском море. Поэтому в промышленные центры Туркменистана пресную воду часто доставляют в специальных поездах—водянках.

Количество осадков, выпадающих в Туркменистане, составляет не более 100 мм в год, а жгучее солнце способно испарить в течение года слой воды толщиной 2 м.

Поэтому Туаркырские угольные копи, нефтяные промыслы Нефте-дага, химические заводы на берегах Карабогаз-гола, порт Красноводск и другие населенные пункты испытывают большой недостаток в пресной воде.

В западной и юго-западной частях Туркменистана лежат обширные пространства прекрасных плодородных земель, для превращения которых в зеленеющие, богатые сады и пашни нехватает только пресной воды.

Естественно, что является мысль использовать сухое русло—Узбой, чтобы доставить в сердце пустыни Каракумы пресную воду.

Для восстановления течения по Узбою понадобилось бы заполнить водой всю котловину Сарыкамыша и потерять большое количество драгоценной влаги на испарение с его поверхности. Было бы выгоднее пустить воду в русло Узбая из Аму-дарьи, минуя Сарыкамыш, по обводному каналу.

Чтобы выяснить возможность восстановления течения Аму-дарьи через пустыню, предпринимался ряд экспедиций, которые и собрали данные о происхождении сухого русла Узбая.

Ледник-гигант

В 80-х годах прошлого столетия экспедицией В. Н. Ошанина были впервые посещены верховья р. Муксу: в северо-западной части Памира. Эта река, представляя собой слившиеся вместе горные речки Саук-су и Каинды, впадает в Кзыл-су: и образует крупную реку Сурхоб.

Переходя вброд р. Саук-су, В. Н. Ошанин отметил ее белый цвет, что служит признаком впадения в нее талых ледниковых вод. Действительно, проехав далее вверх по долине впадающего в Каинды потока Сель-дары, он нашел окончание языка неизвестного ледника.

Вот как рассказывает об этом В. Н. Ошанин: «Мы проехали верст¹ шесть и тогда я разглядел, что поперек долины проходит какой-то вал, который нигде не представлял значительного понижения, и я недоумевал, каким образом река не размыва этого, повидимому, ничтожного препятствия. По мере того, как мы подъезжали ближе

¹ Верста равна 1,06 км.

к темной поверхности этого вала, стали выясняться белые блестящие пятна и в одном месте виднелось углубление, похожее на вход в пещеру. Я был сильно заинтересован этим странным образованием и долго не мог понять, что бы это могло быть. Наконец, когда мы приблизились на какие-нибудь полверсты, дело разъяснилось. Перед нами был нижний конец громадного ледника. В этом месте с долиной Сель-су¹ соединяются две других: одна, известная под именем Танымас, идет с запада на восток, другая, занятая течением реки Балянд-киик, имеет направление почти прямо противоположное. Южное продолжение Сель-суйской и вся Танымасская долина заняты ледниками, сливающимися у своего нижнего конца. Тут ледник имеет до двух верст ширины.

Ледник запирает собой почти совершенно устье долины реки Балянд-киик. Между подошвой ледника и скалами, ограничивающими эту долину справа, остается небольшой проход, сажен в шесть-десять шириной. Тут-то совершается слияние Балянд-киика с Сель-су. Прозрачная, зеленая вода первой речки, несмотря на быстроту течения, не сразу смешивается с мутной, белой ледниковой водой Сель-су. На несколько сажен ниже слияния можно проследить еще их течение в отдельности. Ледник в этом месте представлял стену, наклонившуюся над рекой, так что каждую минуту можно было ожидать того, что верхняя выдававшаяся часть обрушится».

Этот огромный ледник В. Н. Ошанин назвал по имени известного исследователя Средней Азии прошлого века — ледником Федченко.

Позднее, в 1909 г., другая экспедиция поднялась на этот ледник из долины р. Балянд-киик и прошла вверх по его течению около 23 км.

Путь проходил сперва через нагромождения обломков скал и камней, лежавших в виде высоких валов и покрывавших сплошным слоем поверхность ледника. Дальше начался чистый лед. Лошади скользили и падали. Люди шли пешком, ведя их в поводу. На пути очень часто встречались трещины в несколько метров шириной, которые приходилось обходить кругом. Наконец, трещин стало так много, что движение вперед стало невозможным, и экспедиция повернула в сторону по леднику-при-

¹ Сель-дара.

току, где простояла бивуаком в течение 6 дней, совершая оттуда экскурсии по различным направлениям.

Долго оставалось на Памире несколько «белых пятен», куда не удавалось проникнуть никому. Одно из них лежало на западной окраине Памира, где сплелись в сплошной узел несколько горных цепей, образовав высокое нагорье, поднятое на высоту около 5600 м над ур. м. Оттуда брали начало стекавшие в разные стороны рр. Ванч, Танымас и Язгулем.

Разреженная атмосфера, ураганные ветры при 30—40° морозах и дикий характер этой неприступной крепости Средней Азии защищали ее от исследователей. Никто не мог похвалиться, что он побывал на этом нагорье.

Но горсточка отважных советских геологов и альпинистов взяла штурмом эту крепость. Исследователи двинулись от г. Ош по караванной тропе через Алайский и Заалайский хребты и по мертвой долине Маркан-су. В ту пору путь можно было узнать только по костям павших верблюдов и лошадей.

Пройдя вверх по течению реки, через спускавшиеся в ее долину ледники, советские исследователи поднялись на огромный, ранее неизвестный ледник.

В течение полумесяца они производили инструментальную съемку, и только тогда удалось установить, что это средняя часть гигантского ледника Федченко, язык которого спускается в долину р. Мук-су.

* *
*

Северо-западная часть Памира, плато которого лежит на высоте 4000 м над ур. м., покрыта горными цепями. Их вершины относятся к высочайшим не только в нашем Союзе, но и во всем мире. Таковы, например, пик Сталина (7495 м) горного хребта Академии Наук, пик Ленина (7127 м) Заалайского хребта и ряд других, которые уступают по высоте лишь таким горам, как, например, Эверест (8880 м).

В недоступнейших областях Памира, долго остававшихся «белыми пятнами» на картах и исследованных впервые советскими геологами, берут начало рр. Ванч, Язгулем и Танымас.¹ В глубоких ущельях и долинах между

¹ Это название носят верховье большой памирской реки Бартанг.

крутыми склонами гор, загромаждающих эту область, лежат громадные скопления льда—горные ледники, или глетчеры. Они извиваются, подобно рекам, широкими потоками от водоразделов к долинам у подножья гор.

Среди них выделяется своими гигантскими размерами ледник Федченко, северная оконечность которого была встречена В. Н. Ошаниным, определявшим его длину в 15—20 верст. На самом деле, как показали обследования советских геологов в 1928—1934 гг., этот ледник гораздо длиннее и по справедливости может считаться величайшим в мире.

Ледник Федченко вытянулся на 77 км от вершин Язгулемского перевала (5330 м) на север до долины потока Сель-дары, питающегося водами тающих льдов этого глетчера. Его продолжение по другую сторону перевала—Язгулемский ледник—имеет в длину более 30 км. Общая длина этого «переметного» ледника составляет около 110 км. Верхняя часть ледника от Язгулемского перевала до перевала Абдукагор II занимает около 400 км². Ледяная река глетчера тянется между крутыми склонами горных хребтов, образующих борты долины. Белые гребни Высокой стены с пиком Революции (6945 м) отделяют верховья ее от огромного, второго по величине на Памире ледника Нюттемейншафт. Далее к северу ледник Федченко, обтекая массивы гор, делает резкий поворот на запад, но потом опять принимает прежнее направление и тянется на север, зажатый между склонами хребтов.

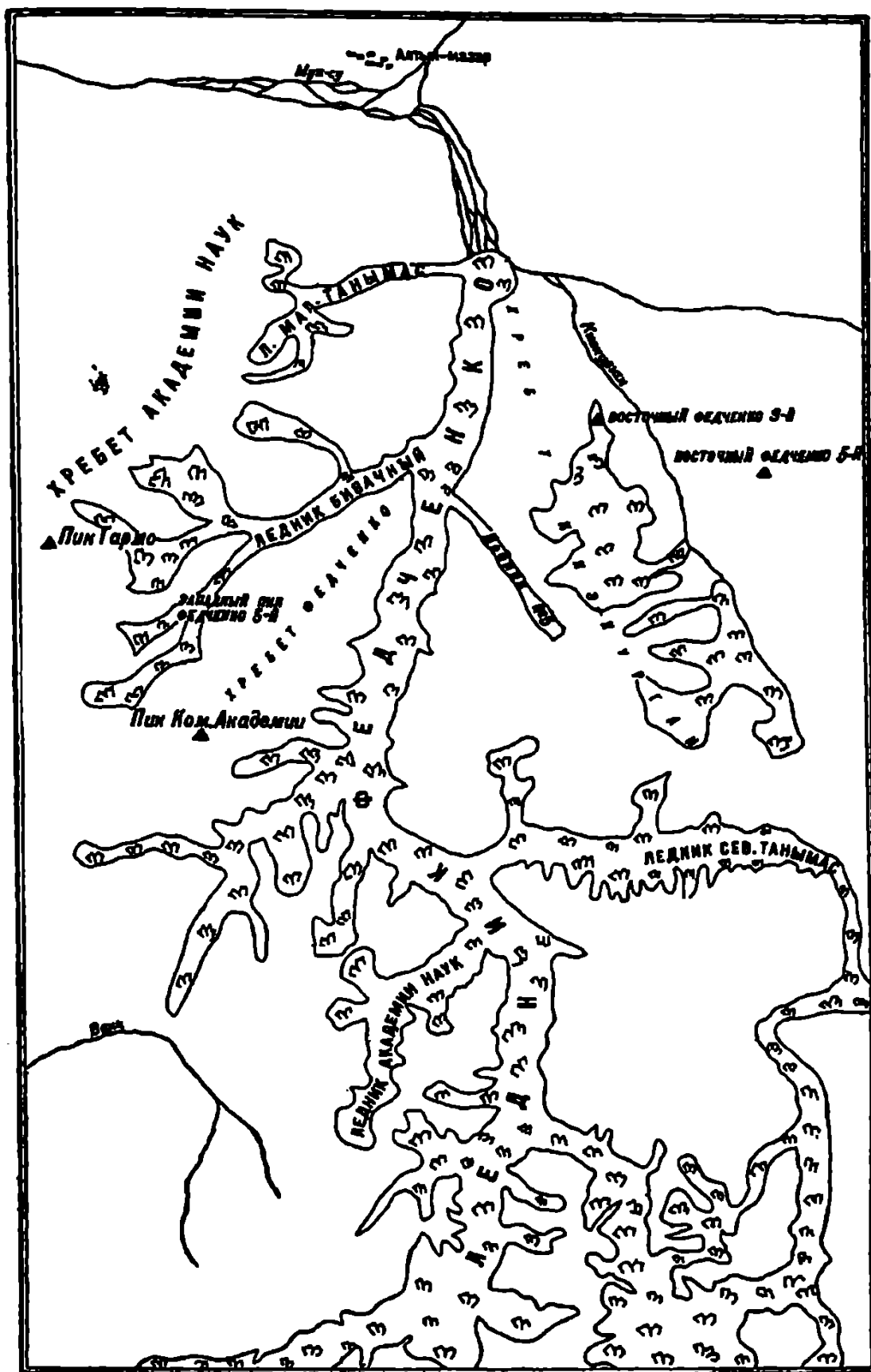
На всем протяжении ледника справа и слева из боковых долин в него впадают притоки—также очень крупные ледники. Таковы притоки справа—ледник Витковского и Наливкина и слева—ледник Академии Наук, № 4 и Бивачный. Некоторые из них имеют в длину более 10 км.

Мощные скопления льда этих притоков сливаются с массой главного ледника. Ряд более мелких ледников не доходит до главного. Таковы, например, ледники Малый Танымас и ледник № 5.

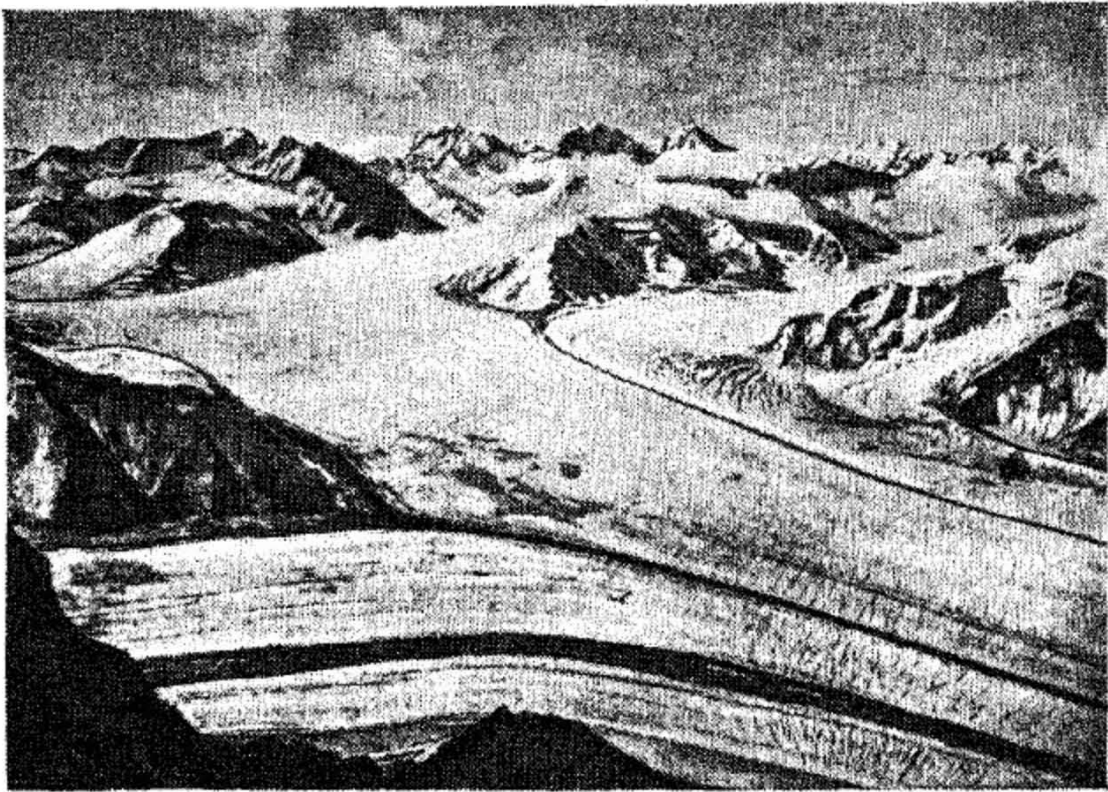
Ледник Федченко оканчивается в долине рч. Сель-дары, которая сливается с рч. Сауксай и Каинды.

Вдоль долины р. Мук-су справа высятся громады западного конца Заалайского хребта, слева—хребет Петра I.





Карта ледника Федченко



Верхняя часть ледника Федченко. Вид на юг. Налево — ледник Наливкина (сев. Тяньмас). Справа, в середине — ледник Академии Наук. В глубине на заднем плане — вершины от 6720 до 6950 м высоты

Фото Р. Финстервальдера

Высокая средняя годовая температура на большей части поверхности земли удерживает в жидком состоянии воду, которая только в зимние месяцы находится в твердом состоянии в виде снега и льда.

Однако в таких частях земного шара, где средняя годовая температура ниже точки замерзания воды, образуются никогда не стаивающие—вечные—снега и льды. Таковы полярные страны, а также вершины горных хребтов, имеющие большую высоту над уровнем моря. Известно, что чем выше поднимаемся мы над поверхностью земли, будь то даже летом и под тропиками, тем температура падает ниже. На сравнительно небольшой высоте, несколько различной для разных стран, она настолько низка, что снег и лед остаются лежать в виде вечных снегов и горных ледников.

В полярных странах и на вершинах высоких гор отложения снега и льда должны рассматриваться так же, как и отложения других горных пород.

Нередко они залегают, переслаиваясь с отложениями песка и глины, как, например, на Ляховских островах в море Лаптевых, у берегов Сибири. Но, резко отличаясь по физическим свойствам от остальных, общеизвестных горных пород, снег и лед отложений претерпевают позднейшие, только им свойственные изменения.

Снег, накапливающийся в полярных странах, например, в Гренландии и на вершинах высоких гор, под собственной тяжестью уплотняется в зернистую массу—фирн. Превращение снега в фирн происходит под влиянием действия на него лучей солнца, вследствие чего с поверхности снега вниз просачивается понемногу вода, а снизу происходит поднятие паров воды, проникающих через толщи снега. В результате этого сложного процесса масса снега постепенно переходит в агрегат зерен льда, сцементированных между собой снегом.

Под влиянием давления вследствие смерзания зерна фирна образуют сплошной белого цвета, непрозрачный, пронизанный пузырьками воздуха фирновый лед, а затем голубой, прозрачный глетчерный лед.

Закрывающийся в массе льда воздух не всегда успевает удалиться, и в таком случае вследствие уплотнения льда находится там под высоким давлением, достигающим 10 и более атмосфер. Этим объясняются случаи разрыва огромных ледяных глыб при незначительном нарушении целостности их поверхности и происходящий с оглушительным треском распад ледяных гор—айсбергов.

Скопляющиеся в долинах высоких зон горных хребтов массы льда называются горными ледниками, или глетчерами. На обширных равнинах полярных стран образуются материковые ледники.

Среди горных ледников различают альпийский и скандинавский типы. Альпийские ледники образуются в долинах на вершинах гор, а скандинавские—на высоких плоских возвышенностях—плато.

Под действием собственного веса лед начинает течь. Это явление свойственно и другим твердым телам. Таковы, например, твердый сапужный вар и асфальт. Кусок сапужного вара или асфальта, брошенный на твердую поверхность, разбивается на остроугольные осколки. Но эти же обломки, сложенные в стеклянную воронку, через достаточно длительный промежуток времени постепенно сливаются вместе, образуют горизонтальную поверхность

и, оставаясь все время твердым хрупким телом, медленно вытекают твердой струей из отверстия воронки.

Лед глетчера под давлением собственного веса начинает течь, подобно реке, заполняя углубление долины и унося в своем течении обломки скал, падающие на него сверху или захватываемые нижней поверхностью ледника на дне долины. Но течение его, конечно, очень медленно и только в редких случаях измеряется несколькими метрами в день.

* *
*

Фирновые поля ледника Федченко имеют вид сверкающей снежной равнины; на белом фоне ее поверхности резко выделяются темные скалы и верхушки гор, подножье которых скрыто на глубине 1000 м под поверхностью грандиозных навалов снега. Разделяющие горы и скалы глубокие долины доверху завалены снегом, поверхность которого и образует «равнину». Эти массы снега, спускающиеся по обе стороны вниз от Язгулемского перевала, образуют фирновую область гигантского ледника. На север фирновая область простирается до перевала Абдукагор II.

Снега зимой там выпадает столько, что ежегодно откладывается толстый слой фирна. Таяния в этой области не заметно, и здесь даже в солнечный день нельзя найти ни капли воды. В фирновом льду этой области под покровом снега часто встречаются трещины до 0,5 м шириной.

Не доходя до перевала Абдукагор II, в глетчер впадает справа ледник Витковского, поверхность которого образует резкий угол с поверхностью главного ледника: кажется, что ледяной приток подтекает под массу льда глетчера.

Далее вниз от вершины перевала Абдукагор II по направлению к повороту в долину Танымаса, куда ледник Федченко выступает небольшим языком через пологий перевал, число трещин увеличивается, а слой покрывающего снега становится тоньше и плотнее. В нижних частях этой зоны снег исчезает совершенно, и видна поверхность чистого льда, на которой в солнечный день сверкают лужицы воды. Здесь же вдоль крутых берегов на поверхности ледника появляются узкие полоски об-

ломков скал, камней и щебня, упавших со склонов, обрамляющих долину ледника гор.

Чистый лед, покрытый нагромождениями ажурной снежно-ледяной корочки, тянется от поворота в долину Танымаса до ледника № 4; в некоторых местах этой части ледника поверхность льда покрыта торчащими вверх тонкими ледяными сосульками до 50 см высотой.

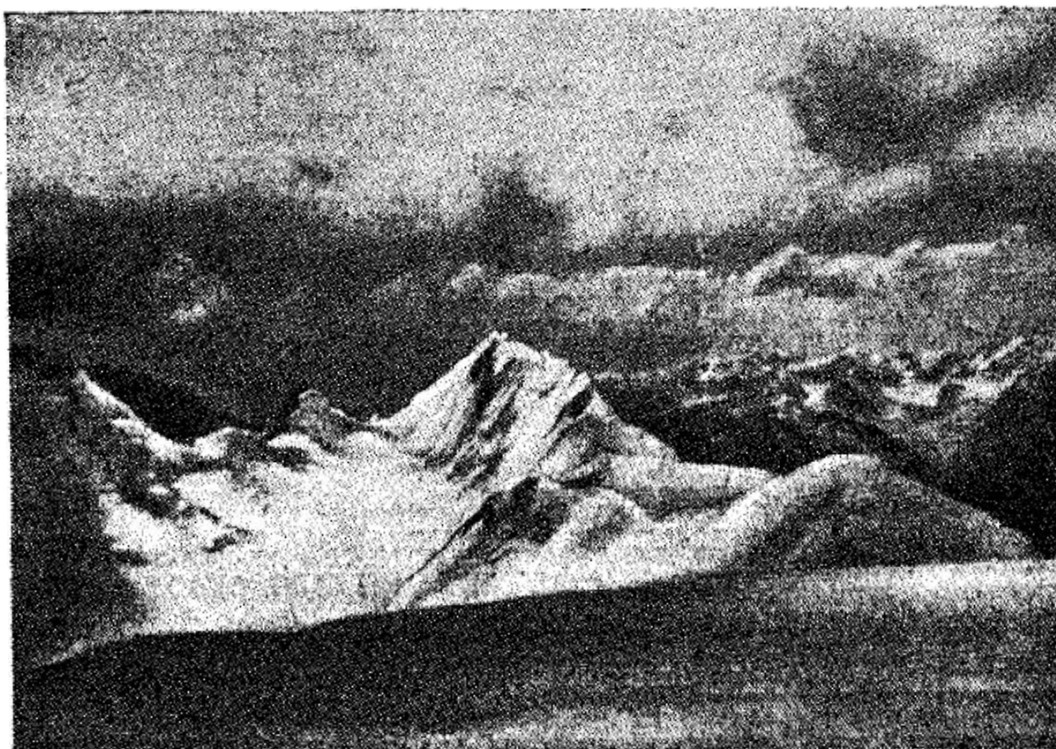
Чуть дальше Танымасского языка слева впадает широкий ледник Академии Наук. В месте слияния подпирающих друг друга глетчеров лед поднимается выпуклостью вверх. Далее к северу в гигантский ледяной поток справа плавно вливается ледник Наливкина. Против впадения этих ледников поверхность льда образует два значительных перегиба, покрытых множеством хорошо развитых трещин шириной в среднем около 2 м; однако они не достигают берегов ледника, суживаясь к концам; глубина их доходит до 20 м. Перебраться через них можно только там, где сближающиеся края их образуют узкие ледяные мосты.

Ниже ледника Наливкина падение ледника Федченко увеличивается, и ширина трещин доходит до 10 м и более, а глубина их уже превышает 30 м. Южный край трещин большей частью несколько выше северного, и поверхность ледника приобретает вид пологой лестницы.

Чем дальше ледник движется вперед, тем больше скопляется на нем обломков камня и щебенки, образующих «боковые морены» ледника. Массы льда притоков отгесняют к середине течения лед главного ледника, и его боковые морены, сливаясь с одной из боковых морен притока, удаляются от берегов ледника и образуют «срединную морену», а другая боковая морена притока становится боковой мореной главного ледника.

В нижней части ледяного потока морены уже занимают одну треть его площади. В них накапливается все больше и больше камней, и они превращаются в валы, высота которых, по мере движения вниз ледника, увеличивается и достигает 10 и более метров.

В этой области ледника, где сильно сказывается выветривание льда под действием воздуха и солнечных лучей, часто встречаются ледниковые столы—большая глыба камня, стоящая на подпирающей ее посредине ледяной ножке. Они образуются вследствие обтаивания и испарения льда вокруг каменной глыбы, защищающей нахо-



Фирновые поля западного борта ледника Федченко

Фото Р. Финстервальдера

двинувшуюся под ней часть льда. Каменная крышка стола бывает до 3 м в поперечнике, а ножка высотой до 1,5 м, хотя иногда в толщину имеет не более 0,75 м.

В этой же части ледника появляется уже большое количество потоков талых вод. Ручьи и речки с шумом низвергаются в «ледниковые колодцы», образуемые пропильиванием водой края трещины, стенки которой при дальнейшем движении ледника сближаются между собой.

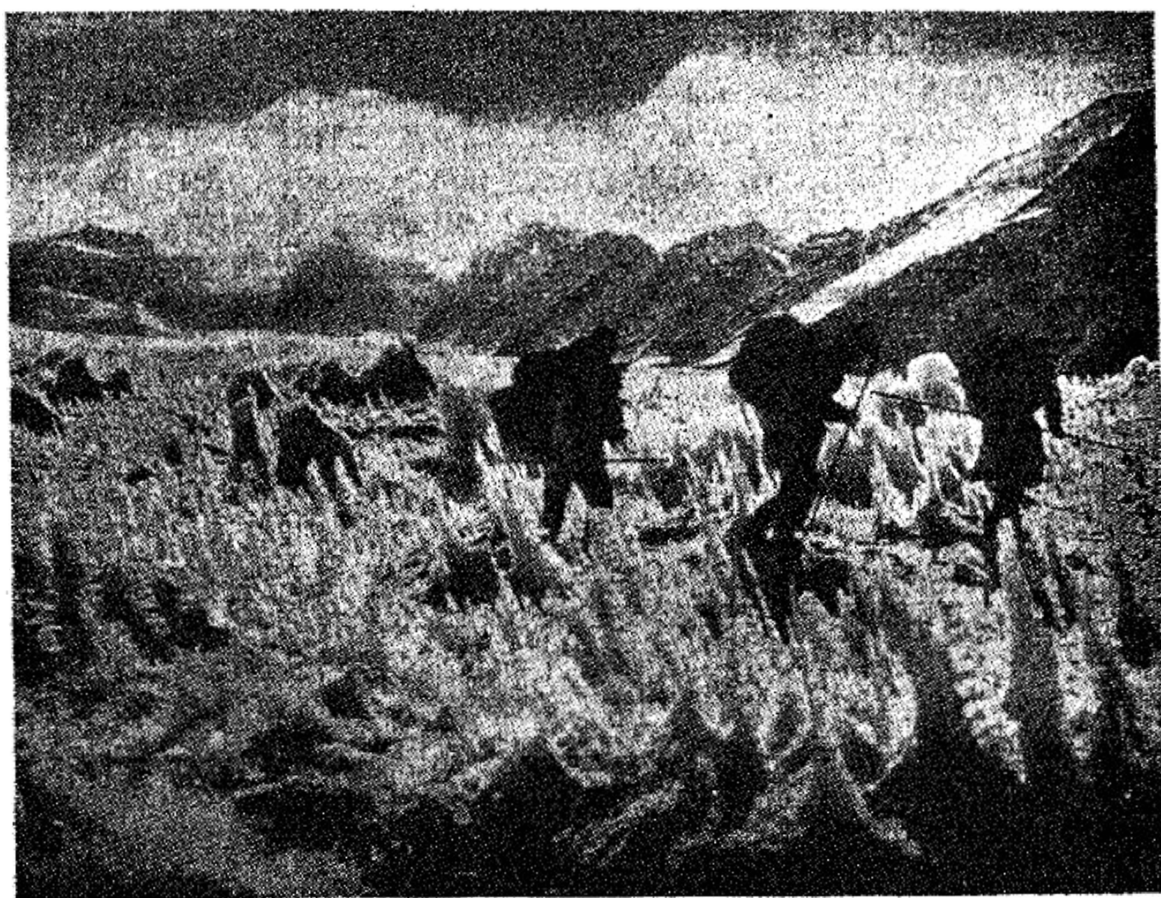
Ручьи текут иногда под тонкой, ажурной коркой льда, покрывающей также небольшие лужи воды. Их так много, что ноги поминутно проваливаются в воду, что превращает такие участки в «ледниковое болото».

Дальше вниз до впадения ледника № 5 на поверхности льда трещин почти нет, а морены занимают уже не менее половины всей ширины ледяного потока. Они то имеют вид продольных валов, поднимая свой гребень более чем на 10 м над поверхностью ледника, то становятся более пологими, но зато расширяются и покрывают большую часть его, оставляя лишь полосы чистого льда. Здесь также много ледниковых столов.

В нижней части этой зоны ледника на полосах льда часты напоминающие сахарную голову бугры высотой до 2 м (сераки). По окраинам моренных полос не редки спрятанные под коркой льда ямы—стаканы, куда глубоко проваливается нога. Эти ямы обязаны своим происхождением неравномерному таянию льда. Но количество ручьев и речек в этой части ледника значительно уменьшается, что объясняется предохраняющим действием более развитого моренного покрова.

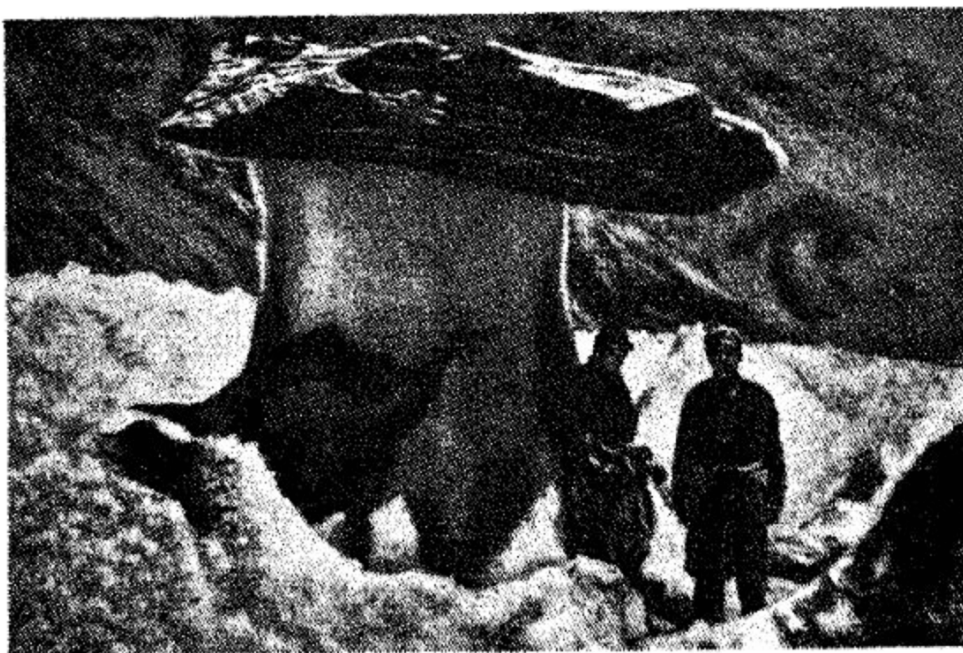
Ниже впадения ледника № 5 чистый лед тянется полосами между валами морен. Но граница между полосами льда и мореной не носит резкого характера; на переходной зоне камнями покрыто около 50% поверхности, и между ними видна поверхность чистого льда; каждый камень лежит на ледяном бугорке, представляя собой зачаточный ледниковый стол.

В зоне ледника, почти сплошь покрытой чехлом морены, под давлением нагромодившихся каменных валов,



Ледяные сосульки на поверхности ледника

Фото Р. Финстервальдера



Ледниковый стол

Фото Г. Бирзак

полосы льда коробятся горбом, а на поверхности их стоят рядами похожие на сахарные головы высокие ледяные бугры. В долинках между гребнями этих бугров текут ручьи, исчезающие в колодцах, которые уходят в глубь толщи льда. Дальше вниз по течению ледника полосы льда постепенно суживаются и, наконец, совершенно исчезают.

Весь ледник на протяжении последних километров покрыт сплошным каменным чехлом морены, который местами имеет вид каменной россыпи, а местами на нем возвышаются валы из обломков скал и камней. Там, где лед под ним рассечен трещиной, наблюдается хаотическое нагромождение обломков скал на пиках и гребнях льда. Скопления каменного материала морен состоят из обломков различной величины—от мелких камешков до глыб в несколько кубических метров. Очень часто встречаются котловины и воронки глубиной до 40 м. Вдоль покрытых чехлом морены ледяных холмов текут ручьи, уходящие в небольшие ледяные гроты и галереи, стены которых синего цвета разных тонов и оттенков.

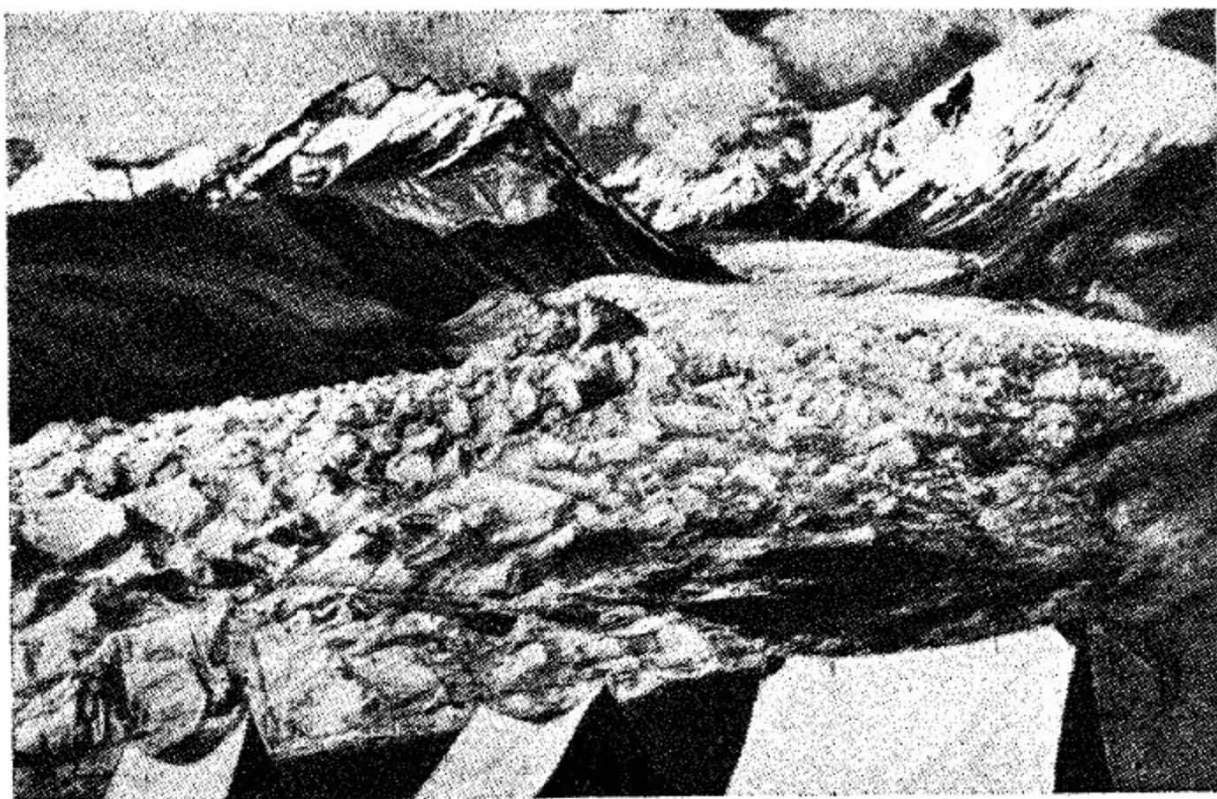
Гигантский ледник Федченко оканчивается тремя языками, спускающимися в долины Малого Танымаса, Бальянд-киика и Сель-дары.

Морены в долине Малого Танымаса отличаются своим цветом от остальных. Они поросли кустиками растений. Это—неподвижные отложения, и если глубоко под ними, может быть, есть лед, то он тает пассивно, не продвигаясь вперед.

Такой же облик имеет выступ ледника в долину Балянд-киика: там также нет обнажений льда, и морена оседает медленно и спокойно над тающим глубоко под ней льдом.

Третий выступ ледника уходит дальше к северу в долину Сель-дары. Там у конца ледника обнажаются крутые стены льда. Широкая полоса моренных отложений у основания стен обрамляет язык ледника. Дальше к северу она переходит в отложения гальки, вынесенной туда потоками ледниковых вод, которая так обработана водой, что теряет следы своего происхождения из морен.

Примерно у конца ледника находится громадная провалина, на дне которой образовалось озеро. В него летом



Ледяные сераки на поверхности второго Танымасского ледника

Фото Я. И. Беляева

со страшным грохотом низвергаются каменные глыбы морен, лежащие на подтаивающих берегах.

Язык ледника движется со скоростью 20—25 м в год. Однако скорость движения не постоянна: бывает, видимо, что движение вперед совсем прекращается, и конец ледника быстро тает, не заменяясь новыми массами льда. Тогда стена льда должна отступать назад. Таким образом, язык ледника то наступает вперед, то снова отступает, колеблясь около определенной средней границы. За последние 60 лет было два периода таких колебаний.

* *
*

Ледники Памира играют очень важную роль для климата окружающих областей. Они аккумулируют огромную массу воды в виде снега и льда, оказывают большое влияние на температуру и влажность соседних местностей и дают начало главнейшим рекам Средней Азии.

Изучение ледников имеет огромное теоретическое и практическое значение. Как признают многие крупные иностранные ученые, древнее оледенение Памира представляет более замечательный пример ледниковых явлений, чем хорошо изученные Альпы.

В последнее время явления оледенения высокогорных областей объясняют двумя «климатическими» гипотезами. Одна из них, наиболее распространенная, считает, что толчок к оледенению дал понижение средней температуры лета, при довольно постоянном количестве годовых осадков. Махачек, изучавший древнее оледенение Тянь-шаня, пришел к выводу, что в условиях сухого климата Азии возможно объяснить древнее оледенение только понижением температуры. К этой же точке зрения присоединились крупнейшие современные климатологи Кеппен и Вегенер. Но данному мнению противопоставляются в последние годы взгляды ряда авторитетных метеорологов: Фиккера, Симпсона и др., которые считают, что главным образом увеличение осадков является причиной оледенения. Климат Альп во время оледенения определялся в значительной степени, по мнению Симпсона, влиянием холодных ветров, дувших с соседнего Северо-Европейского ледникового щита. Но и изменение климата Памира, удаленного от областей равнинного оледенения, было тоже отзвуком влияния равнинных оледенений. Пути циклонов

в это время передвинулись к югу, и огромная широтная полоса гор Средней Азии оказалась преградой их движению.

Если древнее оледенение было вызвано исключительно увеличением количества осадков, то с изменением этого условия ледники должны убывать. Фиккер считает, что такое убывание имеет место сейчас в Средней Азии и что огромные современные ледники Памира представляют собой остатки более мощных древних ледяных покровов и потоков. Значительное их уменьшение уже вызвало в историческое время гибель богатых древних земледельческих культур, следы которых найдены в Кызыл-кумах, Кара-кумах и других местах. Количество воды, поступающей с гор, непрерывно уменьшается, и ее в дальнейшем будет все меньше и меньше. Сельское хозяйство Средней Азии в силу этого обречено на жестокую борьбу за воду. Этот прогноз, согласно Фиккеру, должен дать себя почувствовать в ближайшие десятилетия.

Советский ученый К. К. Марков опровергает и во всяком случае значительно смягчает выводы Фиккера. Он отмечает, что проблема оледенения в Средней Азии далеко не решена и что в виду большого теоретического и прикладного значения необходима ее широкая постановка.

Для хлопководства плодородных долин Узбекистана и Таджикистана глетчеры Памира и среди них ледник Федченко, питающий своими водами рр. Бартанг, Ванч, Язгулем, Мук-су и в конечном счете Аму-дарью, имеют исключительно большое значение.

Поэтому в целях изучения движения конца ледника (твердый сток), высоты снеговой линии, колебаний температуры на поверхности его, стаивания льда, образования и движения морен, появления и исчезновения трещин и других явлений на леднике Федченко была построена высокогорная метеорологическая обсерватория.

Материалы для сооружения ее были доставлены с большими трудностями по льду глетчера к месту постройки, которое выбрали в среднем течении ледника на возвышении, окруженном с трех сторон льдами, против впадения в глетчер ледника-притока, спускающегося с перевала Кашал-Аяк. Оттуда видно все нижнее течение ледника Федченко и его притоки.

Сборка здания производилась при 30° мороза и ура-

ганном ветре, и от строителей потребовалось много мужества, терпения и выносливости, чтобы справиться со своей задачей. Не один раз порывы бури разрушали лагерь строителей, оставляя их без крова среди разбушевавшейся стихии. Но строители победили все препятствия, соорудив среди льдов современную обсерваторию с жилыми помещениями и снабдив ее инструментами и годовым запасом продовольствия. И теперь советские ученые, зимую среди ледников Памира, из года в год ведут метеорологические и гляциологические наблюдения. Эта обсерватория представляет один из важнейших узлов в сети метеорологических станций Союза ССР.

Тундры Сибири

Подобно поясу жарких сухих пустынь, окаймляющему азиатский материк с юга, от Каспийского моря до берегов Тихого океана, на севере его тянется сплошная полоса холодных, сырых тундр от берегов Белого моря до Берингова пролива. И так же, как пустыни, северные тундры привлекали к себе исследователей и путешественников.

В середине XVIII столетия штурман Семен Челюскин проплыл по р. Енисею и прошел вдоль северных берегов Сибири, побывав на самом северном мысе полуострова Таймыр, далеко выступающего в Северный Ледовитый океан.

Во время своего путешествия С. Челюскин записывал наблюдения над состоянием погоды и строением берегов этой далекой окраины нашей страны. Вот некоторые из заметок, сделанных этим отважным исследователем сибирской тундры, который совершил свое путешествие в тот век, когда не было ни радио, ни электромоторов, ни даже паровых машин. Они относятся к маю 1742 г., когда он двигался с тремя нартами вдоль берега моря:

4 дня мая 1742 г.

«Погода пасмурная со стужей, пополудни в 1-м часу поехал в путь свой.

Здесь мыс высоким яром, на котором земля глина.

Погода пасмурная, туман велик, что ничего не видно. Берега высокие, по которому земля глина и камень».

5 дня мая 1742 г.

«Погода пасмурная, снег и туман великий, так что

ничего вперед не видно, а для того стояли на месте, понеже описание чинить не можно.

Берег пологий и высокий, по которому земля глина». 8 дня мая 1742 г.

«Погода мрачная с просиянием солнца и великая по-земная метель, так что ничего не видно, стояли на месте».

В середине прошлого века большое путешествие по Сибири совершил наш ученый-натуралист А. Миддендорф, оставивший подробное описание его в своей большой работе «Путешествие на север и восток Сибири».

Он был командирован Академией Наук на Таймырский полуостров и в Якутскую область для изучения климата этих областей и постановки наблюдений над температурой земли на различной глубине в полосе холода—в Якутске.

А. Миддендорф из Красноярска с большим трудом дотащился с тремя спутниками по «почтовому тракту» до Туруханска. Там он с помощью ручного бура произвел наблюдения над температурой земли на различной глубине.

Приготовившись к дальнейшему путешествию, экспедиция выехала в село Дудинку, лежавшее на северной границе произрастания лесов.

Пользуясь упряжными собаками и оленями, которых запрягают в легкие нарты, экспедиция из Дудинки проехала в село Введенское, а оттуда большой Низовой тундрой до рч. Дудыпты и далее до озера Таймыр.

Подвигаясь в северо-восточном направлении к р. Боганиде и через Белый хребет, они попали в Холмистую и Нагорную тундры, разделенные долиной реки на Малую Низовую и Авамскую тундры. Далее на север на берегах р. Дудыпты оказалось криволесье, что объясняется только защищенностью его от северных холодных ветров.

Путешествуя то вместе с кочующими ненцами, то в одиночестве на нартах, запряженных быстроногими оленями, то в челноке по рекам и озерам, А. Миддендорф, часто рискуя жизнью, объездил весь Таймырский полуостров. Наконец, потерпев крушение на лодке, он должен был ждать в течение 20 дней, пока его больного и истощенного голодом подобрала команда ненцев и доставили на оленях в русское село, так как его спутники ушли за помощью пешком и во-время не успели возвратиться.

Эта огромная область тундр была совершенно без-

людна, и до устья р. Таймыр, впадающей в Ледовитый океан, не доходили даже кочующие на оленях вездесущие ненцы. Предоставленные собственным силам, А. Миддендорф и его спутники сделали много интересных наблюдений, объясняющих условия образования тундр.

А. Миддендорф отметил, что при полной противоположности между степями и холодными тундрами немногие породы произрастающих в этих областях растений, по его мнению, относятся к близким между собой видам. Он объясняет это тем, что те и другие должны приспособиться к ветру, который властвует и в степях и в тундре.

Несмотря на недоступность Таймырского края, старинные западноевропейские карты дают удивительно правильное представление об очертаниях этого полуострова, его реках и озерах, но источник происхождения этих сведений о Таймыре не ясен. Достоверны лишь путешествия к северной оконечности этого полуострова упомянутого уже Семёна Челюскина и Лаптева, которым удалось обогнуть самую северную область азиатского материка.

В наше время тундра исследуется планомерно с 1928 г. для выяснения условий возможного развития в ней оленеводства и изучения растительного мира. Многочисленные исследовательские партии рассыпались на просторах от Кольского полуострова до р. Оби, на Анадыре и Пенжине, на Таймырском полуострове (в лесотундре) и на Чукотке.

В целях изучения своеобразного явления вечной мерзлоты, очень распространенного в области тундр, но встречающегося и в других местах, основан особый институт, работающий под руководством акад. В. А. Обручева.

Сперва Комиссией по изучению вечной мерзлоты, а затем Институтом были обследованы бассейн р. Воркуты, низовья Енисея, окрестности Якутска и организованы постоянно действующие станции в районах вечной мерзлоты—на р. Воркуте, на Игарке и на Чукотском полуострове.

* *

*

К северу от линии: Обдорск—низовья р. Таза—устье притока Енисея р. Хантайки—Индигирка—Нижне-Колымск—верховья р. Анадыря, лежит полоса сибирской тундры, захватывающая все побережье и часть островов Ледовитого океана.

Вошедшее в географию всех народов слово «тундра» имеет финский корень, и точное его значение неизвестно. Жители севера Сибири под тундрой понимают безлесные пространства севера и торфяники, но в науке под тундрой или тундровой зоной подразумевается географическая зона, характеризующаяся определенным типом растительного покрова.

Резкую границу между тундрой и северными болотами и лесами провести нельзя, и они постепенно сменяют друг друга; тундра вторгается в область покрытия лесами северных болотистых равнин Сибири, а леса часто покрывают изолированные участки среди тундр; однако можно наметить зоны, где при переходе от лесных участков к тундрам меняется тип растительности, и их можно считать южными границами тундр.

Причиной изменения характера растительности при переходе к тундрам служит низкая средняя температура почвы тундр и господство на их пространстве сильных ветров. Деревья приобретают печальный вид, горбятся и становятся ниже. Сердцевина их часто загнивает, и дерево гибнет. Верхушки наклоняются в направлении, противоположном господствующим ветрам. Остаются лишь немногие породы деревьев, могущие приспособиться к условиям холодных, ветреных погод, покрывающие так называемую лесотундру. Растительность болот также становится беднее; поверхность заболоченных пространств зарастает лишайником. Глубина болот становится меньше, а слой торфа—значительно тоньше.

Совершенно очевидно, что для растительности на поверхности земли существуют северные границы, дальше которых она не может нормально развиваться, и их устанавливает средняя годовая температура.

Далее к северу, где на невысоких плоскогорьях появляются вечные снега и льды, перемежающиеся арктической щебневой пустыней, лежит северная граница тундр, которая пересекает Новую Землю, острова Франца-Иосифа и часть Новосибирских островов.

Так арктическая полоса делится на две зоны: северную — снеговую и южную — тундровую, ограниченную с юга зоной лесов.

Климат тундровой зоны довольно разнообразен. Средняя годовая температура в различных ее частях меняется от -4 до -17° , что объясняется влиянием морских тече-



Гольцовая тундра. Приполярный Урал

Фото Г. Г. Леммелна

ний и температуры вод Ледовитого океана. На западе она умеряется теплым течением Гольфштрема, в центре и на востоке охлаждается водами Берингова моря. Несомненно, что южная полоса тундры приблизительно параллельна побережью Ледовитого океана.

Средняя температура самого жаркого месяца—июля—в полосе тундры колеблется от $+3^{\circ}$ на севере Таймыра до $+14^{\circ}$ на южной границе тундр. Зимой она падает, достигая в среднем (январь) от -16° на Новой Земле до -40° в Якутии.

Климат тундр очень суров, так как на просторе тундр свирепствует жестокий ветер, скорость движения которого достигает 6—7 м/сек. Он сносит с возвышенных мест снега в низины, загромождая их мощными сугробами.

Количество осадков в тундре не велико и составляет в ее различных частях не более 150—400 мм, из которых только 10% приходятся на зиму. Поэтому слой снега, покрывающий безлесные равнины тундр, не превышает 15—20 см. Только в лесотундре он достигает 40—60 см.

Температура почвы тундр не высока, а с углублением быстро понижается и, наконец, падает до нуля. Начинается слой вечной мерзлоты. Это явление наблюдается на огромных пространствах тундр, и лишь на небольших участках в лесотундрах, где имеются проточные воды, исчезает слой вечномерзлых грунтов. Даже на юге лесотундры на Дальнем Востоке температура почвы летом на недолгий срок поднимается до 10—15°, а на Таймыре она в июле и августе на глубине 20 см не превышала 0—5°.

По мере движения с юга на север и проникновения в зону лесотундр ландшафт меняется: деревья становятся ниже и реже, переходя в кустарник; они уже не образуют сплошных лесов, а разбиваются на группы и заросли, разделенные безлесными площадями. Это редколесье, по мнению некоторых исследователей, объясняется сухостью воздуха в тундре во время длительной зимы, когда влага почвы замерзает, а сильные ветры сушат растительность и почву.

Однако в последнее время возникают сомнения в правильности этого объяснения, и некоторые исследователи считают причиной этого явления недостаток поступления влаги в ткани дерева в течение летнего периода и недостаток питательности почвы тундр. Опыты также показали, что при температуре ниже —20° растения не могут испарять заключающуюся в их тканях влагу.

Деревья лесотундры, как и песчаных, сухих пустынь, имеют своеобразный облик, резко отличающий их от деревьев зоны лесов: они достигают в высоту не более 6—8 м, а в толщину—не более 30 см; их тонкий ствол искривлен и наклонен в сторону от господствующих ветров.

В сибирской лесотундре произрастает лиственница, а на востоке—тополь, береза и древовидная ива. Эта замена вечнозеленых сосен и елей лиственными деревьями объясняется воздействием сухой, суровой зимы, которой лучше противостоят породы, сбрасывающие листья.

В зависимости от свойств грунта тундры ее растительный покров резко меняет свой характер. Песчаная и щебенчатая почва редколесья, где не бывает толстого слоя снега, покрывается лишайником. Лишайниковые ельники иногда встречаются в самой южной части лесотундры от Белого моря до Енисея. Но больше всего в лишайниковой лесотундре Сибири сибирской лиственницы с де-

ревьями высотой от 5 до 8 м. В ней не только почва, но даже ветви деревьев покрыты прядями лишайника. На террасах речных долин эти деревья гуще и выше, и им сопутствует подлесок из березы и ольхи. В южной лесотундре к лиственнице примешивается и ель.

Там, где песчаная почва заменяется хорошо дренированной глинистой, лиственничные леса становятся еще более угнетенными, чем на песках: деревья ниже, верхушки искривляются еще более и сохнут. Почва таких лесов покрыта мхом.

Моховые лиственничные леса встречаются по склонам холмов южной лесотундры, а севернее их можно встретить лишь по краям речных долин. Они обычно гуще лишайниковых, но перемежаются безлесными, покрытыми кустарником участками, которые к северу становятся все чаще, и лесотундра переходит в моховую тундру.

На площадях с более богатыми почвами и залеживающимся снегом и обильной водой весной вместо лишайников и мхов развиваются разные травы, покрывающие землю между деревьями и кустами лесотундры. В равнинной лесотундре Сибири и Дальнего Востока много таких травянисто-кустарниковых лесов по речным долинам. В них встречаются красная смородина и другие кусты. К этому виду лесного покрова близки березовые, тополевые и ивовые леса восточной Якутии и Дальнего Востока, заходящие далеко в лесотундру бассейна Анадыря и Пенжины.

* *
*

Лесотундра служит переходной зоной к кустарниковой тундре, где уже не растут деревья, а вместо них—кустарниковые ива и береза и вечнозеленые кустарнички тундровой зоны. Существование кустарников обусловлено еще довольно значительными по сравнению с более северными частями осадками и большей защищенностью от зимних ветров. Кустарниковая тундра также бывает лишайниковой или моховой. На песках и щебнистых почвах земля между кустами покрывается сплошным лишайником, а на суглинках—мхом.

Дальше к северу зимой ветры так жестоки, что уничтожают все побеги, поднимающиеся над поверхностью тонкого снегового покрова. Кустарники исчезают и встречаются лишь на склонах, хорошо защищенных от ветра



Типичное полярное болото близ поселка Саранпауль.
Пряполярный Урал
Фото И. А. Бондарева

снегом. Начинается наиболее типичная тундра. Возрастает количество озер и болот в низинах. Все плоские повышенные пространства и открытые склоны холмов покрыты лишайником и мхом. На бесснежных местах развивается пятнистая тундра, покрытая пятнами расплывшихся суглинков, разделенных между собой полосами растительности. При этом голые пятна занимают повышенные участки, а растительность прячется в защищенных снегом ложбинках.

Там, где зимой задерживается снег, можно наблюдать тундровые луга. Это лужайки, на которых растут разнообразные травы. По краям сугробов, лощин и оврагов, где скапливается много снега, травы так разнообразны и ярки, что лужайки кажутся цветниками на однообразном фоне лишайников и мхов. Там можно встретить злаки и цветы, нередко попадающие, не успев отцвести, под новый снеговой покров. Эти лужайки сходны с альпийскими лугами горных стран.

Наконец, еще далее на север лежит зона арктической тундры. Зимние ветры там еще более суровы, а снеговой покров тоньше и прибивается ветрами так, что по нему можно ходить, не проваливаясь, без лыж. Поверхность почвы от мороза разбивается трещинами на плоские кочки. Лед в трещинах сохраняется до середины лета. Появляются пятна расплывающегося суглинка. Лишайниково-моховый покров сохраняется лишь в ложбинках, где растут только самые выносливые из растений тундры. На открытых местах растительность исчезает, и только изредка встречаются отдельные небольшие группы цветковых растений. Далее к северу тундра кончается, и начинается зона арктических пустынь.

Появление тундр относится к началу последнего ледникового периода на Земле. Вдоль всей границы льдов тогда лежала тундра, подобно тому, как в наше время она лежит на границе льдов в Гренландии и на полуострове Лабрадор. Ландшафт древних тундр ледникового периода, повидимому, не отличался от современного, о чем можно судить по ископаемым остаткам.

В тот период, как и в наше время, полоса тундр отделялась лесами от полосы степей. При изменении климата эти полосы перемещались. По мере отступления льдов на север на тундры надвигались леса, а вслед за ними распространялась далее к северу и степь. Наступившее в позднейшее время и продолжающееся до наших дней

ухудшение климата позволило тундрам продвинуться несколько на юг и занять местами часть прежней полосы лесов.

* *

*

Чрезвычайно характерное явление тундровой зоны— вечная мерзлота, которая встречается, впрочем, и в других районах с низкой средней годовой температурой.

Хотя с этим явлением приходилось сталкиваться людям с чрезвычайно давних времен, однако планомерное изучение его началось очень недавно.

Теперь поясом вечной мерзлоты называют слой почвы, в котором круглый год температура стоит ниже точки замерзания воды. В зависимости от количества влаги в этом слое почва может походить на лед, на замерзшую массу или, если она суха, по виду ничем не отличаться от обычного состояния ее (например, слой сухого песка).

Местные жители—якуты, чукчи, тунгусы и якутские казаки—не только знали о вечной мерзлоте, но даже устраивали погреба, в которых сохраняли в замерзшем состоянии продукты. Учеными первые сведения о ней были получены во время находок в Сибири сохранившихся трупов мамонтов, но впоследствии с вечной мерзлотой пришлось столкнуться при сооружении водопроводов и постройке зданий, так как условия мерзлых почв опрокидывали все расчеты: вода в зарытых в землю трубах замерзала и разрывала их, фундаменты и здания неожиданно разрушались.

Однако даже в XIX в. некоторые геологи, как Леопольд фон Бух и др., еще не хотели верить в существование вечной мерзлоты, так как не могли себе представить, чтобы в почве выше вечномерзлого слоя могли расти высокоствольные деревья. Но русские ученые продолжали изучение вечной мерзлоты, существование которой и было доказано Миддендорфом. Он писал:

«У Таймырского озера на открытой возвышенной тундре... прокопали мы растительный слой земли, песок и глину, но на глубине 18 дм (0,46 м) встретили крепко замерзшую землю... Под мхом на низменностях на глубине нескольких, даже 2 ф. (0,6 м), уже оказывался лед, в котором даже в августе незаметно было признаков таяния».

Этот опыт был сделан Миддендорфом во многих других местах тундры, где также была встречена мерзлая почва. Ее находили и многие другие исследователи Сибири. В настоящее время известно несколько сот пунктов, где под обычной почвой лежит вечномерзлый слой, иногда очень большой толщины.

В разных местах он лежит на различной глубине. Так, в Мезени тундра, как нашел Миддендорф, летом не оттаивала глубже чем на 2 м, в Березове (на р. Оби) в 1821 г. была вскрыта могила сподвижника Петра I—Меньшикова, и его труп через 92 года после погребения оказался нетронутым гниением вследствие низкой температуры почвы. В Иркутской области при разведках на золото близ дер. Дальняя Муя мерзлую почву нашли, начиная от первого до восьмого метра в глубину, но в других пунктах она начиналась и гораздо глубже.

Известно много случаев, когда вечномерзлая почва имеет значительные прослойки чистого льда. Так, еще в XVII в. Вуд нашел на Новой Земле в почве под слоем земли толщиной 1,8 м слой «крепкого, как мрамор», льда. Вблизи побережья Ледовитого океана крутые берега рек состоят из слоев почвы и твердого льда, как это нашел Геденштром. Описывая Большой Ляховский остров, Бунге говорит: «Иногда видны прямо колоссальные ледяные массивы такой мощности, какую мне не приходилось наблюдать на Лене и на Яне. В одном месте вертикально стоящая ледяная стена достигала 72 ф. (22 м). Лед мутный, содержит много воздушных пузырьков и землистых примесей».

Очень интересно установить, когда же образовалась вечная мерзлота.

Одни ученые считают, что это явление связано с современными климатическими условиями: там, где средняя годовая температура ниже нуля, существует и образуется вечная мерзлота, конечно, при том условии, если другие обстоятельства не мешают ее образованию.

Так думает, например, Шостакович, который говорит: «Нам кажется, что присутствие вечной мерзлоты в тех местностях, где годовая температура воздуха ниже 0° и где почва не защищена толстым снежным покровом, легко может быть объяснено ежегодным избытком отрицательных температур. Почва в течение зимы теряет значительно больше тепла, чем получает его летом... С каждой зимой

толща мерзлого слоя будет увеличиваться до тех пор, пока промерзание не достигнет тех глубин, где проникающий холод будет уравниваться теплотой более глубоких слоев почвы. С этой точки зрения образование мерзлоты представляется явлением современным и вполне объяснимым действием существующих условий».

Сторонники этого мнения в подтверждение того, что образование вечной мерзлоты в Сибири началось в последнем, четвертичном, периоде существования Земли, приводят в виде доказательства находку в 1912—1913 гг. при поисках на золото в верховьях р. Хара-гол, правого притока р. Орхона (в 213 км к югу от Кяхты), в слое вечной мерзлоты остатков неолитического человека очень высокой культуры, умевшего уже обрабатывать металлы и делать изящные вещи из камня и рога.

Однако наличие мощных слоев чистого льда на большой глубине не объясняется сторонниками этих взглядов, и ископаемый лед они принуждены считать наследием более древних геологических эпох.

Если даже считать, что подобное образование на большой глубине льда и мерзлых почв могло происходить под влиянием современного климата, то потребовались бы такие промежутки времени, которые все равно отодвинули бы начало образования их к ледниковому периоду и дальше.

Поэтому естественнее предположить, как делает это Григорьев, что «в районах, где встречаются постплиоценовые ископаемые льды, мерзлота существовала непрерывно с самой ледниковой эпохи» и что «если вечная мерзлота возникла в предшествующую нашей геологическую эпоху, то в настоящее время она сохраняется лишь в тех районах, в каких она могла бы развиться и сейчас, так как иначе она уже давно успела бы исчезнуть».

Доказательством древнего происхождения вечной мерзлоты сибирской тундры и служат находки сохранившихся в ней трупов мамонтов и носорогов, живших несколько десятков тысяч лет тому назад.

Вот как описывает геолог Воллосович гибель мамонта, труп которого был найден в 1844 г. на берегу р. Санга-Юрях: «Он погиб летом (на нем цел густой подшерсток); подойдя к берегу, где была мерзлая почва со включением ледяных слоев, он завязнул в грязевых потоках. Он долго дергал правой задней ногой, пытаясь выбраться

из грязи, но неудачно и свалился на правый бок. Его заливало грязью все больше и больше, хищники растаскали из его тела все, что могли, пока не залило его всего потоком грязи. Из его трупa сохранилось лучше то, что было ближе к тогдашней вечной мерзлоте».

Известный исследователь Сибири Черский нашел в Нижнеудинской пещере (под 54° с. ш.) замерзшие остатки песка. Значит песок, обитатель полярных стран, жил когда-то так далеко на юге, где, очевидно, в те времена был суровый, полярный климат. Его труп пролежал в промерзшей пещере, которая еще не успела с тех пор оттаять, и сохранился до наших времен.

Очевидно, и вечномерзлые почвы Сибири образовались в ту же эпоху,—такой вывод из этих фактов делает современный исследователь вечной мерзлоты Сумгин М. И.

Что же касается вечной мерзлоты арктических тундр, где и теперь господствует климат Заполярья, то там вечная мерзлота может образовываться и в наше время.

II. ВУЛКАНЫ, МАГМАТИЧЕСКИЕ МАССИВЫ, РУДНЫЕ ЖИЛЫ

Ключевская сопка

Все побывавшие на Камчатке путешественники рассказывали в своих записках о покрытых снегами и льдом огнедышащих сопках полуострова.

Одно из наиболее ранних, дошедших до нас описаний Ключевского вулкана было сделано приказчиком Анадырского «острога» (деревянная крепость) Владимиром Атласовым в XVII в., совершившим путешествие на Камчатку, который пишет: «А от устья итти вверх по Камчатке реке неделю есть гора—подобна хлебному скирду, велика гораздо и высока, а другая близ нее—подобна сенному стогу и выюока гораздо. Из нее днем идет дым, а ночью искры и зарево. А сказывают камчадалы: буде человек взойдет до половины тое горы, и там слышит великий шум и гром, что человеку терпеть невозможно. А выше половины той горы которые люди всходили, назад не вышли, а что тем людям на горе учинилось, не ведают».

Хотя, действительно, восхождение на Ключевскую сопку—очень трудная задача, однако побывавший на Камчатке в XVIII в. «горный кондуктор» Даниил Гаусс поднялся на вершину этого действующего вулкана и оставил очень интересное описание Камчатского вулкана.

«Для восхождения я выбрал,—говорит он,—путь, который обозначен на плане пунктирной линией. С помощью палки с железным наконечником, карабкаясь по льду, я дошел до остроконечной вершины продолговатого и сильно крутого холма. Холм состоит из материалов, скатившихся с вершины горы (вулкана)... Когда вулкан выделяет новый подобный материал или лаву, то эта последняя увлекает скалу и образует новые. Происходящий при опрокидывании и скатывании скалы грохот похож на гро-



Вулканы Камчатки — Харченский и Заречный

Фото В. И. Влодавца

мовой раскат, который слышен часто на расстоянии 100 и более верст. Я заметил в нескольких местах нагроможденные камни, как высокие горы, и подобные этим остроконечным продолговатым холмам, которые были опрокинуты. 4 августа я был очевидцем обвала подобной горы, которая образует в то же время новую подобную гору. Я ожидал на каждом шагу найти свою могилу и, погруженный в глубокое размышление, предавался воле всемогущего. Мое любопытство увлекло меня до самой вершины горы, чтобы там увидеть самый кратер и чтобы дать потомству интересное описание. Подобно делающим открытие, я хотел быть первым вскарабкавшимся на эту гору, тем более, что уже были посланы три лица в различные эпохи для описания этого великого явления природы. Возвратился только один и ничего не мог сказать, кроме слов: «О, как там все страшно», и немедленно после этого умер. Причина их несчастья произошла от их невежества: от того, что они неудачно выбрали день и погибли или от удушливых паров, или были раздавлены падением огромных камней. По мере того, как я двигался

вперед среди длинных холмов, я заметил, что все они были наполнены толстым и блестящим льдом, покрытым в нескольких местах сажей и пеплом, под которым стремительно неслась шумная вода, которая увлекала обожженный материал. Я ожидал каждое мгновение быть раздавленным этой массой, из осторожности я всегда держался сзади этих больших глыб, расположенных на этом склоне. Я шел целый день среди опасностей и трудностей. По мере того, как я приближался к вершине, вода убывала так же, как и скатывание (падение) камней, но зато ветер усилился, и я чуть-чуть не был сброшен. Облака, среди которых я находился, создавали глубокую темноту, которая мешала видеть землю под моими ногами и меня предохраняла от головокружения. Когда я поднялся выше, я заметил достаточно ясно солнце, но холод был такой сильный, как зимой. Я отдохнул в течение нескольких минут, так как слишком долго нельзя заниматься этим делом. Достигнув, наконец, вершины горы, я увидел весь кратер, который имел почти трехугольную форму протяжением в одну версту. Он был окружен лавой. Середина кратера была наполнена лавой в виде корки. Эта лава черная, твердая и была представлена несколькими разновидностями. Она образует возвышенность в 60 и более саженей над краем кратера. Длина по периферии приблизительно около полверсты. На боках этой лавовой горы, кроме главного кратера, несколько значительных отверстий, откуда выходят пары и огонь. В самой горе также слышен страшный шум, как будто она дрожит под ногами. Вредные пары направлялись в мою сторону, испуская сильный сернистый запах. Он принудил меня покинуть эту пропасть возможно скорей, и я употребил на это все мои силы и способности. Непосредственно после этой экспедиции я и мои два компаньона по путешествию лежали в постели больными в течение нескольких дней».

После восхождения Даниила Гаусса в течение длинного ряда лет никому не удалось взойти на вершину сопки. В наше время в 1931 г. на вершину Ключевской сопки поднялись Г. К. Семенов и В. К. Дингес. Они взошли по восточному склону, который до высоты 1700 м идет очень ютлого, далее до высоты 3000 м имеет среднюю крутизну, а выше становится почти отвесным и отличается гладкостью откосов.

Однако эти исследователи преодолели все трудности подъема и поднялись до самого кратера вулкана.

В июне 1935 г. на Ключевскую сопку было совершено восхождение двумя нашими пограничниками, а через месяц—целой группой лиц с геологом В. Л. Кулаковым во главе. В дальнейшем на Ключевскую сопку поднимались несколько раз геологи и наблюдатели Ключевской вулканонологической станции Академии Наук.

Изучив условия подъема, советские геологи сделали его обычным своим делом, которое может быть теперь выполнено каждым, хорошо подготовившимся к подъему, здоровым человеком.

Целью их восхождений было наблюдение вулканического извержения с наивозможно близкого расстояния, взятие проб выделяющихся при извержениях газов и сбор образцов горных пород, слагающих кратер этого вулкана, и т. п. В результате работы наблюдателей Вулканонологической станции замечательнейший из современных вулканов Азии теперь довольно хорошо изучен.



Вулкан—это гора, образование которой связано с наличием канала или трещины в земной коре, из которых извергаются на поверхность земли горячие пары и раскаленные газы, выбрасываются куски раскаленной лавы—бомбы и, наконец, изливается расплавленная лава.

Извержение вулкана может произойти в виде единовременного страшного взрыва огромного количества паров и газов, выносящих с собой массу пепла. Таково было, например, извержение Крака-тау в 1883 г., когда на воздух взлетела большая часть острова, на котором возвышался этот вулкан; на месте его после взрыва оказалось море глубиной 300 м, а поверхность океана покрылась огромным количеством вулканического пепла на пространстве более 20 000 км².

Но чаще извержение вулкана носит характер периодической деятельности. Сперва выбрасываются пары, газы, пепел и камни, а затем из жерла его начинает изливаться лава. Этому явлению предшествует подземный гул и удары землетрясения. На склонах вулкана образуются трещины, из которых также вырываются пары и раскаленные газы. Насыщенные пеплом массы паров и газов

иногда со страшной скоростью несутся вниз по склону вулкана, уничтожая на своем пути леса, селения, пашни и сады.

Температура излившейся лавы бывает около 1100°. В зависимости от состава лава движется с разной скоростью. Кислая лава (с большим содержанием кремнезема) отличается вязкостью и движется сравнительно медленно, выделяя большое количество паров и газов. Извержение ее происходит бурно, со взрывом. Основная лава (с малым содержанием кремнезема) отличается подвижностью и бедна газами и парами.

В результате извержения кислых лав вокруг жерла вулкана скопляются твердые вулканические материалы, постепенно образующие конусообразную гору (тип Везувия). Размеры таких вулканических гор разнообразны—от небольших холмов до гигантских горных массивов, вершины которых могут быть покрыты вечными снегами и ледниками. Основная лава спокойно стекает по очень пологим склонам, образуя вулканы типа гавайских, как, например, Моана-Лоа и Килауэа.

Периоды деятельности вулканов отличаются разнообразной продолжительностью, и потухший вулкан, в течение тысячелетий не проявлявший никакой жизни, может неожиданно пробудиться. Так случилось, например, со считавшимся потухшим Везувием, который в 79 г. нашей эры разразился сильным извержением, во время которого были погребены под потоками смеси воды и пепла цветущие города Помпея и Геркуланум. С той поры в течение почти 2000 лет извержения Везувия повторялись неоднократно через различные промежутки времени, и он перешел в разряд действующих вулканов.

Следующей стадией деятельности вулкана является прекращение излияний лавы, причем из жерла его продолжают выделяться газообразные продукты (пары воды, углекислота, азот, окислы серы, хлор, фтор и другие газы).

Вулканический пепел может переноситься воздушными течениями на огромные расстояния и держаться в атмосфере во взвешенном состоянии в течение длительных промежутков времени. Так, например, при извержении Крака-тау выброшенный им пепел воздушными течениями был обнесен вокруг всего земного шара.

Типичную картину вулканического извержения пред-

ставляла Авачинская сопка в марте 1926 г., которая до этого оставалась спокойной в течение 17 лет.

Над вершиной ее сперва поднялся громадный столб черного дыма. Быстро меняя форму, становясь похожим то на завиток листьев капусты, но на гриб, он принял, наконец, форму кроны итальянской сосны. Не теряя связи с кратером вулкана, столб дыма медленно плыл к берегу океана.

Наконец над кратером взлетели раскаленные докрасна вулканический песок, камни и куски магмы, казавшиеся издали столбом пламени, выброшенные вместе с газами. Они рассыпались блестящим фейерверком падавших дождей камней по склонам горы.

Когда пламя погасло, над вулканом показался столб выброшенных газов высотой около 17 км, прорезаемый яркими огненными полосами молний. Взрывы повторялись несколько раз, а в перерывах между ними из кратера выходила мощная струя сероватого дыма, заменившегося к концу извержения белым паром. От вулкана легли две длинные полосы толстого слоя пепла. Одна из них протянулась далеко на юго-восток по поверхности океана.

На следующий день вулкан дымился, как обычно, и не было никаких признаков предстоящей катастрофы. По склонам его были видны черные потоки грязи от растопленного снега и льда, смешавшихся с пеплом и камнями, которые заполняли ямы и овраги и неудержимо стремились вниз. На третий день жерло вулкана вдруг запылало, огненно-жидкая магма поднялась и заполнила кратер, вулкан выбрасывал раскаленные бомбы и пепел, а вечером 3 апреля из него хлынула лава. Сплошная огненная река разрывалась на отдельные куски, которые низвергались вниз. Поток спускался с быстротой нескольких метров в секунду.

Потом опять начались страшные взрывы газов: огромные черные клубы дыма поднимались на тысячи метров над кратером вулкана и медленно уплывали, из жерла взвивалось пламя и разлетались во все стороны имевшие вид падающих звезд вулканические бомбы; сплошная шапка огненной лавы покрывала вершину; потоки ее стремительно, со скоростью десятков метров в секунду, спускались вниз по склонам горы, а остывшие в воздухе бомбы снова ярко вспыхивали при падении на землю.



Вершина горы Эльбрус, заснятая с Северного приюта

Фото Клопова

В течение нескольких дней пепел засыпал окрестность, превращая день в непроглядную ночь.

Вулканы не разбросаны в беспорядке на всей поверхности земного шара, но почти все расположены вдоль зон разлома земной коры, которые одновременно являются зоной горообразовательных процессов. Одна из них проходит вдоль берегов и цепи островов Тихого океана.

Вулканическая деятельность сыграла большую роль в образовании форм земной поверхности, так как в течение только последней геологической эры вулканами было выброшено около 2 млн. км³ твердых продуктов. В течение предшествовавших, гораздо более длительных геологических эр вулканическая деятельность дала, конечно, еще более значительные результаты, и известны целые горные цепи, сложенные продуктами вулканических извержений, как, например, Каскадные горы в Америке.

Ярким примером значения вулканической деятельности для формирования поверхности земли может служить действовавший в последнюю геологическую эру, но потухший в незапамятные для человека времена вулкан Эльбрус,

об извержениях которого не сохранилось никаких воспоминаний. Эта величайшая вершина Кавказского хребта сложена из изверженных вулканом камней, пепла и излившихся из его жерла застывших потоков лавы, покрытых в настоящее время почти сплошными ледниками.

* *

*

На Камчатке, кроме складчатых горных хребтов, наблюдаются также сбросы и разломы. Они идут в различных направлениях, но в общем продолжают линию разлома земной коры, проходящую вдоль берегов Тихого океана через Японские и Курильские острова. Вдоль этой линии и вытянулись в ряд камчатские вулканы—сопки.

Покрытая снегами и ледниками вершина величайшего из них—Ключевской сопки—возвышается над уровнем моря более чем на 4800 м. Это высочайший из действующих вулканов во всей Азии и Европе. Из ближайших к нему сопкам, составляющих одну группу и, очевидно, связанных между собой, в наше время действует только Плоский Толбачик; остальные девять крупнейших сопкам (Ближний Плоский, Дальний Плоский, Средний, Камень, Безымянный, Зимина, Большая Удина, Малая Удина и Острый Толбачик)—потухшие вулканы.

Из других групп действующих вулканов Камчатки ближе всех к Ключевской сопке Шевелуч на севере от нее и Шапинская сопка на юге.

Камчатские вулканы относятся к типу Везувия и Этны, т. е. конусы и куполы их образованы вследствие нагромождения продуктов вулканических извержений. Они возвышаются на поверхности наклонного плато, также сложенного вулканическим пеплом, песком, выброшенными из вулканических жерл камнями и застывшими потоками лавы. В самой высокой части оно приподнято на 1300—1400 м над уровнем океана. Такие плато на Камчатке называют долами.

Ключевской дол, окаймленный долинами рр. Камчатки, Толбачик и Хапичей, через Высокий дол соединен с горным узлом хребтов Кумроч, Тымрек и Николка.

До высоты 800 м склоны сопкам покрыты лесом, до 100 м—кустарником, выше—до 1500 м—зеленеют альпийские луга, над которыми до 2000 м склоны покрыты лишь скудной растительностью высокогорья. Начиная же



Ключевская сопка

Фото В. И. Влодавца

с высоты 2000 м, на склонах сопки залегают только льды, вечные снега, рыхлые продукты вулканических извержений и черные потоки застывшей лавы.

Ключевская сопка от высоты 2500 м и до вершины имеет форму правильного усеченного конуса со склонами, наклоненными к плоскости горизонта под углом 33—35°.

В юго-западной части на высоте 3280 м она соединена перемычкой с сопкой Камень.

Ниже 2700 м склоны Ключевской сопки становятся еще более пологими, и их наклон к плоскости горизонта не превышает 10—12°, а ниже 1500 м даже 4°.

От бортов кратера до высоты 4250 м вулкан несет на себе ледниковый «воротник», состоящий из слоев фирнового льда и отложений вулканических рыхлых продуктов. Среди них выделяются каменные гряды застывших лавовых потоков.

Ледниковый воротник играет роль области питания ледников, которые на высоте 4250—1800 м сползают по склонам вулкана и которые, однако, не представляют обычной картины глетчеров, сверкающих под лучами солнца белизной снегов и льдов: они, наоборот, спускаются

в виде темных, почти черных языков, придавая поверхности вулкана мрачный, неприветливый вид. Это явление объясняется выпадением на поверхность ледников большого количества рыхлых и твердых продуктов вулканических извержений.

Только немедленно после снегопада на поверхности склонов сопки можно видеть белые полосы и пятна свежего снега. Крупнейший из ледников Ключевского вулкана—ледник Эрмана—спускается со склонов Ключевской и Плюсской сопки и достигает зоны 1600 м. Со склонов Ключевского вулкана и сопки Камень сползает также другой большой ледник—Богдановича, из-под которого вытекает р. Студеная. Поверхность ледников несет на себе разнообразные морены. Глыбы, камни и мелкий вулканический песок и пепел загромождают его поверхность, сползая вместе с ним вниз и отлагаясь в виде конечных морен на пологих склонах. Начиная сверху до высоты 3800 м, ледниковый покров представляет сплошную кору, и только ниже в нем появляются трещины, чаще всего поперечные. Так, ледник Эрмана на протяжении нескольких километров весь изборозжен ими.

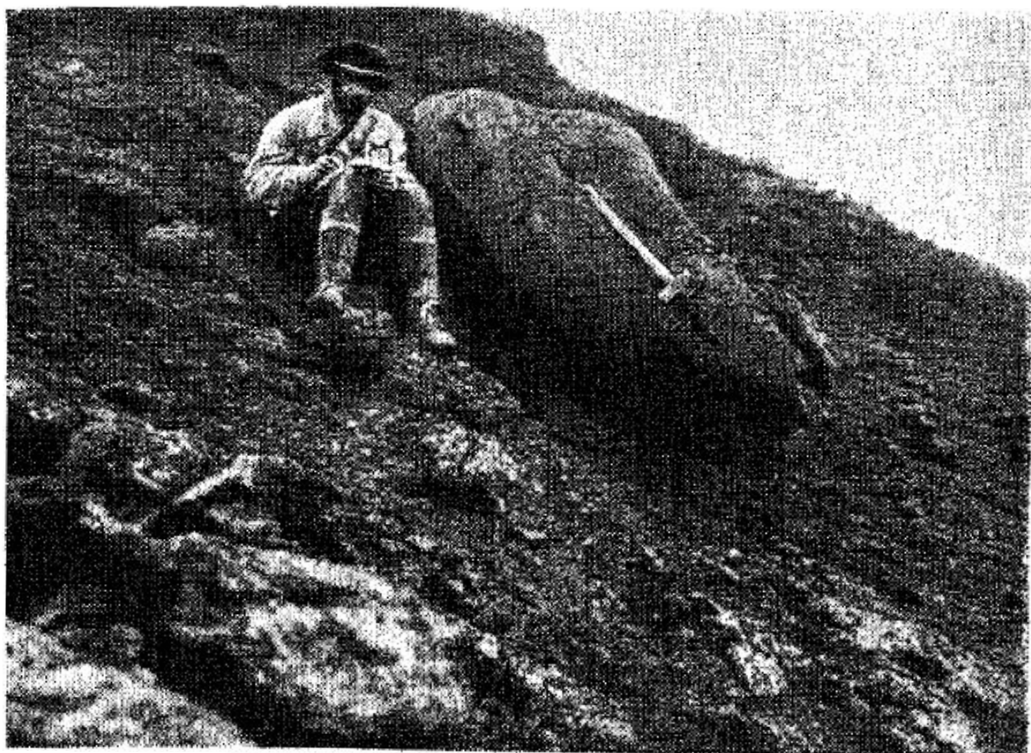
Весной и летом по продольным трещинам бегут ручьи и реки талой воды. Потоки воды, вытекающие из-под ледников, промывают себе глубокие русла в отложениях рыхлых вулканических пород. Соединяясь вместе, они дают начало многочисленным речкам, отличающимся очень крутыми берегами.

Накопленный на вершине вулкана материал—продукты вулканических извержений, снег и лед—разрушается водой и сносится к подошве, где отлагается снова.

На нижних склонах вулкана, не выше 1500 м, рассеяны многочисленные «паразитические» кратеры, из которых производились выбросы газов, паров и других вулканических продуктов. Почти все кратеры расположены по радиусам, проведенным от главного кратера Ключевского вулкана, как из центра. Они сложены из шлаков, вулканического песка, камней и бомб.

Холм такого кратера, известного под названием Кругленького, высится среди леса на высоте около 300 м. Рыхлый вулканический материал этого кратера сцементирован образовавшимся впоследствии красным железняком в плотный вулканический туф.

На берегу рч. Крутенькой близ границы лесной ра-



Гигантская вулканическая бомба на склоне сопки Плоский
Толбачик

Фото В. И. Влодавца

стительности лежит в виде открытого на северо-восток кольцевого вала кратер Атласова. Из него, повидимому, изливалась лава, застывший поток которой обнажается на берегу реки. Этот кратер еще не совсем потух, так как зимой слагающие его породы остаются теплыми.

Подобный же кольцевой, открытый на северо-восток вал образует паразитический кратер Забытый. Его деятельность происходила в два приема, и внутри первого кратера возвышается сохранивший форму чаши второй.

Очень интересен паразитический кратер «Е», имеющий вид усеченного конуса с впадиной в виде чаши диаметром около 150 м. Склоны его завалены различного размера камнями, среди которых лежит и самая крупная из всех найденных на Ключевской сопке бомб. Длина этой гигантской бомбы более 3 м, а диаметр утолщенной части около 1 м. Форма ее напоминает грушу с веретенообразным заворотом всего тела. Повидимому, бомбы—это начинающие затвердевать еще в жерле вулкана куски лавы, выбрасываемые давлением газов из кратера со скоростью 130—200 м/сек. При отрыве от массы магмы они увлекают за собой хвост из жидкой лавы и, будучи еще

пластичными, при полете вследствие сопротивления воздуха принимают веретенообразную, грушевидную, бутылкообразную и другие формы.

Высочайший из всех паразитических кратеров Ключевской сопки—кратер «Д»—имеет вид усеченного конуса высотой около 200 м; края кратера почти не имеют понижений и образуют чашу; кратер сложен из шлаков и бомб.

По склонам Ключевской сопки повсюду лежат застывшие потоки лавы, излившейся из главного или паразитических кратеров. Длина потоков 4—6 км, ширина 200—1000 м, а видимая толщина слоя застывшей лавы 10—60 м.

На древних потоках уже успела образоваться почва, и они покрыты растительностью. Более молодые лежат под слоем вулканического пепла и песка.

* *

*

Извержения вулканов на Камчатке можно видеть очень часто, хотя некоторые из них бездействуют в течение десятков лет.

Между тектоническими землетрясениями, которые очень часты на Камчатке, и извержениями вулканов существует некоторая связь. Вместе с тем сами извержения также могут служить причиной землетрясений, которые чувствуются лишь в окрестностях вулкана. Так, в районе Ключевской сопки с 1 сентября по 31 декабря 1935 г. наблюдалось пять таких землетрясений силой от 2 до 5 баллов. Во время них толчки следовали один за другим, вызывая почти непрерывное дрожание почвы. В домах стены давали трещины, и обваливалась штукатурка. Удары были направлены с юга на север, а фокус землетрясения находился под Ключевской сопкой.

Ключевская сопка почти без перерыва парит и клубит. Очень часты и более грозные проявления ее жизни. За последние 200 лет наблюдалось более 50 сильных извержений, при которых изливалась лава. Этот вулкан ежегодно выбрасывает в атмосферу миллионы кубических метров твердых продуктов—пепла, песка и камней.

После сильного тектонического землетрясения в ноябре 1936 г. последовал ряд извержений этого вулкана. Сперва в начале апреля над кратером его появилось

свечение—отражение света, излучаемого поднявшейся раскаленной лавой. Иногда оно имело вид двух огненных столбов, соответственно двум жерлам в кратере вулкана, в которых показалась лава.

В середине апреля слышались грохочущие раскаты со стороны покрытой обломками вершины сопки. Выбросы темных вулканических материалов, прорывая нависшие над кратером тучи, поднимались на высоту до 1500 м.

В середине мая на северном склоне вулкана показались сползавшие вниз потоки лавы длиной 200—300 м, а 6 июня из жерла полетели камни и бомбы, которые с наступлением темноты можно было различить не только в бинокль, но и невооруженными глазами.

После этого казалось, что извержение закончилось, но через 3 дня над кратером снова поднялся столб паров и газов—пиния—на высоту более 3000 м и было выброшено много бомб.

24 июня произошло новое, третье, извержение, во время которого столб паров и газов поднялся на 8000 м и вытянулся на север в виде хвоста длиной 85 км и шириной 35 км. Через края кратера переливалась лава, стекавшая по восточному и западному склонам горы.

Для изучения деятельности вулканов работниками Вулканологической станции Академии Наук не раз совершались восхождения на сопки Камчатки в то время, когда происходили выбросы паров и газов.

Вот рассказ одного из участников, геолога В. И. Влодавца, об одном из таких восхождений: «28 августа 1936 г. Восхождение началось в 4 ч. 20 м. из хижины, построенной на склоне Ключевского вулкана на высоте 2850 м. Путь лежал сначала вдоль ледника с многочисленными трещинами, затем по каменным обломкам, покрывающим ледник; дальше вдоль гребня, представляющего собой остатки лавового потока, и, наконец, последние 600 м по ровному фирну. Первые дуновения огромной «химической лаборатории», которой являлся вулкан, почувствовали на высоте 3200 м; чем выше, тем они были сильнее, и выше 4500 м исследователи все время шли в атмосфере газов и паров, выделяющихся из вулкана и смешивающихся с воздухом и снегом, который пошел, когда они были еще на высоте 4000 м. Выше 4000 м подъем происходил в густом тумане бурого цвета от наполнявшего воздух вулканического песка и пыли. После 12 ч. подъема был достигнут востоко-

северо-восточный край кратера. Газы и пары выбрасывались из кратера с большим шумом, напоминающим шум морского прибоя во время шторма, с грохотом и воем. Временами извергались вулканический песок и пыль. Восточный и юго-восточный края кратера делались видимыми только иногда и на несколько мгновений. Вдруг на один момент стала видима вся внутренность кратера. Кратер представляет собой чашеподобное углубление с крутыми, почти вертикальными стенками. Края кратера неровные—северная и южная стенки выше, чем западная и восточная.

Северо-восточный край кратера сложен вулканическим песком, сцементированным льдом.

Дно кратера овальное, размерами, на-глаз, 200×150 м. Северная часть дна—ровная песчаная платформа; наоборот, южная часть—черная бездна, причем эти две части ограничиваются прямой линией.

Наш подъем в атмосфере газов, нахождение у края кратера около 1 часа и последующий спуск (все это заняло в общем 3 часа) не дали в общем болезненных явлений, хотя с нами не было противогазов. Мы только чувствовали неприятный вкус во рту, и перед самым спуском некоторые из нас почувствовали легкую головную боль, которая по выходе из этой атмосферы скоро исчезла. Это объясняется тем, что концентрации газов препятствовали ветер и снег, а главное, в их составе преобладающую роль играли холодные пары. Четыре трубки с пробами газов были положены в рюкзак у края кратера. Сильное извержение подбросило рюкзак, и он покатился вниз по северному склону.

По запаху можно было различить присутствие хлористого водорода, сернистого газа и временами в незначительном количестве сероводорода».

Очень интересно также восхождение на вершину вулкана, совершенное в 1937 г. Оно было осуществлено группой геологов 18 июля, когда в течение дня им удалось подняться на высоту 3600 м, где они на ночь разбили палатку. Дул сильный ветер, шел снег. Вулкан непрерывно грохотал, на палатку сыпался песок, а иногда неподалеку падали и камни. К вечеру следующего дня грохот затих, но ночью по северо-восточному склону спустился поток раскаленной лавы до высоты 3500 м. К счастью, палатка исследователей была на северном склоне горы и осталась в стороне.

На следующий день в 4 часа началось восхождение на вулкан. Из кратера поднимались газы и пары, выбрасывался пепел, вылетали бомбы. Край кратера—воротник—был покрыт песком, темнозелеными камнями и черными шлаковыми бомбами. Под этим каменным покровом лежал фирновый лед, переслаивающийся с продуктами извержений.

Исследователи провели 2 часа на краю кратера, наблюдая картину извержения вулкана, из жерла которого непрерывно вылетали крупные бомбы объемом в 1—2 м³. Эти глыбы камня имели неправильную форму с рваными краями.

Внутри кратера высился новый конус, насыпанный над жерлом вулкана только за последний месяц. Вершина его высоко поднималась над краем кратера. Сбоку конуса было видно отверстие, из которого периодически выбрасывались клубы черного пепла.

По дну кратера проходила трещина, из которой также выделялись пары и газы. Лава, очевидно, поднималась и изливалась по концам этой трещины на запад или восток.

Когда исследователи спускались по склону сопки, произошло землетрясение, центром которого, несомненно, был Ключевской вулкан. Оно ощущалось только на его склонах и в ближайших к нему пунктах. Люди испытывали покачивание, а скала, на которой была разбита палатка, спустилась на несколько сантиметров; громадные камни срывались со склонов и с грохотом исчезали внизу. Во время землетрясения наблюдалось усиление извержения. Из ранее спокойно «парившей» трещины происходили выбросы паров и газов и летели фонтаны раскаленных бомб, которые, раскалываясь на лету, падали вниз.

Многочисленные поднятия на вершину Ключевской сопки доказали, что форма кратера действующего вулкана часто меняется и в разное время наблюдается различное число жерл. Повидимому, главный канал вулкана имеет несколько выходов на поверхность, которые действуют не все одновременно.

* *

*

Горячие воды, конденсирующиеся из паров в трещинах горных пород, по которым они проникают с больших глубин, выходят на поверхность в окрестностях камчатских

сопок. Так, например, по берегам р. Банной, в которую можно попасть из района Начика через горные цепи Табуретки, Сементик и Ягодный хребет, есть много источников горячих вод. Спустившись в долину р. Банной, путешественник попадает в густые заросли ольховника и луговых трав. Двигаясь вверх по течению р. Банной, вы встретите ключ Кухта, вокруг которого на целый метр галька так горяча, что к ней нельзя прикоснуться рукой. На высоком берегу реки лежит Тикина группа горячих ключей с кратерами шириной до 1,5 м, из которых вырывается чистая кипящая вода.

В овальном углублении диаметром более 2 м выбрасывает клокочущую воду ключ Шипящий. Из земли, как из трубы парового котла, со свистом вырывается горячий пар. В центре площади, занятой кипящими ключами, лежит небольшое озеро—бассейн горячей воды.

Группа горячих ключей Восьмерки интересна своей глубиной: несмотря на чрезвычайную прозрачность чистой воды, заглянув в кратер ключа, нельзя заметить признаков дна.

Горячая вода ключей левого берега р. Банной образует впадающую в Банную небольшую речку. На площади длиной около 1 км и шириной 0,4 км разбросаны 18 групп горячих ключей. Их легко сосчитать по столбам паров, поднимающихся в холодном воздухе на заре.

Горячие ключи р. Банной, по берегам которой селятся в хижинах больные, во время землетрясения иногда становятся похожими на вулкан, и из кратера их вылетают камни.

* *

*

Изучение вулканической деятельности очень важно для того, чтобы предсказывать вулканические явления и принимать меры для спасения лежащих вблизи действующих вулканов селений и городов.

Замечательный случай спасения города от угрожавшего ему потока лавы применением бомбардировки с бомбовозов был на Гавайских островах во время извержения вулкана Моана-Лоа.

Вот рассказ об этом, приводимый акад. Левинсон-Лессингом на страницах журнала «Природа».

«21/XII началось излитие лавы из большого лавового озера, которое скопилось на седловине между двумя го-

рами. Продвинувшись быстро на целую милю на восток, лавовый поток шириной в 200 фут. направился по долине, которая вела его непосредственно на г. Хило, расположенный на морском берегу. Было ясно, что может случиться катастрофа. При движении такой лавы, частью очень вязкой и передвигающей на своей поверхности крупные глыбы, частью переливающейся жидкоплавкими струями, легко образуются лавовые галлерей-туннели, по которым лава движется под влиянием как силы тяжести, так и давления горячих газов. По такому туннелю лава со скоростью больше мили в день и направлялась в сторону г. Хило. При этих условиях лава могла бы уже 9 января выйти на дорогу, ведущую в Хило, и вскоре беспрепятственно его достигнуть. 23 декабря было созвано совещание вулканологов обсерватории на Килауэа с военным командованием в Гонолулу и было решено, что необходимо бомбардировкой вскрыть источник лавы на высоте 8500 фут., разрушить здесь начальную часть двух лавовых галлерей-туннелей, и таким образом дать лаве свободный выход по другим направлениям. 24 декабря воздушной разведкой и фотографированием с самолетов была определена топография соответствующего склона горы. Бомбовозы с интервалами в 10 мин. вылетали из аэропорта в сторону моря, чтобы не лететь с опасным грузом над городом, и, достигнув требуемой высоты, направлялись обходным путем над пустынной местностью к намеченному для бомбардировки району, который был по возможности оцеплен, чтобы не было случайных жертв. С высоты 3000 фут. было сброшено 6 т бомб, которые произвели необходимые разрушения в области истоков лавы, разрушили туннели и дали выход газам, уничтожили гидростатические давления и дали лаве возможность распространяться по другим направлениям, и г. Хило был спасен».

План спасения города был составлен на основании многолетних наблюдений обсерватории на Килауэа, которые выяснили особенности движения потоков лавы.

Вулканологическая станция Академии Наук в селе Ключи также может сыграть большую роль в разрешении задачи предотвращения гибельных последствий вулканических извержений.

Количество энергии, которое освобождается при извержении вулканов, очень велико. Энергии, освободившейся

во время последнего извержения Этны в 1928 г., как показывают подсчеты, было бы достаточно, чтобы снабжать ею всю Италию в течение 3 лет. Однако до настоящего времени использование энергии вулканов очень скромно.

В Исландии горячие источники используют хозяйки для изготовления пищи и стирки. В Италии и Японии используют вулканическое тепло для небольших промышленных установок и в домашнем быту, хотя количество пара, которое можно получать, измеряется миллионами килограммов.

С вулканами и их деятельностью связано образование различных полезных ископаемых. Среди них в первую очередь надо назвать самородную серу, которая образуется или непосредственной возгонкой при вулканических извержениях, или путем окисления выделяющегося сероводорода. При температуре около 200° сера осаждается, плавится и стекает по окружающим породам, частью пропитывая их. Месторождения серы вулканического происхождения известны на протяжении всей вулканической цепи от острова Формозы до Курильских островов. Наиболее важные из них находятся в Японии — вулкан Киришима и др., где сера добывается десятками тысяч тонн. Много ее извлекают также на старых вулканах Такора и Чупикуина в Чили.

Не менее важны и интересны содержащие бор горячие пары и ключи, выходящие на земную поверхность вблизи центров вулканической деятельности. Классической областью борных фумарол (парообразных выделений) и соффиони (горячие ключи, насыщенные газами) является Тоскана в Северной Италии. Здесь известны многочисленные естественные выходы струй водяных паров и перегретой воды, богатых сассолином (борной кислотой). Около этих выходов образуется подобие маленьких кратеров, в которых накапливается вода, содержащая на 1 м около 0,5 г борной кислоты. Из фумарол и соффиони в Италии добывается до 5000 т сырой борной кислоты в год.

Нередко среди вулканических пород образуются скопления квасцового камня — алунита (действием сернокислых вод и сернистого газа на лаву или туфы). Алунит служит исходным минеральным сырьем для получения калиевых квасцов и сернокислого алюминия. Крупное месторождение алунита в СССР находится в Заглике (Азербайджанская ССР).

Некоторые лавы, содержащие минерал лейцит (алюмосиликат калия), как, например, лавы Везувия, разрабатываются в целях получения из них калиевых солей и металлургического алюминия.

На Кавказе уже много лет из кислотоупорных лав Казбека—андезитов и андезито-базальтов—обтесываются плиты и куски различной формы, идущие для надобностей кислотного производства.

Среди продуктов вулканических извержений большое значение приобрели также так называемые вулканические пеплы. Под влиянием вторичных процессов они обычно уплотняются и превращаются в вулканические туфы. Некоторые из них обладают ценным свойством затвердевать под водой в смеси с гашеной известью и таким образом служить в качестве гидравлических добавок. Если такие продукты являются рыхлыми, то их называют пуццоланами (по местности Пуццуоли недалеко от Неаполя, с пользующимися мировой известностью залежами пуццолана), а в случае их компактности—трассами. Лучшие разработки трасса в СССР находятся на вулкане Кара-даг в восточном Крыму.

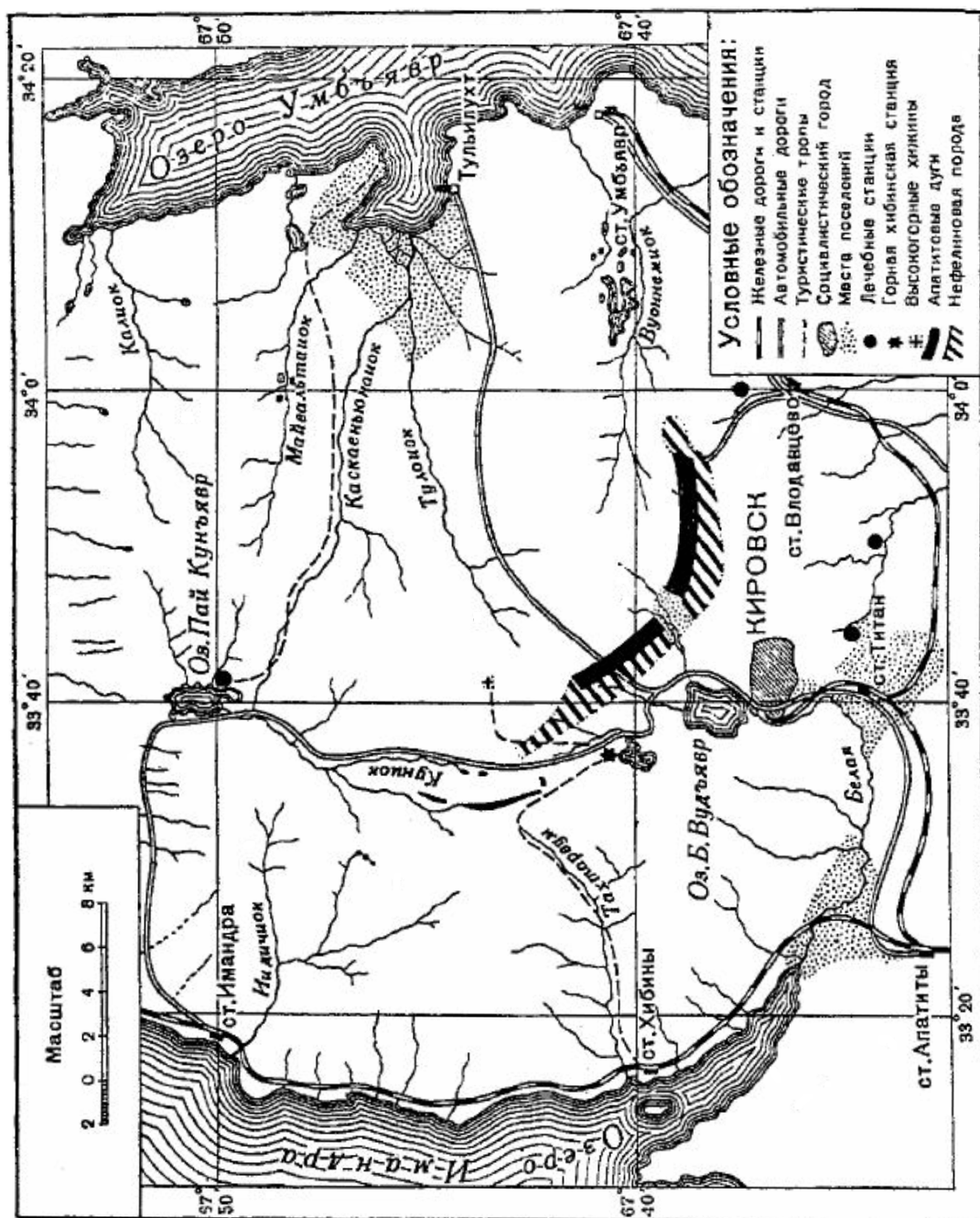
Очень пористая застывшая лава—пемза—применяется в качестве абразивного материала для шлифовки и полировки. Некоторые сорта лав, богатых минералом нефелином,—фонолиты—используются для варки бутылочного стекла.

Наконец, нельзя не отметить широкого употребления различных лав и вулканических туфов в качестве каменного строительного материала. Большой известностью в СССР пользуются арктические туфы Армении, из которых в значительной части построен г. Ереван.

Приведенные примеры показывают, что вулканы являются не только замечательными природными феноменами, но и несут с собой ряд ценных продуктов.

Хибинские Тундры

На Кольском полуострове, далеко за Полярным кругом, между озерами Имандра и Умбозеро, высится скалистый, мрачный горный хребет Хибинские Тундры, а по другую сторону Умбозера над болотистой низиной громоздится очень похожий на него по своему строению и происхождению горный массив Ловозерских Тундр.



Карта Хибинских Тундр

Перед глазами путешественника, поднявшегося на их вершину, расстилается замечательная картина: по склонам гор мчатся бурные ручьи и речки, синеют горные озера, ниже зеленого ковра альпийских лугов щетинятся великолепные еловые леса.

Сравнительно неглубокое озеро Имандра изобилует обширными заливами-плесами, которые соединяются между собой узкими проливами. Берега его покрыты прекрасным лесом. На Имандре много островов и каменных отмелей, и плавание по нему не везде возможно даже в лодке.

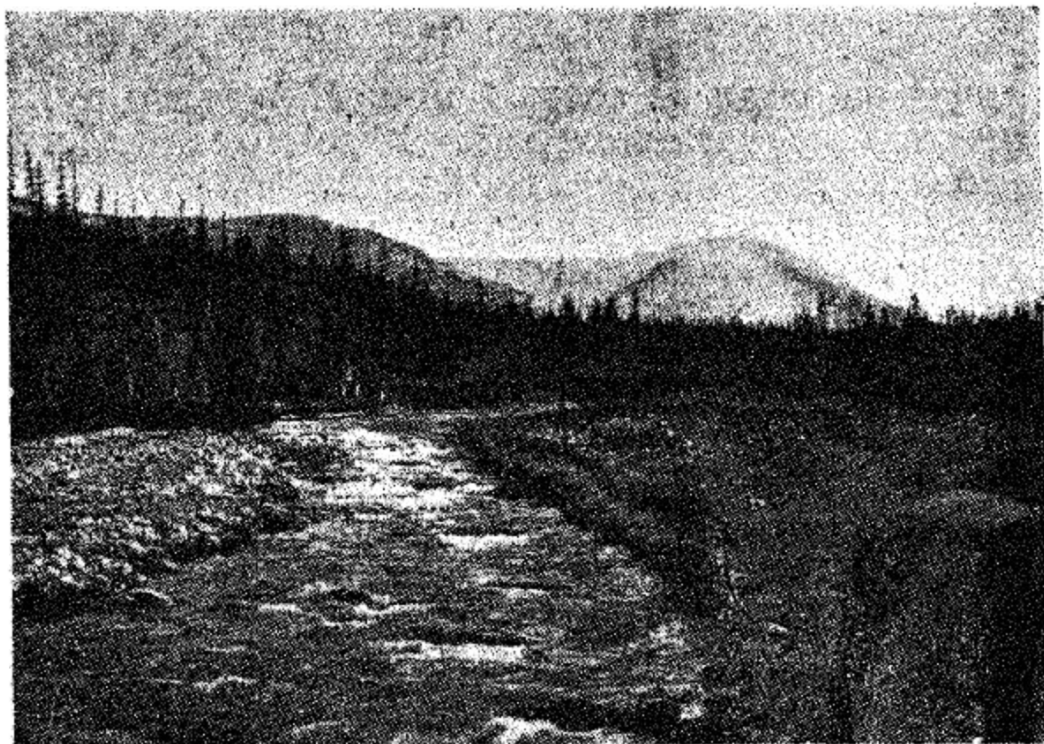
Гораздо глубже Умбозеро, лежащее между массивами Хибинских и Ловозерских Тундр, хотя и в нем имеются мелкие места.

Кроме этих больших озер, по перевалам и в долинах насчитывается еще несколько десятков мелких. Некоторые из них осенью исчезают, оставляя на камнях черный налет разложившихся органических веществ.

Одни из них произошли в результате загромождения горных долин обломками скал, другие—вследствие заполнения глубоких впадин. Крупнейшие из них—Большой Вудъявр—лежит на высоте 305 м над ур. м. Немногим уступает ему плотинное озеро Пай-Кунъявр, лежащее на высоте 190 м над ур. м.

У подножья скалистых высот Тахтарвумчорра, на высоте 350 м над ур. м., синеет живописное озеро Малый Вудъявр, на берегу которого около 10 лет тому назад начала научную работу Горная станция Академии Наук.

Главные реки Хибин стекают на восток и на запад от почти меридиональной водораздельной линии: долина Куниока—перевал Кукисвум—озеро Большой Вудъявр, которая делит Хибины на две части. Здесь берет начало



Река Малая Белая у ее выхода из гор

Фото Д. И. Щербакова



Озеро Имандра

Фото Д. И. Щербакова

стекающая на запад из озера Большой Вудъявр р. Белая, при впадении которой в озеро Имандра находится станция Мурманской железной дороги—Апатит.

Хотя в длину эта река имеет только 22 км, но она очень многоводна и недоступна для перехода вброд. Из других рек, впадающих в озеро Имандра, наиболее крупны Гольцовка длиной около 13 км и Куниок, вытекающая из озера Пай-Кунъявр. На северо-восточных склонах Расвумчорра и Юкспора берет начало впадающая в Умбозеро р. Вуоннемиок. Есть много и других рек и речек, стекающих в Умбозеро и озеро Имандра. По большей части они обладают очень быстрым течением и при первом же дожде легко выходят из берегов.

Многие из рек зимой промерзают до дна, а другие зимой быстро иссякают, оставляя пустые русла. Бывают случаи, когда река замерзает во время подъема воды и кора льда остается висеть над быстро понижающимся уровнем воды, оседая под тяжестью падающего снега. Во время весеннего таяния снега вода течет по поверхности

промерзших до дна рек, постепенно размывая толщу льда.

Несмотря на быстроту течения рек, вода в них совершенно прозрачна; она очень холодна, и ее температура никогда не превышает 13°; зимой быстрота течения часто не дает возможности реке замерзнуть, вода переохлаждается, лед образуется в толще водного слоя и кусками всплывает на поверхность.

Район Хибинских и Ловозерских Тундр лежит за Полярным кругом, и хотя там сказывается умеряющее действие теплого океанского течения—Гольфштрема,—климат довольно суров. Зимой свирепствуют жестокие морозы и бураны, которые сметают снег с вершин гор в долины рек, где он сохраняется местами круглый год, не успевая стаять в течение короткого лета.

В хибинских ущельях и на склонах гор наблюдаются некоторые явления, свойственные пустыням, так как коли-



Пласты снега в долине р. Кукисюк. Заснято 30 июня

Фото К. Д. Щербаковой

чество выпадающих осадков не превышает 400 мм в год. Морозное выветривание дает в Хибинах замечательные формы, свойственные только сухому климату пустынь с резкими колебаниями суточных температур и преобладанием механического разрушения над химическими процессами. На высоких плато залегают «каменные моря», на крутых склонах—ползучие осыпи, или «каменные поля».

Оригинальное явление наблюдается в Хибинах после ночных заморозков на берегах рек и озер: под галькой и мелкими камнями вырастают «ледяные стебельки», поднимающие камешки на 3—4 см в высоту.

Покрывающие предгорье сосновые леса по долинам рек зелеными языками глубоко заходят в горы. Они чаще всего встречаются на более теплых, южных склонах гор. В этих лесах можно встретить огромные деревья высотой до 18 м и до 90 см в поперечнике.

Выше сосны поднимается ель, которую на защищенной от ветра стороне можно встретить на высоте до 0,5 км. Крона ели часто имеет своеобразную форму, напоминающую юбку,—«ель в юбке»: она окружает дерево до 1 м в высоту непроницаемым покровом; над нею поднимается почти голый ствол, несущий только на верхушке узкую крону. Высота «юбки» указывает на толщину снегового покрова, защищающего нижнюю часть дерева от губительного действия зимних ветров.

Чем дальше вверх, тем сосна и ель становятся ниже, и на границе лесов искривленные стволы деревьев имеют в высоту 2—5 м (криволесье).

Далее идет пояс кустарников, а выше 500 м склоны гор заняты горной тундрой, покрытой ковром зеленых лишайников и мхов. В иных местах эта зона представляет собой покрытые щебнем пологие пространства, на которых зеленеют пятна лишайника. Выше 700 м растительность почти исчезает.

Очень своеобразно расположение Хибинских и Ловозерских Тундр: центральные массивы их окружены далеко загибающимися подковообразными, обращенными выпуклостью на запад дугами горных хребтов.

Центральный массив Хибинских Тундр образован горами Рассчорр, Кукисвумчорр, Юкспор и др. Из них наиболее величественен Кукисвумчорр, пять вершин которого заканчиваются плато со сложной системой цирков и ущель-



Гора Кукисвумчорр

Фото Д. И. Щербакова

лий на восточном склоне, откуда стекают притоки рек, впадающих в Умбозеро.

Массивы Хибинских и Ловозерских Тундр в течение геологической истории подверглись влиянию различных сил, наложивших на них свой отпечаток. Тектонические движения раскололи массивы хребтов, создав ряд трещин и разломов. Например, ущелье, соединяющее станцию Хибины с Горной станцией Академии Наук, перевал Юкспорлак, ущелье из долины р. Белой к озеру Малый Вудъявр.

Эти разломы имеют продолжение и на дне озер. Так, в озере Имандра большие глубины найдены на продолжении долин рр. Малой Белой и Гольцовки, а также и ущелья Юм-Егор. В Умбозере против впадины Тульилухт также прослеживается понижение дна.

Громадные ледники, покрывавшие Кольский полуостров в эпоху четвертичного оледенения, проработали в массивах гор корытообразные долины, примером которых могут служить перевалы Кукисвум, Умбозерский и др. с мягкими формами склонов. На этих перевалах находятся всегда небольшие бессточные озера, окруженные рыхлыми

отложениями ледников. На вершинах гор часто встречаются принесенные древними ледниками окатанные валуны гранита, гнейса и других горных пород.

Им же обязаны своим происхождением огромные цирки, окруженные отвесными стенами в 300—400 м высотой, и скопления обломков скал и камней у подножья цирков, принесенные былыми ледниками.

Большие изменения в рельефе Хибинского и Ловозерского массивов произвела последующая деятельность рек, которые размывали трещины в горах, превращая их в горные долины; реки накопили такое количество обломочного материала в руслах и при впадении в озера, что часто воды их скрываются под принесенными обломками и щебнем.

По своеобразию геологического строения, составу слагающих его горных пород и встреченных среди них минералов Хибинский и Ловозерский массивы представляют замечательнейшее явление не только в нашей стране, но и на поверхности всего земного шара.

* *

*

Многочисленность озер и болот, отсутствие дорог, порожистость рек и редкое население делают район Хибин труднодоступным. Поэтому, несмотря на сравнительную близость от культурных центров, еще два десятка лет назад эти горы были мало исследованы.

В дореволюционный период окраины Хибинского массива лишь случайно пересекали некоторые путешественники, следуя по старым почтовым трактам Кандалакша—Имандра—Кола.

В конце прошлого столетия там побывали географические экспедиции Риппаса, который прошел по рр. Варзуге, Пане, Поною и Рабо, посетившего районы к западу от озера Имандра до Нотозера. Эти экспедиции коснулись лишь окраины Хибин.

Зато три экспедиции финляндского геолога Рамзая, организованные в конце прошлого столетия с целью изучения Хибинских и частью Ловозерских Тундр, дали ценные сведения о горных породах и растительности этих заполярных хребтов.

После экспедиций Рамзая никто до революции не посещал района Хибин, и только в 1920 г. было начато

изучение этого массива—свидетеля древнейших периодов геологической истории Земли.

Исследования начались экскурсией покойного президента Академии Наук А. П. Карпинского, А. Е. Ферсмана и А. П. Герасимова, которые в ясную полярную ночь прошли от станции Имандра к горе Маннепахка. После этого осенью 1920 г. в Хибинские Тундры выехала экспедиция Академии Наук, Ленинградского университета и Географического института. С того времени в течение ряда лет на берега Ловозера и озера Имандра ежегодно отправлялось по несколько геологоразведочных партий и научно-исследовательских отрядов. Геологи работали в тяжелых условиях Заполярья, перетаскивая снаряжение на плечах, переходя вброд горные реки и ночуя у костра среди первобытных лесов.

Оказалось, что страна, лежащая вблизи магистрали Мурманской железной дороги, была совершенно неизвестна: там, где на картах были обозначены низины, исследователи находили скалистые горные хребты, а многие реки протекали совсем не в тех направлениях, которые были показаны на картах. Эта страна нуждалась не только в геологическом, но и в географическом изучении.

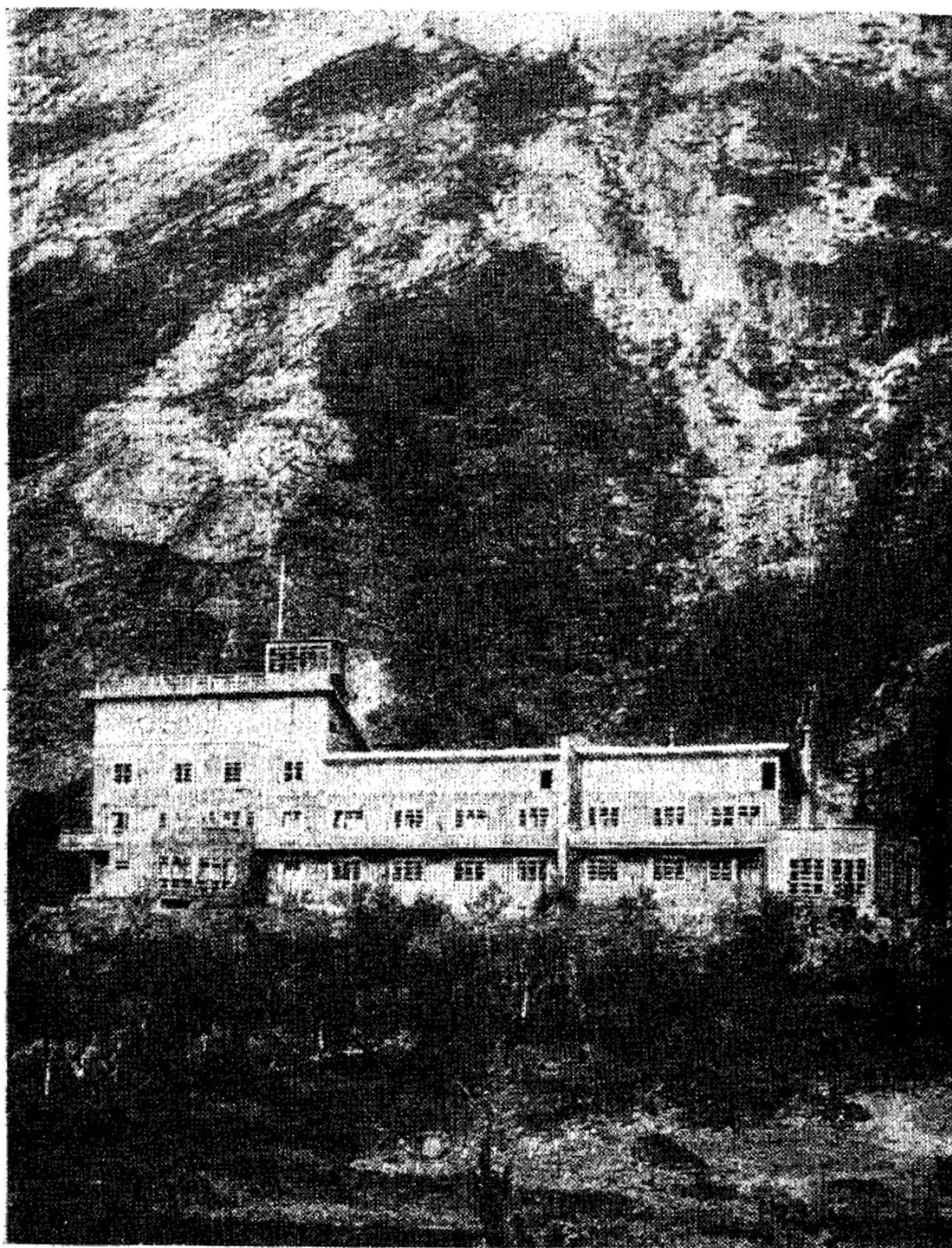
Через 6 лет после начала работ уже стали известными залежи хибинского апатита, и вскоре начались промышленные разведки, выявившие грандиозные их масштабы, и постройка железнодорожной ветки.

Так, после пионерских дерзаний Рамзая советские геологи ценой героических подвигов и усилий открыли путь к богатствам, заключенным в огромном массиве щелочных горных пород, внедрившимся в земную кору около 300 млн. лет назад.

* *

*

Хибинские и Ловозерские Тундры представляют собой крупнейший в мире выход на поверхность глубинных горных пород, прорвавших древнейшие кристаллические сланцы Фенноскандинавского щита, часть которого составляет Кольский полуостров. Щитами и платформами, как известно, называются участки земной коры, подвергнувшиеся интенсивной складчатости в первые периоды ее существования, оказывающие большое сопротивление в дальнейшем горообразовательным силам. Частями одного из замечательнейших щитов являются Скандинавский по-



Хибинская научно-исследовательская горная станция Академии
Наук

Фото К. Д. Щербаковой

луостров, Финляндия и Кольский полуостров, который уже с девонского периода геологической истории Земли никогда не был под поверхностью моря и не сминался в складки. Только окраины его были смяты горообразовательными процессами или изломаны сбросами.

Однако в отдаленную палеозойскую эру существования Земли в толщу сланцев, слагающих район Хибин, из глубин земли вторглись массы жидкой щелочной магмы, которые частично, может быть, даже излились на ее поверхность.

Охладившаяся лава и залегавшие под ней сланцы впоследствии были разрушены действием воздуха, воды и смены температур, а застывший на глубине массив кристаллических горных пород стал возвышаться над размытой поверхностью земли.

Замечательная особенность Хибинских и Ловозерских Тундр—их кольцевое строение: внешние дуги, сложенные из крупнозернистых нефелиновых сиенитов—хибинитов, окружают центральное ядро также из сходных по составу пород—фойяитов. А между ними кольцевыми дугами залегают более молодые горные породы, отличающиеся по своей структуре от пород внешнего кольца и центрального массива. Эти более молодые дуги (расчорриты и ийолит-уртиты) прорезаны апатито-нефелиновыми породами.

Когда магматический массив уже покрылся твердой корой, в трещины ее врывались массы более жидкой, насыщенной летучими веществами магмы, содержащей в растворе-расплаве соединения редчайших элементов. Они застывали в виде пегматитовых жил, в которых мы находим минералы, содержащие цирконий, титан и редкие земли.

Горные породы Хибинских и Ловозерских хребтов настолько отличаются от известных в других местах горных пород, что геологи дали им даже особенные названия по имени сложенных ими гор.

Исследуя склоны Хибинских и Ловозерских Тундр, геологи сделали много ценных для нашей горной промышленности открытий. Они нашли там неисчерпаемые залежи горных пород с высоким содержанием минерала апатита.¹

Апатито-нефелиновые «дуги» Хибин—единственное в мире явление как по составу этой горной породы, так и по доступному для эксплуатации количеству апатитовой

¹ Апатит оказался не просто соединением фосфорной кислоты и окиси кальция, но значительно более сложным соединением, в состав которого входят также редкие земли, окись стронция и фтор. В чистом минерале содержится около 40% фосфорного ангидрида.

руды. Восточная дуга, содержащая наибольшие запасы, вытянулась на 11,5 км. Мощный пласт апатитовой руды проходит по склонам гор, прерываясь в местах пересечения их речными долинами.

Наглядное представление о форме этой огромной залежи дает акад. А. Е. Ферсман, который делает допущение, что залежь апатитовой руды имеет форму плоского опрокинутого конуса с вершиной, расположенной под склонами Эвеслогчора на глубине 5—7 км. «Тогда наша рудная полоса,—говорит акад. Ферсман,—будет выстилать основание этого конуса и в виде фестонов висеть на его поверхности. Глубокие речные долины и ледниковые цирки разрушили его, как бы разорвали на отдельные части, но геологический и геохимический анализы позволяют связать их всех в единую по происхождению дугу. На севере этот замечательный пояс начинается в долине маленького притока р. Лопарской—Воркеуай («гремящий ручей» по-лопарски), где он оказывается зажатым между нефелиновыми породами—уртитом и луавритом; далее быстро расширяется и на склонах южного отрога Кукисвумчорра представлен грандиозным размером современного рудника, идущего как вдоль по простиранию, так и в долине р. Лопарской по падению. Здесь мы с особой ясностью видим, что верхняя граница апатитового тела весьма неправильна, что она отдельными жилами врывается далеко в кровлю, ветвясь и разделяясь, сохраняя, однако, вообще свое падение к востоку. Долина р. Лопарской своими коренными отложениями и речными наносами скрывает дальнейшее продолжение пояса, но глубокие буровые скважины проникли уже на 100 м ниже уровня озера Большого Вудъявра, все время обнаруживая высокосортный апатит.

Далее апатитовая дуга начинает подниматься по склону горы Юкспора; внизу она вскрыта новым рудником, разведочными канавами и, наконец, на самой вершине Юкспора, на высоте около 800—900 м над уровнем моря, она расширяется в значительное плато. Следуя на юго-восток, мы видим, как дуга начинает опускаться по южному склону Юкспора в долину Юкспориока, но здесь она быстро уменьшается по своей толщине и, наконец, на высоте 610 м сходит почти совершенно на-нет...

Еще далее эти отрывки, возможно, сливаются с огромным апатитовым полем Западного Расвумчорра, так что,

если представить себе Апатитовый цирк заполненным, то все эти части вместе с Юкспором составили бы один большой фестон».

Апатитовая дуга подстилается горной породой, содержащей до 85% нефелина,¹ которая залегает в виде второй, наружной, дуги, концы которой уходят гораздо дальше, чем у апатитовой дуги. Эта нефелиновая дуга занимает площадь более 25 км². Запасы апатита, содержащего до 34% фосфорной кислоты, измеряются сотнями миллионов тонн, запасы нефелина—десятками миллиардов тонн.

Расплавленная, насыщенная газами магма, застывшая в виде апатитовых и нефелиновых пород, внедрилась среди ранее затвердевших дуг, слагающих Хибинский массив.

Вот что говорит А. Е. Ферсман о происхождении этих пород:

«Образование апатитовых и нефелиновых пород надо себе представить таким образом: в последние моменты остывания огромного подземного очага магмы, когда даже центральная часть канала была сверху закрыта затвердевшими массами, снизу снова поднялись расплавы, богатые летучими веществами, и пробили себе дорогу по образующей того конуса, о котором говорилось выше, как раз между дугами ранее застывших пород. При этом внедрении они частично переплавили эти образования, частью проникли отдельными жилами. Как тягучая масса, застывали они в этой обстановке, обволакивая куски, падающие в них с кровли, растекаясь в виде густой массы, которая наверху накапливала летучие газы, а внизу располагалась слоями, по мере охлаждения образуя те «флюидальные структуры», которые с замечательной резкостью наблюдаются на руднике Кукисвумчорра. При этом произошло и разделение апатитовой породы на две части: на верхнюю богатую зону, которая по своему строению получила название пятнистой, и нижнюю—сетчатую».

Кроме апатита, разведчиками Хибинских и Ловозерских Тундр были найдены богатые залежи редких минералов. Десятки жил малинового эвдиалита, содержащего цирко-

¹ Нефелин представляет собой минерал из группы алюмосиликатов, отличающийся сравнительно высоким содержанием окиси алюминия—3,25% и окиси натрия и калия—20% при чрезвычайно легкой растворимости в кислотах.

ний, были открыты на перемычке Куэльпора, а в одном из ущелий оказались крупные скопления редчайшего минерала—ловчоррита (содержащего много редких земель); даже около самой Горной станции Академии Наук было найдено месторождение чистейшего плавикового шпата.

* *

*

Найденное исследователями на склоне одной из вершин Кукисвумчорра—Апатитовой горе—между долинами рр. Лопарской и Воркеуай месторождение апатита в настоящее время разрабатывается для получения фосфористых удобрений. Фосфорная кислота (ангидрит P_2O_5)—одно из лучших удобрений, но содержащий ее апатит—основная часть апатито-нефелиновой породы—в естественном виде не пригоден для целей сельского хозяйства, так как не переходит в условиях почвы в растворимое состояние и поэтому не может питать растения.

Чтобы выделить чистый концентрат апатита, содержащую его породу обрабатывают на особой обогатительной фабрике, где из нее выделяется в виде хвостов нефелин и железосодержащие минералы—эгирин и титаномagnetит.

Обогащение достигается способом флотации. Апатито-нефелиновую породу дробят и измельчают настолько, чтобы сросшиеся зерна апатита и нефелина отделились друг от друга. Измельченную в порошок породу разбалтывают в воде, к которой прибавлены специальные реагенты. Последние обволакивают тончайшей пленкой зерна апатита и делают поверхность его не смачиваемой для воды. В то время как остальные зерна, смоченные водой, садятся на дно, зерна апатита всплывают вместе с пеной бурлящей во флотационной машине пульпы. Пену сгребают, обезвоживают и получают концентрат апатита, а осевший на дне нефелин и другие минералы—нефелиновые хвосты—выпускают с водой в отстойные бассейны.

Обрабатывая концентрат серной кислотой, получают из него высококачественное удобрение—суперфосфат, способный растворяться, будучи введенным в почву, и восприниматься растениями. В необработанном виде концентрат апатита применяется для выплавки ферро-фосфора и фосфористой бронзы. Из необогащенной апатитовой породы путем возгона получают желтый фосфор.

Нефелиновые хвосты, содержащие эгирин и титаномагнетит, могут применяться только для дубления кожи и в керамическом производстве, но освобожденные новым обогащением от этих примесей могут иметь широкое применение.

Можно указать на получение еще ряда продуктов химического производства из апатито-нефелиновых пород Хибинского массива. Так, например, спекая нефелин с известняком, получают чистый глинозем для алюминиевых заводов, соду и сырье для цементного производства.

• Нефелин можно добывать, помимо нефелиновых хвостов, из залегающих под апатито-нефелиновыми рудами уртитов—пород, содержащих 70—85% нефелина. Для этого нужно было бы освобождать уртит от содержащих железо минералов. В таком обогащенном виде он мог бы найти широкое применение.

В настоящее время добыча нефелина производится в устье некоторых рек, где запасы исчисляются в несколько миллионов тонн. Нефелиновый песок отложился в результате размывания коренных нефелиновых сиенитов и переноса измельченного материала вниз по течению, причем в это время происходило отделение тяжелых железистых минералов. Эти обогащенные реками нефелиновые пески идут на заводы для изготовления бутылочного и полубелого стекла, а также для керамического производства.

В Хибинских горах известно также несколько месторождений открытого там минерала—сфена, содержащего до 40% двуокиси титана. Залегание породы, обогащенной сфеном, прослежено от юго-восточного склона Кукисвумчорра через Лопарскую долину и по нижней части северо-западного склона Юкспора на протяжении свыше километра при мощности от 10 до 30 м. Запас сфеновой породы с содержанием сфена до 50—60% составляет здесь много миллионов тонн. Обогащая эту породу, из концентрата сфена можно получать двуокись титана, а из него—хорошую белую краску.

Напрасно было бы пытаться отыскать в Хибинах пласт глины или кусок кварца. Эти встречающиеся повсюду горные породы и минералы представляют там большую редкость. Но зато по склонам гор и среди каменных россыпей их вершин часто мелькают ярко окрашенные минералы, не известные нигде в мире, кроме Хибин и Ловозерских Тундр.

Наиболее замечателен из них упомянутый уже вишнево-красный эвдиалит, содержащий окись редкого металла циркония. В Ловозерских Тундрах найдены крупные залежи пород с содержанием 30—40% этого минерала.

Только в Хибинах найдены блестящие, золотистые пластинки (до 8 см длиной) минерала лампрофиллита, который встречается вместе с эвдиалитом. Очень похож на него астрофиллит, часто образующий большие красноватого цвета листы и волокнистые массы.

Наконец, надо назвать черные кубики лопарита, содержащего редкие земли, титан и ниобий, розовые волокна юкспорита и яркожелтые блестящие иголки ринколита или буровато-желтые, напоминающие столярный клей массы ловчоррита—частые находки охотников за минералами в Хибинских и Ловозерских горах.

В особенности важен минерал лопарит, заключающий в своем составе значительные количества редких земель и ниобия. Громадные его скопления обнаружены в Ловозерских горах. Они разведаны, и уже проектируется рудник для добычи лопарита.

Тюя-муюн

Полвека тому назад с северных предгорий Алая в лабораторию Геологического комитета в Ленинграде был доставлен кусок известняка с вкрапленностью зеленовато-желтых чешуек медной руды.

Красивый, не известный до того времени минерал приняли за медную руду потому, что в Средней Азии часто встречаются зеленый малахит и синий лазурит—окисленные руды меди. Их добывали в средние века и еще раньше, о чем говорят так называемые китайские выработки.

Пробитые ручным способом, повидимому, с помощью железных клиньев, такие выработки оказались и на известняковом гребне Тюя-муюн в предгорьях Алая, где был найден новый зеленовато-желтый минерал.

Исследования желтых пластинок нового минерала в лаборатории показали, что это не медная, а урановая руда, в которой содержится окись урана.

Этим открытием очень заинтересовались, так как в рудах урана всегда есть радий, и в пещерах Тюя-муюна, стенки которых были покрыты коркой известняка с вкрап-

ленностью желтого минерала, начали добычу радиевой руды.

Мраморовидные известняки Тюя-муюна выдаются в виде узкого гребня из зажимающих их углистых, кремнистых и глинистых сланцев. Основание известнякового гребня уходит на неисследованную глубину и остается пока нам неизвестным. Длина гребня 6—8 км, а ширина в среднем около 600 м. Вытянутый по широте гребень с почти отвесными склонами пересекается ущельем р. Араван глубиной около 300 м.

Район предгорий Алая, где лежит гребень Тюя-муюн, имеет характер полупустыни; количество осадков, выпадающих в течение года, не более 400—500 мм. Однако дожди идут почти исключительно в марте и апреле, а потому в этот период создаются хотя и кратковременные, но обильные потоки воды.

В далеком прошлом, повидимому, климат в этих местах был более влажным и теплым, и на гребень Тюя-муюн выпадало гораздо большее количество осадков, чем в наше время. Как мы увидим ниже, талые снеговые воды и дождевые потоки послужили причиной образования в массиве гребня Тюя-муюн большого количества пустот.

В некоторых из таких пустот, на их стенках, образовались скопления особого вида породы—«рудного мрамора», пронизанного жилками и вкрапленностью зеленовато-желтого минерала, о котором было сказано выше, названного тюямунитом. Удлиненные, уходящие в глубь массива скопления «рудного мрамора», покрывающие стенки трубчатых пустот, получили название жил.

На небольшом пространстве, длиной около 2,5 км и шириной 600 м, было найдено несколько таких жильных образований. Наибольшее значение имела Главная жила, но кроме нее был разведан ряд других.

Исследование жил Тюя-муюна показало, что они образовались путем заполнения рудной массой и баритом уходящих вниз вертикальных или наклонных и изломанных каналов—трубок—в известняковом массиве гребня.

Объяснение происхождения трубок и процессов заполнения их рудным веществом имело очень большое значение для определения возможных запасов руды и надежности всего месторождения; оно оказалось возможным лишь после изучения всех минеральных образований, покрывающих стенки пещер и трубок. Только после



Тюямуюнский гребень, прорезанный ущельем Танге. Вид на юг из долины р. Араван

Фото Д. И. Щербакова

того, как было установлено, что стенки пустот сперва были когда-то покрыты шестоватыми натечными корками кальцита, стала ясна причина образования полостей в массиве Тюя-муона, так как подобные отложения образуются в пустотах, связанных с растворением толщ известняков поверхностными и отчасти грунтовыми водами. По своей форме и происхождению пещеры и трубки Тюя-муона относятся именно к таким, как их называют, карстовым пустотам.

Процесс образования карста рисуется обычно в таком виде. В зоне поглощения поверхностных вод, богатых углекислотой, происходит растворение известняка и возникают большей частью колоколообразные пустоты—пещеры. Когда воды спускаются сравнительно быстро по трещинам вниз, размывая и растворяя известняк, образуются вертикальные или наклонные трубки диаметром до нескольких метров; в местах поворотов или колен они расширяются в колоколообразные пещеры. Трубки могут на глубине оканчиваться слепо пещерой, сетью узких

трещин—в массиве известняка или в зоне постоянного спокойного течения переходить в горизонтальные ходы. Нижние пещеры, большей частью колоколообразной формы, соединяются между собой наклонными ходами; они обычно завалены упавшими сверху обломками и целыми глыбами камня. Нижние пещеры служат связывающим звеном между вертикальными трубками и самыми глубокими карстовыми образованиями—горизонтальными ходами. По горизонтальным ходам, лежащим на уровне грунтовых вод, нередко текут ручьи и даже реки; выходя в пониженных частях рельефа на поверхность земли, горизонтальные ходы, по которым текут ручьи, дают источники воды.

Карстовые образования развиваются в определенной последовательности, в течение достаточно длительного времени. Зрелый карст должен иметь все элементы—верхние пещеры, вертикальные трубки, нижние пещеры и горизонтальные ходы, которые не должны оканчиваться слепо.

В отличие от обычных грунтовых вод карстовые воды могут резко менять свой уровень, и иногда давно высохшие пещеры после ливня неожиданно заполняются водой.



Устья карстовых трубок в известняках Тюямуюнской гряды

Фото Д. И. Щербакова

Достигая больших глубин, карстовые воды нагреваются и всегда теплее поверхностных; с углублением через каждые 100 м их температура повышается на 2—3°.

Как известно, уровень грунтовых вод зависит не только от количества выпадающих осадков, проницаемости горных пород и тому подобных условий, но также и от высоты уровня рек данного района. По мере пропиливания реками своего русла и снижения их поверхности понижается и уровень грунтовых вод.

Поэтому наиболее характерные формы карстовых пустот соответствуют определенным уровням рек, показателями которых, как известно, являются речные террасы.

Когда вследствие понижения уровня грунтовых вод или изменения климатических условий карстовые пустоты высыхают, в них начинается процесс заполнения минеральным веществом. Из просачивающихся по мелким трещинкам в потолке пещер растворов начинает выделяться карбонат, образующий спускающуюся вниз известняковую сосульку-сталактит, который с течением времени становится все толще и толще.

Неуспевшая испариться с поверхности сталактита вода падает на дно пещеры, и на этом месте постепенно нарастает известняковый столбик—сталагмит. Он делается все выше, пока, наконец, сливается со сталактитом, образуя колонну, подпирающую потолок пещеры.

Так постепенно происходит с помощью воды заполнение пустот, образованных ею же в массивах известняковых гор.

Полости Тюя-мюна начинаются обычно верхними пещерами, имеющими сообщение с поверхностью через извилистые, ветвящиеся ходы. Таковы, например, Желтая и сверкающая при свете фонарей Баритовая пещеры. Вследствие размывания Тюямуюнского гребня эти верхние пещеры в наше время находятся, конечно, гораздо ближе к поверхности, чем в эпоху образования их.

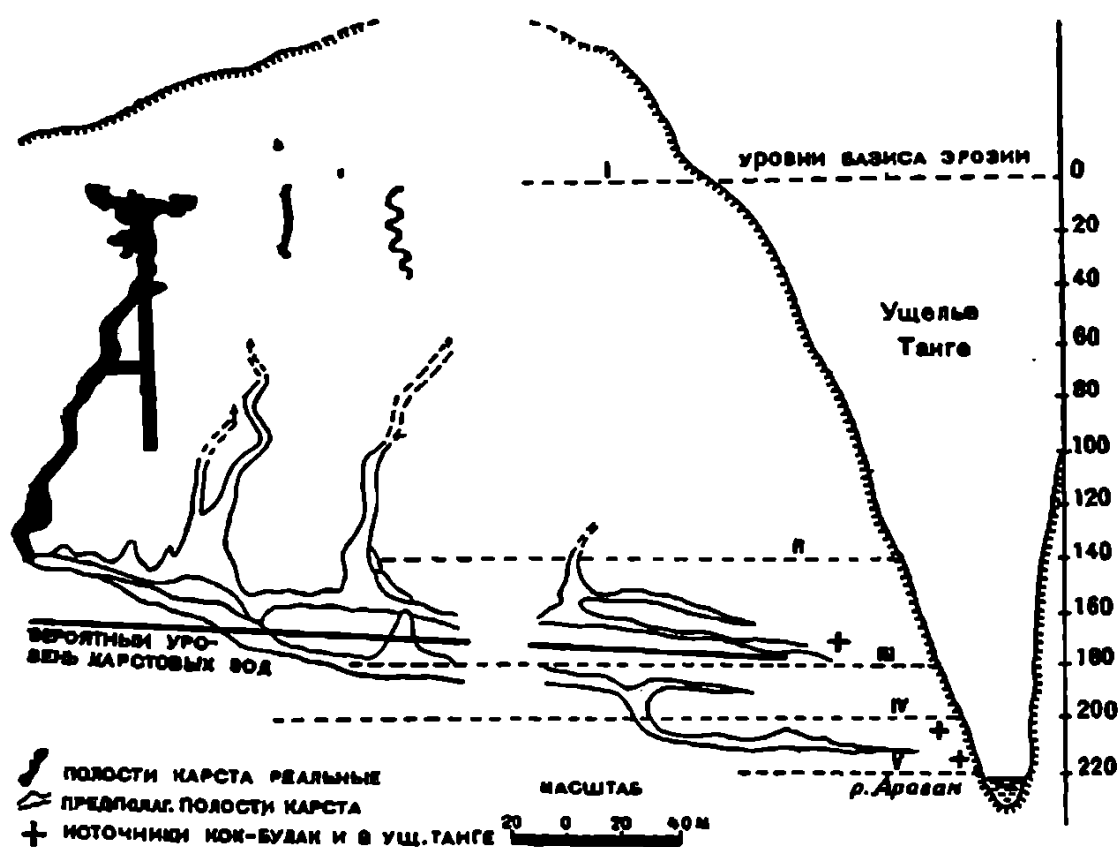
От верхних пещер в глубь массива идут вертикальные или коленчатые трубки, резко меняющие свое направление в зависимости от трещиноватости известняка. В местах переломов и изгибов они расширяются. Часто встречаются также вертикальные шахты («органные трубки»), отличающиеся большими размерами.

На глубине 83 м Главная жила начинает в некоторых местах расширяться. Небольшое раздутие ее в этой зоне

носит название Белой пещеры, а с глубины 114 м начинается обширная колоколообразной формы Нижняя пещера, достигающая в ширину 8 м. От верхней части Нижней пещеры уходит вверх на неизвестную высоту органическая трубка, на стенках которой нет никаких отложений руды.

Кроме формы, типичной для карстовых пустот, на происхождение трубок Тюя-мюна указывает еще та связь, которая наблюдается между ними и речными террасами его района.

Самой верхней террасе правого берега р. Араван, образование которой происходило в эпоху, когда уровень реки задержался в течение длительного времени на одной высоте, соответствуют верхние пещеры—Желтая, Баритовая и др., образование которых происходило при постоянной высоте уровня грунтовых вод в течение длительного периода времени. Затем р. Араван стала быстро пропиливать русло и углубляться; с понижением реки стал сни-



Схематический широтный разрез через Тюямуюнский гребень и ущелье Танге (по А. Е. Ферсману). Картина вероятных и возможных форм карста на глубинах в связи с различными уровнями речных террас (базисами эрозии)

жаться и уровень грунтовых вод, расширение верхних пещер прекратилось, и вода стала уходить по трещинам вниз, образуя вертикальные, коленчатые и органические трубки.

Образование Нижней пещеры происходило во время новой остановки понижения уровня грунтовых вод, которой на поверхности соответствует образование террас в ряде мест Восточной Ферганы, когда временно остановилось пропиливание поперечных долин. Еще ниже в долине Аравана имеется резко выраженная терраса, которой на не достигнутой разведками глубине в пустотах Тюя-муюна должны соответствовать нижележащие пещеры, заканчивающиеся трещинами или, вероятнее, горизонтальными ходами, соединенными с водоносной сетью известнякового массива.

На глубине 174,5 м горными выработками, которые велись на Тюя-муюне, был встречен обильный приток воды, а мощный источник Кок-булах, выбивающийся на склоне гребня близко к предполагаемому уровню карстовых вод, доказывает наличие проработанного горизонтального хода.

Поэтому можно считать почти доказанным, что Главная жила представляет собой зрелый карст с горизонтальной сетью подземных ходов. Действительно, выработка из Нижней пещеры пошла сперва круто вниз, а затем сделалась почти горизонтальной. Повидимому, и глубже имеется другой горизонтальный ход, связанный с сетью водоносных трещин массива, чем и объясняется встреченный шахтой обильный приток воды. На продолжении верхнего горизонтального хода можно ожидать большие, направленные вверх колоколообразные пустоты.

* *

*

Случаи образования отложений руд в карстовых пустотах известны и в других местах, кроме Тюя-муюна.

Обычно это месторождения свинцово-цинковых руд, как, например, в Каринтии и в Монтепюни, где на большую глубину уходят вертикальные трубки диаметром до 40 м, заполненные баритом и свинцовым блеском. Однако в этих месторождениях не сохранился так хорошо карстовый характер пустот, потому что стенки трубок сильно разъедены рудными растворами, и только в Западной

Африке, в Отави, есть известное жильное месторождение Тзумеб, образование которого очень сходно с образованием трубчатых жил Тюя-мюна.

Насколько просты и хорошо изучены карстовые процессы, которым обязаны существованием пещеры и трубки Тюя-мюна, настолько сложно образование покрывающих их стенки рудных корок.

С одной стороны, отложение по стенкам, очевидно, указывает на карстовый характер пустот. С другой стороны, «рудный мрамор» и пронизывающие его минералы могли произойти только вследствие процессов, являющихся отголосками вулканических явлений (так называемые поствулканические явления). Это обстоятельство долго затрудняло объяснение происхождения месторождения Тюя-мюна.

В главной жиле непосредственно на мраморовидном светлорозовом или слабофиолетовом известняке массива лежит слой радиальнолучистого, шестоватого кальцита. Это сталактитовые и сталагмитовые образования, которые покрыли стенки карстовой полости—трубки. Они образованы растворами, притекавшими сверху. Это был нормальный процесс отложения из растворов углекислой извести, какой наблюдается во всех карстовых полостях, не мешавший дальнейшей циркуляции воды.

Однако в последующем этот процесс был прерван другим, в результате действия которого шестоватая корка кальцита была частично перекристаллизована в темносерый с красновато-бурым оттенком «рудный мрамор». Он пронизан желтым тюмунитом, заполняющим промежутки между крупными зернами и тоненькие трещинки в массе мрамора, а в небольших полостях отложились радиальнолучистые корочки зеленых ванадиевых минералов.

Образование «рудного мрамора» можно объяснить вторжением в карстовые пустоты Тюя-мюна снизу, с больших глубин, горячих, с температурой около 60°, минерализованных растворов, которые принесли с собой соединения меди, железа, ванадия и урана. Эти соединения стали отлагаться по стенкам полостей, «съедая» верхние слои корки натечного известняка и замещая его продуктами химических реакций взаимодействия.

По стенкам полостей отлагались также корками коллоидальные урано-ванадиевые соединения. Очень возможно, что они были принесены в сернокислых растворах, ко-

которые взаимодействовали с кальцитом, покрывавшим стенки пустот, образуя гипс.

Образование «рудного мрамора» шло при совершенном заполнении карстовых полостей горячими растворами, о чем говорит кольцевой характер слоев «рудного мрамора», покрывающего как верхние, так и нижние стенки полостей.

Однако в обширных пустотах Тюя-муюна (как, например, в Желтой пещере) встречаются и натечные формы — сталактиты «рудного мрамора». Их происхождение объясняется тем, что при заполнении пустот горячими растворами принесенные ими газы и пары могли скопляться в верхних частях больших пещер, сохраняя свободное от растворов пространство, в котором могло происходить образование сталактитов «рудного мрамора».

Проникновение горячих растворов, осаждавших «рудный мрамор», могло происходить с больших глубин по трещинам или по линии сбросов.

Позднее, в одних случаях немедленно после окончания образования «рудного мрамора», в других — через более или менее значительный промежуток времени, начался последующий процесс отложения корок барита, толстым слоем покрывающих «рудный мрамор». Барит осаждался из поднимавшихся снизу менее горячих растворов. В начальной стадии кристаллизация барита происходила в присутствии взмученных частиц красной, железистой глины, чем, может быть, объясняется красный цвет первых слоев корок барита. В дальнейшем количество растворов уменьшилось, они уже не заполняли пустот и очистились от взмученной красной глины. Из них осаждался светлый, медово-желтый барит. Частично корка светлого барита явилась результатом перекристаллизации верхних слоев красного барита.

В тех случаях, когда осаждение барита происходило немедленно после окончания рудного процесса, верхние слои «рудного мрамора» несут на себе следы разъедания баритовым раствором.

Наконец, когда процесс отложения из горячих растворов закончился, в пустоты снова стали просачиваться поверхностные воды, растворяя по пути известняк и отлагая его затем в виде корок сверху барита. Так получилась, например, красивая белая облицовка в Нижней и Белой пещерах.

Если полость трубки была заполнена обломками «рудного мрамора» и известняка, проникавшие между ними растворы цементировали обломки зеленоватым мраморным ониксом, образуя брекчию,—как называются массы сцементированных угловатых обломков горных пород.

Если полость трубки была совершенно заполнена отложениями «рудного мрамора» и барита, вода задерживалась и начинала выщелачивать коллоидальные уранованадиевые соединения; при испарении растворов корки известняка покрывались гипсом с желто-зелеными кристаллами тюямунита.

Такой процесс вторичного отложения тюямунита вследствие закупорки баритом трубок очень част в жилах Тюя-мюна. Образующиеся растворы ищут путь обязательно по оси трубки, а там, где встречают наименьшее сопротивление движению вниз. Обычно они проникают между слоем «рудного мрамора» и прилегающим к нему красным баритом. Двигаясь, они отлагают между этими слоями кальцит и красную глину.

В результате вторичного отложения из растворов, циркулировавших в пустотах после окончания рудного процесса, в нижних зонах Тюя-мюна (Нижняя пещера) отложилась толща перемежающихся слоев сильно измененного «рудного мрамора», красной глины, красных сталагмитовых корок, фиолетовой глины и скоплений тюямунита и ванадиевых минералов.

* . *

*

О существовании радиоактивных, т. е. испускающих какие-то загадочные лучи, веществ узнали впервые в самом конце прошлого века. Открытие таких лучей было сделано французским физиком А. Беккерелем при изучении им действия излучения солей урана на фотографическую пластинку. Несколько позднее, по предложению Марии Кюри, вещества, которые обладали способностью производить подобные излучения, были названы радиоактивными. В дальнейшем ей вместе с Пьером Кюри удалось выделить из урановой смоляной руды новое вещество—радий, который отличается рядом замечательных свойств. Он непрерывно выделяет тепло, нагревая окружающую среду; один грамм радия мог бы в течение часа нагреть три грамма воды от нуля градусов до температуры кипения.

Заклучив небольшое количество радия в колбу, можно через некоторое время открыть в ней следы газа гелия, содержание которого с течением времени все увеличивается. Присутствие радия делает окружающий воздух электропроводным; некоторые вещества в темноте вблизи от крупинки радия становятся светящимися.

Исследованиями физиков и химиков было установлено, что все эти явления происходят вследствие распада атомов радия. Частицы распадающегося атома уносятся с огромной скоростью в окружающее пространство. При этом наблюдаются три вида излучений: α -излучения, состоящие из положительно заряженных частиц гелия, β -лучи—из отрицательно заряженных электронов и γ -лучи, или рентгеновские лучи, очень короткой длины волны. Вследствие распада атомов взятое количество радия медленно уменьшается, и через 1600 лет из него должна остаться только половина. Скорость распада не изменяется ни при каких условиях. Так, радиоактивное вещество подвергали давлению в 24 000 атмосфер, охлаждали до -240° , нагревали до высокой температуры, вводили его в сильнейшие электрические и магнитные поля, но скорость распада оставалась постоянной.

Дальнейшими опытами установлено, что явление распада свойственно, кроме радия, и другим веществам, но только скорость распада у них иная, чем у радия.

Сам радий является промежуточным продуктом распада урана, продолжительность распада которого определяется в 5000 млн. лет. Конечным продуктом этого распада является вещество, по химическим и физическим свойствам ничем не отличающееся от обыкновенного свинца. Разница между обыкновенным свинцом и получающимся в результате распада урана только в атомном весе: у первого он 207.2, у второго 206.0. Существует и второй ряд радиоактивных элементов, к которому принадлежит торий. В результате распада тория также получается свинец, но с атомным весом 208. Внутри содержащих уран минералов находятся и все остальные продукты распада, в числе их конечный продукт—свинец, количество которого с течением времени все увеличивается. Чем старше урановый минерал, тем больше он должен содержать уранового свинца. Таким образом по количеству свинца можно судить о возрасте уранового минерала. Среди продуктов распада, кроме свинца, не подвергается

также изменениям газ гелий. Он удаляется только из поверхностного слоя, но большая часть его остается включенной внутри куска минерала. На измерении количества свинца и гелия в урановых минералах и основан один из способов абсолютного геологического летоисчисления, т. е. определения времени, протекшего со времени образования исследуемого куска уранового минерала.

Кроме важного значения для науки, радий имеет широкое практическое применение, в особенности в области медицины. Поэтому месторождения его руд привлекают к себе большое внимание. Радий добывается в настоящее время из урановой смоляной руды Иохимсталльского месторождения в Чехии, из руд месторождения Медвежьего озера в Канаде, в Бельгийском Конго (Катанга), в штатах Юта и Колорадо США из карнотитовых руд. Обычно в тонне сырой руды его содержится всего несколько десятков миллиграммов, что обуславливает большие трудности извлечения и высокую цену грамма радия, порядка 40 000—50 000 долларов.

Месторождение Тюя-мюна в течение нескольких лет служило источником получения радия в Союзе ССР.

В 1925 и 1926 гг. добыча руды производилась в Белой пещере Главной жилы. Добываемая руда вывозилась и перерабатывалась на одном из химических заводов Севера. Одновременно углублялась шахта, которая тогда же достигла уровня грунтовых вод. Большой приток воды остановил ее дальнейшую углубку.

Тюямюнское месторождение богато разнообразными и редкими минералами.

Кроме тюямунита, там встречается замечательный минерал—радиобарит, который образовался в результате перекристаллизации сернокислого бария, захватившего при этом некоторое количество сернокислого радия. Он встречается в «рудном мраморе» в виде медово-желтых, непрозрачных таблитчатых кристаллов и обладает высокой радиоактивностью.

Из других минералов в Желтой пещере найдены алаит—свободная ванадиевая кислота в виде мягких волокнистых масс малинового цвета, которые покрывали скопления серо-фиолетовых глин в ее пустотах. Очень интересны корки зеленовато-желтого мраморного оникса, так называемого радиолита, которые используются в промышленности в качестве поделочного камня. В Желтой пещере и

верхних зонах месторождения часто встречается зеленый малахит в форме нежноволокнистых и радиальнолучистых скоплений в пустотах выщелоченных полостей. Пустоты в Желтой пещере нередко выстланы кристаллической, радиальнолучистой коркой оливково-зеленых ванадиевых минералов (туранит, тангеит), носящих местное название табачной, или оливковой, руды.

На различных глубинах, от Желтой пещеры до дна Белой и Нижней пещер, часто встречается в разных формах гипс, которому кристаллики тюямунита придают зеленоватый тон. В пустотах жил и пещер залегают скопления красных, черных, желтоватых, белых глин, а в одной из жил найдена медистая голубая глина.

Тюямунское месторождение было первым месторождением руд радия, которое начали разрабатывать в СССР. Этим было положено начало промышленной добыче редких металлов, получившей столь мощный размах в эпоху сталинских пятилеток.

Интерес к радию не ограничивался изучением и эксплуатацией одного Тюямунского месторождения. Одновременно начались поиски радиоактивных руд в различных районах Средней Азии. Они увенчались успехом и привели к открытию новых точек, характеризующихся иными условиями образования или, как говорят геологи, иным генезисом руд и новыми разнообразными урановыми минералами. Среди них в особенности надо отметить месторождения Табошарское в западных отрогах Тянь-шаня, а также Майли-су и Уйгур-сай в Северной Фергане.

До последнего времени урановые руды этих месторождений рассматривались только как источник радия по преимуществу, так как уран имел очень ограниченное применение.

Но 1940 год принес новые замечательные открытия, которые сулят широкое будущее урану. Возникает совершенно новая задача, связанная с использованием внутриатомной энергии урана, которая уже по существу является проблемой самого урана.

Для того чтобы несколько разобраться в этом новом цикле явлений, вернемся на время к явлениям радиоактивности и некоторым вопросам так называемой ядерной физики.

* *

*

Прошло всего около 40 лет со времени открытия явлений радиоактивности. За это время данная область знаний получила исключительное развитие и оказала громадное влияние на соседние научные дисциплины—физику атома и химию.

Действительно, радиоактивность познакомила нас с реальностью существования отдельных атомов, научила их считать и делать видимым пути их движения (в камере Вильсона), она впервые позволила наблюдать самопроизвольное превращение одного химического элемента в другой.

Как было уже указано выше, при самопроизвольном распаде атомов естественных радиоактивных элементов наблюдаются три типа излучений: или при своем распаде ядро атома теряет так называемую α -частицу, представляющую не что иное, как ядро атома газа гелия с двойным положительным зарядом, или ядро теряет β -частицу, представляющую электрон с массой, в 1840 раз меньшей, чем масса атома водорода с отрицательным зарядом, или, наконец, этот распад сопровождается γ -излучением электромагнитного характера, сходным с рентгеновскими лучами.

Теперь, в значительной мере на основании изучения радиоактивных явлений, мы представляем себе, что атом любого химического элемента состоит из трех типов элементарных частиц: из протонов, или ядер атома водорода, несущих по одному положительному заряду, из нейтронов—частиц, открытых лишь в 1932 г., обладающих массой, равной массе атома водорода, но лишенных всякого электрического заряда, и, наконец, из электронов. При этом ядра, в которых сосредоточена практически вся масса элемента, состоят из двух простейших частиц—протонов и нейтронов, а электроны располагаются во внешней сфере, вращаясь вокруг ядра по орбитам на сравнительно больших расстояниях. Они компенсируют положительный заряд ядра, сообщенный ему протонами.

Если мы будем рассматривать последовательно элементы периодической системы Д. И. Менделеева; постепенно от легких элементов к более тяжелым, то увидим, что по мере перехода к более тяжелым атомам количество входящих в состав их ядер нейтронов начинает преобладать над количеством протонов. Наконец, при известном избытке нейтронов такие системы делаются, повидимому,

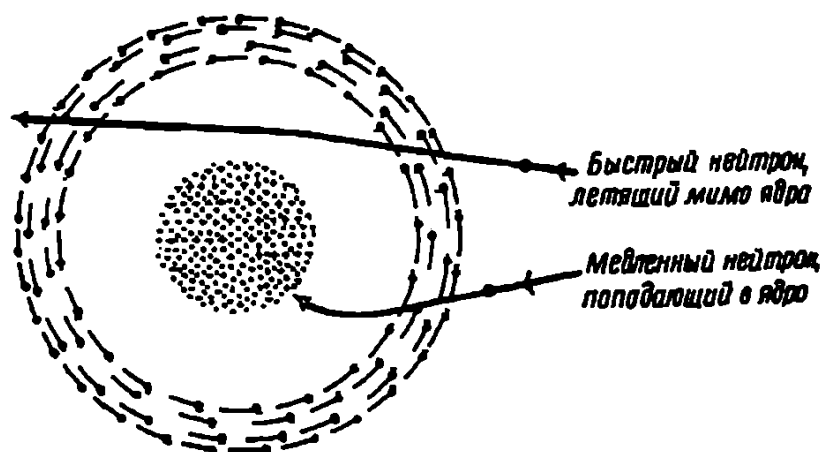
уже недостаточно устойчивыми. Поэтому, начиная с 82-го порядкового номера периодической таблицы, мы встречаемся, на ряду с устойчивыми ядрами химических элементов, также с существованием в природе неустойчивых ядер, способных к самопроизвольному распаду, т. е. обладающих естественной радиоактивностью.

Однако в 1939 г. О. Ганом и Ф. Штрассманом в Германии, Ф. Жолио во Франции и Л. Мейтнер и О. Фришем в Дании было показано, что под влиянием бомбардировки ядер урана нейтронами последние способны раскалываться на две почти равные части, причем процесс этого деления протекает с большим выделением энергии. Этим самым было открыто совершенно новое явление раскалывания ядер элементов, отличное от ранее изученных процессов радиоактивного распада. Этот процесс можно себе представить следующим образом. Ядро урана является малоустойчивым. После улавливания еще одного нейтрона образовавшееся сложное ядро распадается путем деления на два новых ядра, сумма электрических зарядов и масс которых равна заряду и массе исходного ядра урана. Получившиеся новые ядра будут отвечать по своему строению более легким, чем уран, химическим элементам. Но они вместе с тем обладают огромным избытком нейтронов в ядре и, следовательно, избытком массы по сравнению с той, которая отвечает устойчивому состоянию ядра в данном месте периодической системы. Поэтому вновь начинается распад в этих ядрах и их превращение в другие химические элементы.

Надо ко всему сказанному добавить, что в настоящее время физики могут раскалывать не любой атом урана, а только атом его изотопа с весом 235. Напомним, что уран, обладающий самыми тяжелыми атомами среди всех металлов, состоит из смеси трех разновидностей весьма сходных атомов, или изотопов, урана с атомными весами 234, 235 и 238. Изотоп 235 находится в любом урановом препарате всего в количестве 0,7% по отношению к сумме атомов урана, и выделить его из этой смеси чрезвычайно трудно.

Итак, только бомбардировка нейтронами и их столкновение с ядром атома 235 взорвет его, раздробляя на два новых. Эти движущиеся обломки, оказывается, обладают огромной энергией. Но их легко остановить некоторыми преградами и уловить всю их энергию в виде обыкновенного тепла.

В очень схематизированном виде атом урана и летящие в него нейтроны изображены на чертеже. Здесь ясно видно, что быстро движущийся нейтрон может пролететь мимо цели, а медленный «снаряд» будет как бы «всосан» ядром урана. При этом ядро расщепится на два новых, которые разлетятся с катастрофической силой. Некоторые «остаточные части» в виде трех или четырех нейтронов останутся от атомного расщепления и свободно



Атом урана 235, состоящий из 92 протонов (+) и 143 нейтронов (-) в ядре, электрически уравновешивающих 92 электрона (-) во внешних орбитах. Атомный вес $29 + 143 = 235$

вылетят также с громадной силой. Энергия разрыва будет в несколько миллиардов раз больше энергии употребленного снаряда. Получаются такие же соотношения, как при взрыве некоторого количества динамита небольшим детонатором.

Первый нейтроновый снаряд должен быть пущен извне. А затем нейтроновые осколки первого взрыва взорвут несколько новых ядер, и дальнейшее расщепление атомов будет продолжаться само собой по схеме цепной реакции (подобно тому, как поставленные кости домино падают друг за другом, если толкнуть первую кость).

Возникает вопрос: как управлять этим взрывом? Но особенности этого явления сами приходят на помощь человеку. Оказывается, что нейтроны, выброшенные атомным взрывом, движутся слишком быстро, чтобы попадать в другие ядра и их взрывать. Их полет для этого должен быть искусственно замедлен. В качестве такого замед-

лителя могут служить водородные атомы. Именно это обстоятельство делает особенно ценным новое открытие физиков, создавая возможность искусственно регулировать скорость разрушения атомов урана и тем самым рационально использовать освобождающуюся при этом энергию. Надо создать замедленную цепную реакцию, подобную горению каменного угля на воздухе, что может быть достигнуто пропитыванием урановой массы водородом или водой.

После начала реакции вода в соответствующей дозировке уничтожит избыток энергии, и реакция будет протекать с желаемой скоростью.

Расчеты показали, что полная энергия, которую можно получить при расщеплении атомов, содержащихся в 1 кг урана, эквивалентна энергии 5000 т сжигаемого угля.

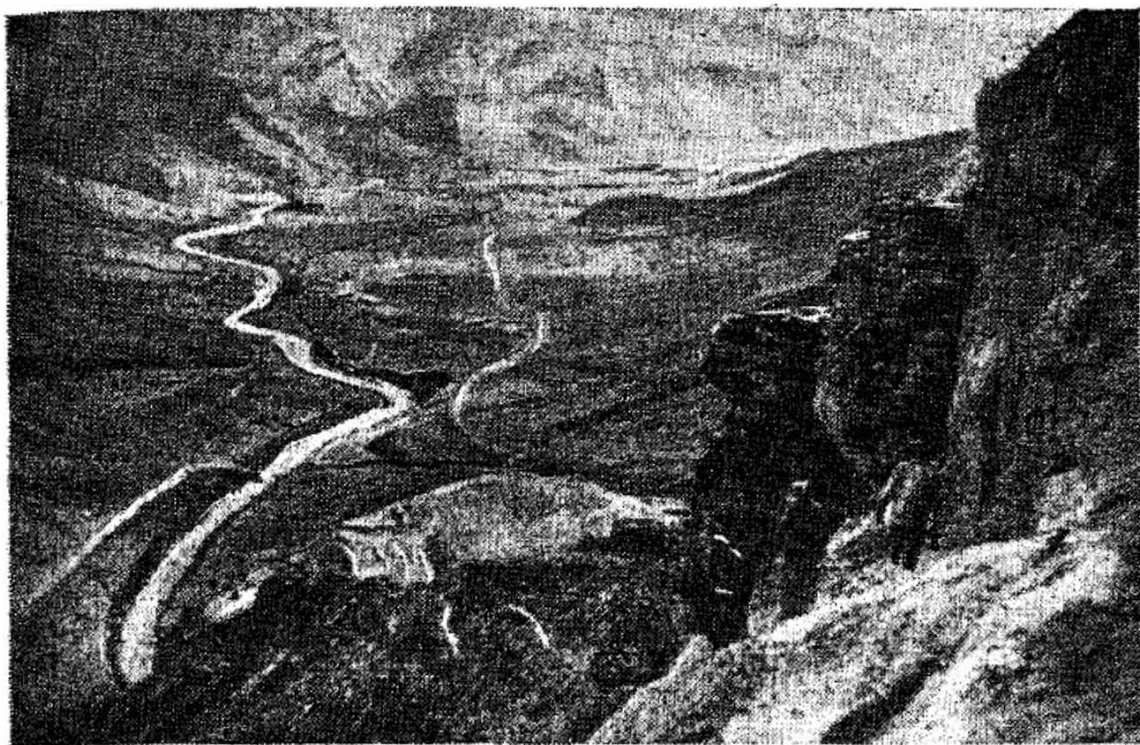
Вот почему ученые видят теперь в уране источник энергии будущего и увлекаются заманчивой и близкой идеей создания атомных силовых установок!

Естественно, что вновь появился большой интерес к месторождениям урана, которые рассматриваются теперь не только как источники радия, но и как сырьевые базы, обеспечивающие возможность получения изотопа урана 235.

Мировые запасы урана в недрах составляют в настоящее время приблизительно 12000 т (в пересчете на U_3O_8). Из них на долю Европы приходится 600 т, на долю Бельгии (Конго)—около 3000 т, Англии принадлежит свыше 6000 т (Канада) и США обладают примерно 2400 т.

Всего за 40 лет на всем земном шаре добыто около 1,2—1,3 кг радия, главным образом при переработке урановых руд. Лишь за последние годы у нас в СССР стали получать радий также из некоторых нефтяных вод путем очень простых и остроумных технологических приемов. Обычно содержание радия в руде находится в строго определенной зависимости от содержания в ней урана. Примерно на каждые 3 т урана (при условии радиоактивного равновесия) приходится 1 г радия.

В мировой практике известны три различных типа месторождений урана. Два из них дают первичные руды урана, представленные преимущественно тяжелым смоляно-черным минералом уранинитом (смесь закиси и окиси урана с некоторым количеством свинца) или его коллоид-

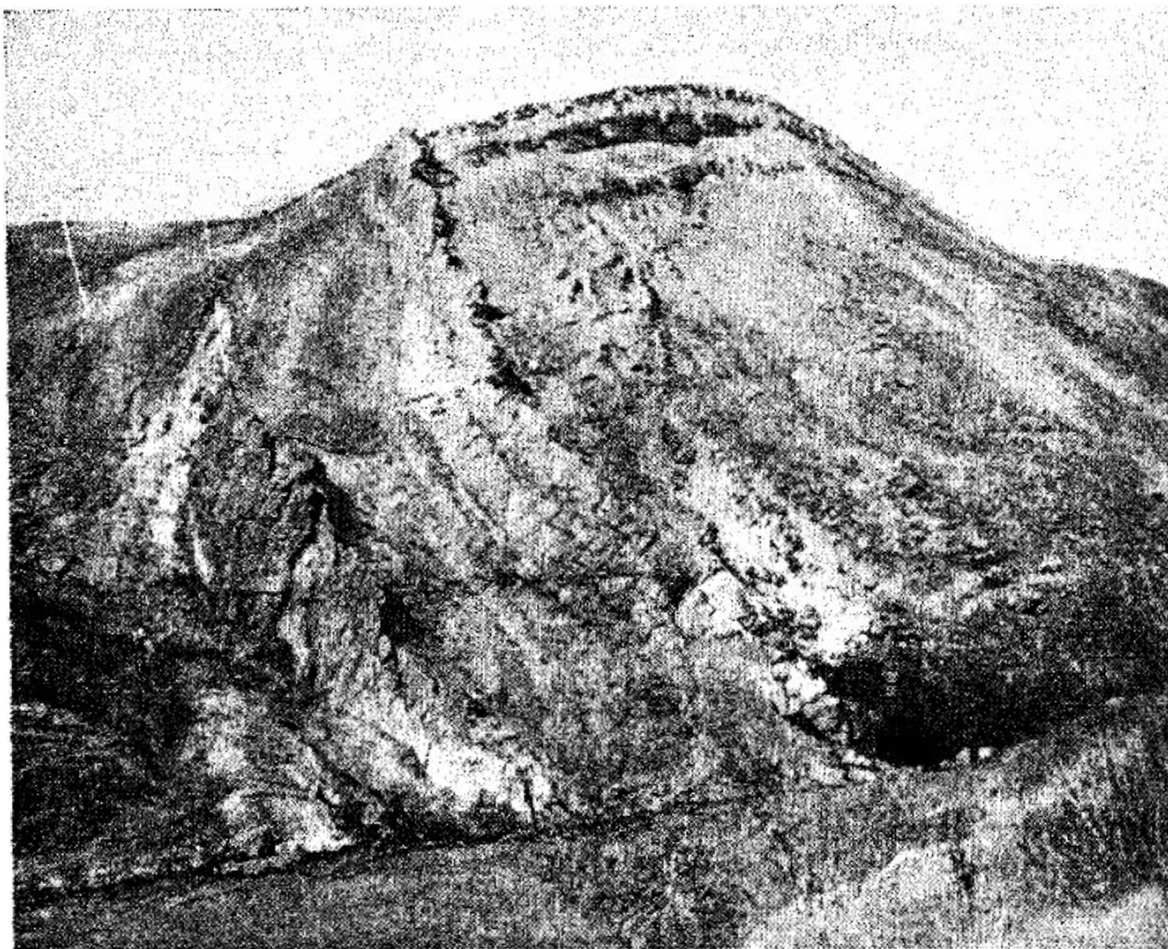


Долина р. Майли-су. Справа пласт рудоносного известняка

Фото Д. И. Щербатова

дальной разновидностью—урановой смоляной рудой. Эти руды отлагались или в так называемых пегматитовых жилах, близких по составу к граниту, сопровождающих гранитные внедрения, или в рудных жилах, отложившихся из горячих водных растворов. Первичные урановые минералы легко изменяются вблизи дневной поверхности, переходят в растворы, из которых выпадают под действием таких кислот, как фосфорная, ванадиевая и др. В этом случае образуются вторичные урановые месторождения, представленные яркозелеными минералами—урановыми слюдками или яркожелтыми урано-ванадатами—карнотитом и тюямунитом.

В Средней Азии, как уже указывалось выше, было найдено несколько месторождений урана. Наиболее обещающее и интересное находится в Карамазарских горах—юго-западных отрогах Тянь-шаня. Здесь горными выработками вскрыты рудные жилы, обогащенные в верхней зоне урановыми слюдками. Ниже, под зеркалом грунтовых вод, появились своеобразные землистые «урановые черни», напоминающие по составу урановую смоляную руду, и местами среди сернистых руд свинца, цинка и мышьяка



Куполовидная складка, прорезанная р. Майли-су

Фото Д. И. Щербакова

встречены уже настоящие первичные урановые смоляные руды.

Месторождения совсем другого типа обнаружены в Северной Фергане, где они приурочены или к континентальным отложениям песчаников и галечников, или к морским известнякам нижнетретичной эпохи.

В местности Уйгурсай на правом берегу р. Сыр-дарьи в пласте песчаника залегают яркожелтые скопления карнотита, осевшие, повидимому, на границе карбонатной нижележащей среды и сульфатных растворов, спускающихся с гор. Они очень сходны с карнотитами западных штатов США.

А по среднему течению р. Майли-су яркожелтые фосфаты и ванадаты урана пропитывают пласт известняка, залегающий в куполе нефтеносной складки.

В Средней Азии известны и другие точки с урановым

оруденением. Здесь намечается существование своеобразной «урановой провинции» с многочисленными месторождениями урана разного типа.

Именно в Средней Азии наша молодая урано-радиевая промышленность получит в первую очередь необходимое ей минеральное сырье, которое будет применено как в технике, так и в научно-исследовательских институтах Союза ССР для решения ведущих вопросов современной физики и энергетики.

III. ЖЕЛЕЗНЫЕ ХРЕБТЫ

Курская магнитная аномалия

Свойства магнита известны с очень давних времен. Китайские путешественники 3000 лет тому назад брали с собой фигурку, стоящую на палубе легкой лодочки, в которой был скрыт магнит. Пущенная в миску с водой, она указывала направление на север. В Европе первый компас был построен более 600 лет назад итальянцем Флавио Джойо, заимствовавшим его идею у арабов.

Обладавшие богатым воображением древние греки думали, что на полюсе высится магнитная гора, притягивающая к себе конец магнитной стрелки. По их легендам, мореплаватели, неосторожно приближаясь к этой горе, погибали, потому что притяжение гигантского магнита вытаскивало гвозди из деревянного корабля, и он рассыпался.

Но в XVI в. знаменитый физик Джильберт на опыте выяснил причину того, что стрелка компаса показывает всегда одним концом на север. Он сделал из магнитного железяка модель земного шара. Она была круглым магнитом, имевшим два полюса. Помещая на его поверхности маленький компас, Джильберт нашел, что стрелка всегда указывала одним концом на северный, а другим на южный полюс модели, т. е. вела себя так же, как и на поверхности земного шара. Отсюда он сделал вывод, что Земля—огромный шарообразный магнит, имеющий два полюса—северный и южный, которые притягивают концы магнитной стрелки.

Однако магнитные полюсы земного шара не совпадают с географическими. Поэтому направление магнитной стрелки компаса всегда составляет некоторый угол с географическим меридианом (т. е. с линией север—юг), называемый склонением магнитной стрелки.

Это явление было открыто еще Христофором Колумбом во время его путешествия в Америку.

Если магнитная стрелка не подперта на острие, как в компасе, а вращается на горизонтальной оси, она в любой точке северного полушария наклоняется концом, указывающим на северный полюс, вниз, составляя некоторый угол с горизонтальной плоскостью, который называется наклоном. Наклонение и склонение для одного и того же места не всегда остаются постоянными: они немного меняются в течение суток и в течение года, на них влияет количество солнечных пятен, вызывающих иногда такие сильные отклонения магнитной стрелки от нормального положения, что это явление называют магнитной бурей. Однако в среднем для каждого места существуют определенные средние величины склонения и наклона. При перемене же места на земной поверхности склонение и наклонение магнитной стрелки постепенно изменяются. Путешественник, отправляющийся далеко на север, наблюдает очень интересные явления в поведении магнитной стрелки: наклонение ее все увеличивается, и на самом магнитном полюсе подвешенная магнитная стрелка станет вертикально.

Однако известны районы, где при незначительном переходе в несколько километров магнитная стрелка резко меняет свое направление, и компас может только сбить с верного пути. Это явление носит название магнитной аномалии.

Сильнейшая из известных магнитных аномалий была открыта во второй половине прошлого века в некоторых районах Курской области. Местным жителям давно было известно, что в районе Щигров, Старого и Нового Оскола, Белгорода и Кочетовки нельзя пользоваться компасом, стрелка которого указывает самые невероятные направления. Об этом знали также инженеры и техники, работавшие там по проведению дорог, но никто из них не отдавал себе отчета в значении этого замечательного явления.

Во второй половине прошлого столетия на территории России производились систематические магнитные наблюдения, и тогда обратили внимание, что показания магнитных приборов в двух точках Курской губернии резко отличаются от показаний в других местах той же губернии.

Через 15 лет в районе Белгорода нашли точки, где аномалия была еще больше. Когда опубликовали резуль-

таты этих изменений, они возбудили большой интерес. Русское географическое общество организовало под руководством директора Парижской обсерватории Муру наблюдения, которыми была обнаружена сильная аномалия на значительном протяжении.

Тогда многие заинтересовались причиной необычайной аномалии.

Всем известно, что отклонение магнитной стрелки от нормального положения можно произвести искусственно, положив вблизи нее кусок железа или магнитного железняка; он будет оттягивать в свою сторону один конец стрелки и делать неправильными показания компаса. Стрелка отклоняется также, как это доказал еще в начале прошлого века Ампер, действием проходящих вблизи электромагнитных токов. Поэтому аномалию под Курском можно было объяснить как притяжением магнитных масс, так и электромагнитными токами в земной коре.

Разрешить этот вопрос удалось в начале текущего века московскому профессору Эрнесту Лейсту.

Сын бедного ревельского ремесленника Лейст должен был унаследовать ремесло отца, но он не хотел примириться с этим. Сдав экстерном курс гимназии в том возрасте, когда уже кончают высшее учебное заведение, он стал студентом. Учась и работая одновременно, он блестяще окончил университет, получив за работу по математике золотую медаль.

С начала 80-х годов Лейст работал в Москве сперва физиком метеорологической обсерватории, потом профессором Московского университета. Он увлекался изучением земного магнетизма. Узнав о существовании замечательной магнитной аномалии под Курском, он с жаром принялся за исследование этого явления. В течение ряда лет каждый год во время каникул он уезжал туда и вместо отдыха бродил с инструментом в ящике за плечами по лугам, лесам и крестьянским межам. Крестьяне принимали его за землемера и надоедали просьбами об обмере участков, полиция подвергала аресту и требовала объяснений. Ночевать приходилось в крестьянских избах, питаться—одним молоком и черным хлебом. Но через несколько лет такой работы Лейст нашел множество точек, в которых магнитная стрелка сильно отклонялась от нормального положения. Он произвел измерения более чем в 4500 точках. На каждое такое наблюдение нужно было

затратить несколько часов, и, кроме того, оно требовало последующей обработки.

Лейсту удалось установить, что существуют две линии сильнейших магнитных возмущений: одна проходит через Щигры, Коробково, Новый Оскол, другая—через Кочетовку, Белгород, Волчанск. Помещенный на восток от этих линий аномалии компас отклоняется одним концом на запад, а при переходе на другую сторону ее тот же конец стрелки оттягивается на восток. Если же магнитная стрелка вращается на горизонтальной оси, то на линии аномалии она становится вертикально.

Размышляя над причиной этого явления, Лейст пришел к выводу, что ее нельзя объяснить электрическими токами в земной коре, потому что они недостаточно сильны и непостоянны, завися от распределения дождевых вод, температуры и влажности почвы и воздуха и других причин. Поэтому он считал, что отклонение магнитной стрелки вызывается наличием под земной поверхностью магнитных масс.

Но и магнитные массы могут быть трех родов. Известны местности, где магнитные аномалии вызываются массивами вулканических горных пород. На это явление обращали внимание ученые, начиная с XVI столетия, и установили, что массивы базальта, диабазы, диорита и других горных пород в некоторых случаях могут влиять на направление магнитной стрелки. Такие явления известны в Англии, Шотландии и Ирландии. На Урале в Билимбаевской даче также была известна магнитная аномалия, вызываемая вулканическими породами.

Отклонения магнитной стрелки наблюдались и вблизи горных цепей. Так, на южной стороне Гималайского хребта магнитная стрелка отклоняется от нормального положения на 2° влиянием массива гор.

Причина магнитных свойств некоторых массивов изверженных горных пород и горных хребтов остается неясной: одни видят ее—когда речь идет об изолированных скалах—в ударах молнии, другие считают причиной магнитных свойств горных пород электрические токи, распространяющиеся в среде с различной электропроводностью.

Наконец, были известны случаи, когда магнитная аномалия вызывалась залегающими под поверхностью земли скоплениями железных руд. Из них сильными магнитными свойствами обладает магнитный железняк, более слабыми—

магнитный колчедан. В Швеции, начиная с 1900 г., производились систематические наблюдения показаний магнитной стрелки в тех местностях, где искали железную руду, но в дореволюционной России о них не знали.

Изучая магнитную аномалию под Курском, Лейст пришел к заключению, что наблюдаемые отклонения не могут быть вызваны сравнительно слабыми магнитными притяжениями горных пород, а только массами магнитного железняка, залегающего на большой глубине под поверхностью земли.

Весть о подземных «железных хребтах» произвела необычайный шум. Собственники имений засыпали Лейста вопросами, нет ли руды на их участках. Началась спекуляция землей. Даже земство заинтересовалось железной рудой под Курском и отпустило средства на разведочное бурение.

Лейст указал точку, где нужно заложить буровую скважину. Однако у него не было достаточно данных, чтобы безошибочно указать место для скважины. Пробурили более 300 м, а руды нет. После этого уже никто не хотел верить в «подземные хребты» железной руды под Курском. Геологический комитет также считал, что там не могут быть скопления магнитного железняка.

В 1918 г. Лейст уехал лечиться за границу и взял с собой для дальнейшей обработки материалы своих наблюдений.

К сожалению, он там умер, и все результаты его трудов для нас были потеряны. Но в Москве осталось общее описание его работы, без указания на карте положения отдельных точек, где были произведены измерения.

Владимир Ильич Ленин сразу же обратил внимание на необходимость немедленного разрешения загадки Курской магнитной аномалии. Железная руда под Курском могла нам очень пригодиться: намечалась постройка машиностроительных заводов, новых железных дорог, громадных электростанций, нужно было строить тракторы, танки, самолеты. Значит понадобится железо, и хотя его много на Урале, в Кривом Роге, на Керченском полуострове и в Сибири, но новое крупное месторождение в самом центре Европейской части Советской республики не было лишним.

* *
*

Летом 1919 г. экспедиция разведчиков выехала из Москвы в Курск. Но проехать туда было не легко: везде фронт, не пропускают вагон; кое-как добрались до Курска и дальше в Щигры. Там в широких долинах рек, в глубине оврагов, на просторах степных пространств и в чаще лесов разведчикам предстояло отыскать пункты, где проявляется загадочная сила, действующая на магнитную стрелку.

В распоряжении разведчиков не было специальных приборов—магнитометров, которыми располагал Лейст, но они взяли с собой морские компасы. Эти приборы также позволяли измерять с достаточной точностью силу, отклоняющую магнитную стрелку в местах, где наблюдается магнитная аномалия. Там же летом разведчики успели сделать наблюдение в 443 точках, но затем, в связи с передвижением фронта, пришлось приостановить съемку, которая была возобновлена, как только стало возможно.

Для магнитометрической съемки на обследуемой местности намечали правильную сеть точек; в них измеряли величину магнитной аномалии. Точки наносили на план и соединяли те из них, которые имеют одинаковое значение аномалии. На плане получались замкнутые кривые. Там, где было наибольшее отклонение стрелки, должна была залегать руда. Определив эти точки, можно было без ошибки наметить место для бурения скважины.

Магнитный железняк—очень тяжелая руда. Его удельный вес вдвое более удельного веса горных пород. Поэтому присутствие его под поверхностью земли можно открыть также особым прибором—гравитационным вариометром, основанным на принципе крутильных весов, впервые описанных физиком Кавендишем.

На обследуемом участке измеряют гравитационным вариометром силу тяжести и направление притяжения в разных точках. Потом их наносят на план, и соединяют точки с одинаковым напряжением тяжести. На плане получатся кривые линии, которые покажут расположение притягивающих масс.

С 1922 г. в районе Курской магнитной аномалии стали производить и такую съемку. Она также указала на присутствие тяжелых масс под землей.

В 1921 г. данных съемки было достаточно, чтобы начать бурение в окрестностях г. Щигры, где притяже-

ние магнитных масс превосходило в три раза притяжение на северном магнитном полюсе земли. Там и заложили буровую скважину.

Работа оказалась не из легких. Горные породы, которых достигла скважина, были очень тверды. Долото настолько намагнитилось, что удерживало своим притяжением тяжелые куски железа, и, казалось, вот-вот покажется руда. Но побурят с месяц, поднимут инструмент,—оказывается не скважина углубилась, а долото истерлось. Пришлось перейти на алмазное бурение.

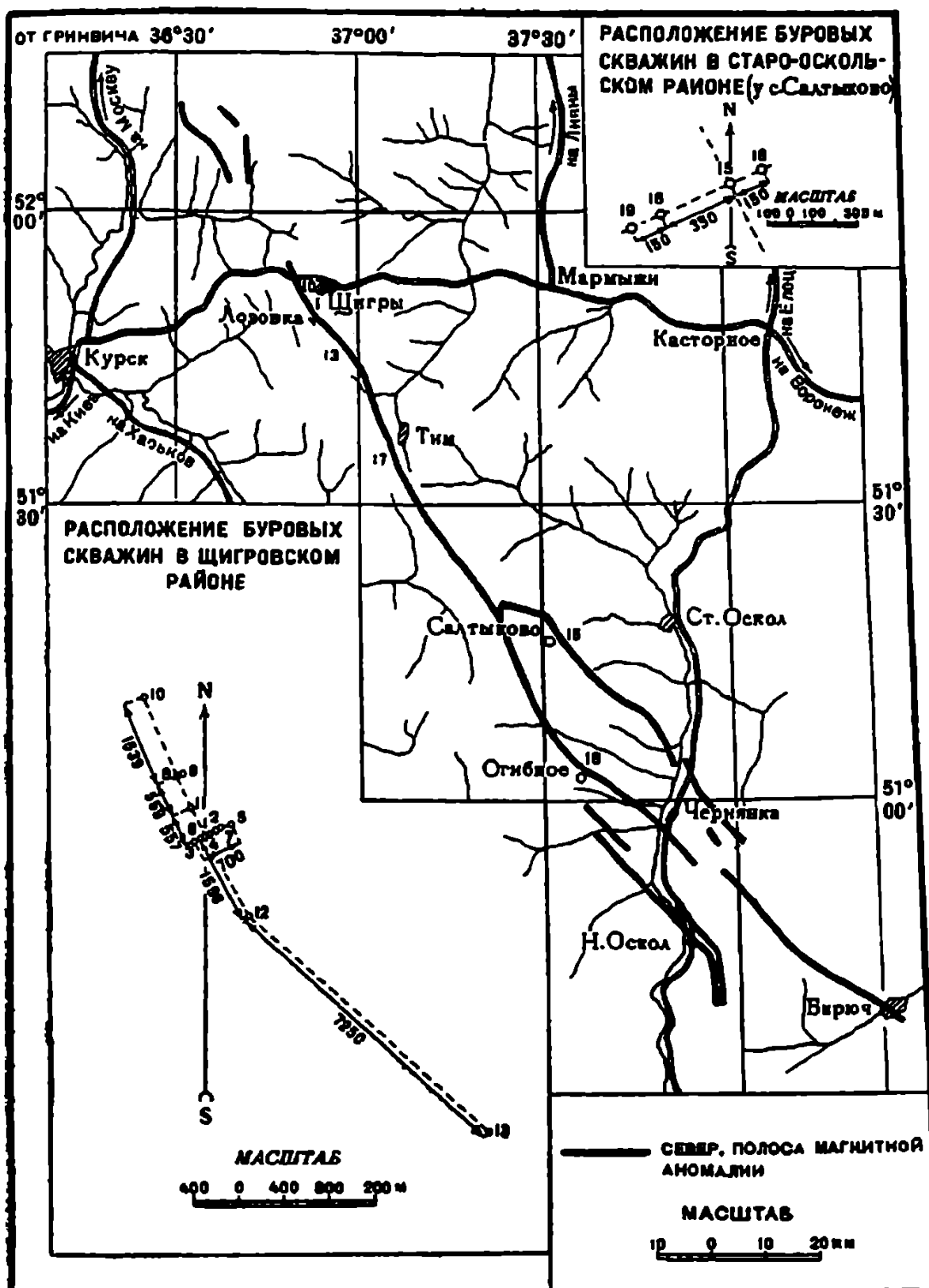
Через 2 года после заложения скважины разведчики добрались до кварцитов, содержащих магнитный железняк. В этом пункте руда лежала на глубине 162 м. Так была разрешена загадка Курской магнитной аномалии совместными усилиями геологов, физиков и инженеров.

Открытие залежи Курской магнитной аномалии было первым в мире нахождением железной руды магнитометрическим способом на такой большой глубине. Оно дало сильный толчок к развитию поисков руд при помощи геофизических методов, основанных на использовании магнитных свойств горных пород, на притяжении тяжелых масс или изучении волн сотрясения в земной коре при взрывах и на прохождении электрического тока.

Было время, когда руды находились только случайно бродившими по горам и лесам охотниками, при проведении глубоких каналов и выемок, иногда даже крестьянами, распахивающими землю под посев, или старателями.

С развитием знаний о строении земной коры поиски руд стали вести систематически, отыскивая выходы рудных залежей по обломкам в русле рек и ручьев, по осадкам (шлихам) в ковше при промывке песков и по различным минералам и горным породам, указывающим на близость рудных жил.

Но в наше время в руках разведчиков оказались замечательные приборы, которые, оставаясь на поверхности земли, указывают на скрывающиеся в недрах скопления масс, отличающихся от окружающих горных пород плотностью, магнитными свойствами или электропроводностью. Они дают возможность определять пункты для разведочного бурения так, чтобы скважина безошибочно встретила эти скопления. Резко отличаясь от окружающих горных пород, скопления могут быть рудой, каменной солью или



Расположение буровых скважин № 1—19 в восточной полосе Курской магнитной аномалии

нефтьсодержащими пластами, но одновременное геологическое изучение местности позволяет заранее предвидеть, какое полезное ископаемое будет встречено буровой скважиной. Особенно важны эти поиски в культурных местностях, где уже трудно рассчитывать на случайные находки руд.

Советские поисковики несколько лет продолжали бродить с инструментами по лесам, полям и лугам Курской области. Там они проследили узкие, длинные полосы, на которых сила, притягивающая вниз магнитную стрелку, была наибольшей, и нанесли их на карту. Таких полос было две: восточная, проходящая через Щигры и Новый Оскол, и западная—через Белгород и Кочетовку.

Восточная была прослежена инструментом от Щигров до селения Теплый Колодезь и далее, где она разбивалась на две: одна идет на юго-восток к г. Новый Оскол, другая—к селам Салтыково и Волоконское, также вытянувшись в юго-восточном направлении. В районе Нового Оскола полосы опять разветвляются, и далее к станции Валуйки магнитная аномалия постепенно затухает. Длина этой полосы около 200 км. Гораздо менее была разведана полоса магнитных аномалий, проходящая к западу через Белгород и Кочетовку. Она имеет около 60 км в длину, но зато гораздо шире восточной.

Прекратившиеся в 1925 г. съемки и разведки были по распоряжению правительства снова возобновлены в 1930 г. С 1930 по 1935 г. (в дальнейшем разведки производились в меньших размерах) было пройдено более 300 разведочных буровых скважин. Они проходились поперек полосы аномалии и вдоль ее на юго-восток от г. Щигры до Старого Оскола. Эти скважины показали, что к юго-востоку от Щигров до Старого Оскола залегают приблизительно одни и те же кристаллические горные породы, заключающие также пласты железистых кварцитов. Но наклон (падение) их далее на юго-восток становится более крутым, и в некоторых районах пласты даже стоят «на головах», т. е. вертикально. Поэтому, несмотря на большое число буровых скважин, не удастся проследить непрерывность их залегания, так как буровой скважиной трудно попасть в вертикальный пласт.

Разведочные скважины доказали, что во всех пунктах, где сила, притягивающая вниз конец магнитной стрелки, была наибольшей, под горизонтальными осадочными по-

родами имелись выходы наклонных или вертикальных пластов железистых кварцитов.

Наибольший интерес для разведок представлял район от села Коробково до Старого Оскола, где от второй полосы отходит третья у дер. Лебеди, а оттуда—четвертая, загибающаяся опять на северо-запад к Ястребовке.

В этом районе складки изгибались, и выход железистых кварцитов под осадочными отложениями на поверхность древнейших пород занял очень широкую площадь, поэтому его легко было разведать с помощью буровых скважин.

На этот раз не ограничились только бурением, а заложили и прошли две разведочные шахты, чтобы добыть достаточное количество руды для испытаний.

Железистые кварциты месторождения Курской магнитной аномалии представляют собой тонкие прослойки зерен кварца и магнитного железняка. По строению (текстуре) они аналогичны тонкослоистым железистым кварцитам (джеспилиты) месторождений Кривого Рога и Верхнего Озера в Северной Америке.

Между зернами кварца и магнитного железняка рассеяны зерна других минералов (щелочные роговые обманки, куммингтонит и др.), в зависимости от которых дают название и железистым кварцитам. Между рудными слоями лежат прослойки слюдяных сланцев, также заключающих в себе, хотя и в меньшем количестве, зерна магнитного железняка и кварца.

Разведками в районе Старого Оскола были найдены и оконтурены не только большие площади железистых кварцитов, но и крупные залежи богатой руды с высоким содержанием железа. Они находятся к востоку от сел Коробково и Салтыково, а еще большие залежи далее на восток, возле дер. Лебеди (Лебедки). Толща залежей богатых руд измеряется то несколькими метрами, то доходит до нескольких десятков метров; далее в глубину они переходят в нормальные железистые кварциты. Толщи богатых железных руд, прикрывающие головы пластов железистых кварцитов, состоят из рыхлого бурого мартита (водная окись железа), светлого шпатового железняка (углекислое железо) и зеленоватого минерала хлорита. Отличаясь по составу от железистых кварцитов, руда по слоистому строению (текстуре) очень похожа на них и

с глубиной постепенно переходит в железистые кварциты. Богатая руда произошла в результате процессов выветривания верхних зон железистых кварцитов и вторичного обогащения.

Богатая руда содержит в среднем 54—57% металлического железа, т. е. превосходит руды горы Магнитной. В железистых кварцитах среднее содержание металлического железа составляет около 33%.

Залежь богатой руды у дер. Лебеди занимает около 2,5 км² при мощности около 30 м. У дер. Коробково площадь залежи этой руды около 0,75 км² при мощности в 12 м. К востоку от дер. Салтыково залежь имеет вид узкой полосы длиной 1,5 км и мощностью около 14 м.

К концу второй пятилетки запасы богатой руды в районе только Старого Оскола (Салтыковский, Сретенско-Лебединский, Коробковский и Стойленский участки) разведочным бурением определились в таком количестве, которого хватило бы, чтобы 50 раз опоясать земной шар железнодорожным путем из тяжелых рельсов.

На основании же данных геологического строения района Курской магнитной аномалии можно считать, что запасы железистых кварцитов этого месторождения составляют не менее 200 млрд. т с содержанием в нем около 66 млрд. т металла.

Эти цифры говорят о том громадном значении, которое будет иметь месторождение Курской магнитной аномалии для металлургической промышленности нашей страны.

Особенно интересно отметить, что найденные разведками запасы железной руды в районе Курской магнитной аномалии, как показывает расчет, могут оказать на магнитную стрелку только около $\frac{1}{4}$ того влияния, которое наблюдается в ее районе. Отсюда можно заключить, что под железистыми кварцитами могут оказаться мощные магнитные массы, быть может, чистого магнитного железняка (хотя еще такие залежи и не известны).

Исследуя залегание железной руды в различных зонах земной коры, ученые нашли, что в истории Земли существовали железорудные эпохи, для которых было характерным осаждение железных руд в громадных количествах на дне болот и мелких морей, и безрудные, в течение которых осаждение происходило лишь в небольших размерах.

Как показали геологические исследования, наиболее энергично шло образование осадков соединений железа в те эпохи, когда начиналось длительное наступление моря, заливавшего огромные пространства суши, или же когда море начинало отступать в связи с образованием горных хребтов.

Таких железорудных эпох в жизни Земли насчитывается около десяти, но количества железа, отложившегося в течение каждой из них, были очень различны.

Из известных в настоящее время мировых запасов железных руд, определяемых в 600 млрд. т, более 500 млрд. т отложились в докембрийское время, среди осадочных пород, превратившихся впоследствии в кристаллические сланцы. В тот период, отделенный от нас несколькими сотнями миллионов лет, существовали очень благоприятные условия для накопления соединений железа на дне болот и морей. Суша состояла главным образом из горных пород, которые образовались при застывании расплавленной магмы, внедрившейся в земную кору или излившейся на ее поверхность. Эти горные породы очень богаты минералами, содержащими железо.

Горы и равнины того времени не были столь прикрытыми, как в наше время, слоистыми отложениями осадочных горных пород и растительным покровом. Жаркие лучи солнца нагревали поверхность их до высокой температуры. Охлаждаясь ночью, она покрывалась трещинами, куда проникали воздух и вода. Растворенные в воде кислород, угольная и серная кислоты действовали на минералы, заключающие железо, разрушая их и извлекая железо. Дождевые потоки и вода тающего снега проникали в трещины, растворяли эти соединения железа и уносили их в обширные болота.

В воде болот водоросли поглощали углекислоту из углекислых соединений железа; гуминовые кислоты, получающиеся при гниении водорослей, также вступали в химические соединения с железом; гуминовые соединения железа поглощались «железными бактериями», выделявшими водную окись железа. В результате сложных химических реакций в болотах осаждались различные коллоидальные соединения железа (гели), которые в дальнейшем постепенно превращались в различные виды водной окиси железа—красный турит, бурый лимонит и др. Эти болотные железные руды, так же как и в наше время, отлага-

лись на дне в виде рыхлых, землистых масс. Облекая концентрическими слоями песчинки, в виде гороховой или бобовой руды, наконец разъедавая клеточки подводных растений и замещая их, бурый железняк образовывал ветвистые рудные заросли на дне болот.

Реки, впадавшие в озера и моря, тоже приносили с собой большие количества соединений железа. Попадая в застойные, мелкие участки моря, где скоплялось большое количество органических веществ, эти соединения вступали в химические реакции с ними, и на дне моря также отлагались руды красного и шпатового железняка. Этот осадок часто имел форму оолитов, похожих на икру скоплений мелких круглых зерен руды.

В наше время в воде современных рек также всегда есть некоторое количество раствора соединений железа, а под тропиками содержание их достигает иногда до 9%. Громадные количества «черной» содержащей железо воды приносят в Амазонку ее притоки, протекающие через болотистые тропические леса. Такая вода попадает в океан, и при встрече с солеными водами из нее выпадает осадок окислов железа, окрашивающий ил в буровато-красный цвет. Количество выносимых Амазонкой окислов железа так велико, что она в течение 176 000 лет могла бы отложить столько же железа, сколько его содержится в крупнейшем из месторождений осадочных железных руд Северной Америки.

Если в наше время, когда поверхность суши покрыта мощными толщами бедных железом осадочных пород, возможны такие накопления железистых осадков, то в докембрийский период они были во много раз больше и образовывались быстрее. Тогда же отложились и скопления железной руды, образовавшие месторождение Курской магнитной аномалии.

В докембрийский период нынешняя Курская область была покрыта морем, на дне которого осаждались приносимые реками и образующиеся в результате прибоя волн продукты разрушения горных пород—щебенка, песок и ил.

Отложения накопились в виде мощных толщ ила, из которых впоследствии образовались подстилающие железистые кварциты слои сланцев. Затем в районе Курской магнитной аномалии наступил благоприятный период для образования железистых минералов, которые осаждались в виде огромной толщи (мощность около 200 м) и были

сверху прикрыты глинами и пластами известняков, образовавшихся из слоев известковых раковин, микроскопических корненожек, более крупных фузулин и моллюсков.

В конце докембрийского периода дно моря на месте Курской магнитной аномалии стало изгибаться под действием горообразовательных сил, смявших в складки отложившиеся на его дне пласты. Мощные слои горных пород при этом ломались, быть может даже выдвигаясь над уровнем моря в виде скалистых горных хребтов. В образовавшиеся трещины устремлялась из недр земли огненно-жидкая магма.

Слои глины, песка, железистых осадков и известняка при изгибании пластов подвергались огромному давлению, а внедрившаяся среди них расплавленная магма нагревала их до высокой температуры. Под действием давления и нагревания эти породы изменили свою структуру и сложение. Песок и железистые осадки превратились в железистые кварциты, глины—в кристаллические сланцы, а известняки стали похожими на мрамор.

Так образовались подстилающие железистые кварциты хлоритовые и слюдяные сланцы и покрывающие их сланцы и кристаллические известняки.

Эти измененные—метаморфизованные—породы и слагали горный хребет, проходивший в докембрийский период там, где теперь находятся Щигры, Старый Оскол и станция Валуйки.

Но под влиянием процессов выветривания горные породы хребта стали разрушаться. От поверхности скал отслаивались и отрывались щебенка и камни, уносимые потоками дождевых вод в реки, которые увлекали этот каменный материал в далекое море, отлагая его в виде песка и ила. Из года в год в течение миллионов лет продолжалась эта работа, пока возвышавшиеся над равниной массивы гор не были срезаны и горная страна не превратилась в равнину.

Но поверхность этой равнины не совпадала с плоскостью слоев, а срезала их под разными углами. Иногда пласты кристаллических сланцев имели даже вертикальное положение, а между ними были зажаты и слои железистых кварцитов.

Медленные колебания Русской равнины продолжались, и район Курской магнитной аномалии стал снова опускаться и покрываться водами наступавшего с северо-за-

пада моря. Над поверхностью нахлынувшего моря остались только в виде островов немногие сохранившиеся от горных хребтов небольшие возвышенности и вершины. В этом море плавали моллюски—спириферы, которые характерны для девонского периода. Умирая, они падали на дно, и их твердые, известковые раковины покрывались илом, слой которого с течением времени превращался в пласты глин.

Воды девонского моря покрыли всю площадь к северу от села Коробково и Старого Оскола, отложив на горизонтальном срезе кристаллических пород слой жирных сланцеватых глин, мергеля и известняка.

В начале следующего каменноугольного периода жизни Земли площади к северу от Коробкова были приподняты и стали сушей, а море залило равнину к югу от Нового Оскола.

В водах этого моря появились уже другие моллюски (продуктус) и родственники микроскопических корненожек—фузулины—с удлинненными раковинками, из которых сложились огромные толщи известняков.

На кристаллических породах в районе Нового Оскола и к югу от него были отложены плотные глины, глинистые сланцы и известняки, заключающие в себе окаменелости, характерные для каменноугольного периода.

В конце каменноугольного периода вся территория Курской магнитной аномалии была приподнята и стала опять сушей.

Эти поднятия и опускания носили характер вертикальных колебаний и происходили очень медленно, не нарушая горизонтального залегания отложившихся на кристаллических породах пластов глин, сланцев и известняков.

В начале каменноугольного периода, когда кристаллические горные породы в районе сел Коробково и Лебеди не были покрыты водами моря и выходили на дневную поверхность, воздух и поверхностные воды действовали на железистые кварциты верхних зон. Началось замечательное превращение железистых кварцитов в богатую руду: сперва зерна магнитного железняка превращались в мартит; позднее кварциты стали замещаться осаждавшимся из воды шпатовым железняком, который все более и более разъедал их; слой шпатового железняка становился толще, и, наконец, зерна кварца, а также и мартита заменились полностью шпатовым железняком.

Этот процесс замещения можно проследить, рассматривая под микроскопом кусочки богатой руды на границе с железистыми кварцитами.

Растворы действовали не только на кварц, но и на зерна других минералов, входящих в состав железистых кварцитов. Эти минералы также разъедались шпатовым железняком, занимавшим их место.

Так верхние зоны железистых кварцитов обратились в скопления богатой железной руды, состоящей из зерен мартита и шпатового железняка. Но слоистое строение, присущее железистым кварцитам, из которых образовались эти руды, сохранялось. Богатые руды залегают под отложениями каменноугольного моря, а там, где они отсутствуют,—под более молодыми наслоениями.

В то время, когда территория Курской магнитной аномалии была сушей, текущие воды размывали ее, обнажали докембрийские породы и покрывали их новыми болотными осадками.

Весь район Курской магнитной аномалии оставался сушей до нового наступления мелового мелководного моря, которое снова затопило его. В водах этого мелового моря жили в спиральных раковинах аммониты и плавали похожие на спрутов белемниты, оставившие после себя длинные трубчатые раковины, называемые «чортовым пальцем».

Освободившись на короткий период от покрывавших его вод мелового моря, район Курской магнитной аномалии позднее снова опустился под поверхность его и покрылся новыми отложениями синей и серовато-зеленой глины и мучнистых кварцевых песков.

В эпоху, когда с севера надвинулись на Европу массы льдов, район Курской магнитной аномалии не был покрыт ими, выступая в виде полуострова далеко на север, а когда льды отступили, на его территории началась энергичная деятельность текущих вод, подготовивших русла современных рек.

* *

*

Если бы залежи руды под Курском были открыты в до-революционное время, ее никто не стал бы разрабатывать в те времена выплавка черного металла на всех заводах России не превышала 4,5 млн. т.

В Союзе ССР выплавка черного металла к концу

второй пятилетки увеличилась в четыре раза, а на XVIII Съезде партии было решено, что к концу третьей пятилетки выплавка чугуна и стали должна увеличиться еще в полтора раза.

На Съезде было постановлено в третьей пятилетке начать строительство новых шахт и подготовиться к сооружению завода в районе Курской магнитной аномалии.

Расположенное в центре Европейской части Союза ССР месторождение Курской магнитной аномалии может снабжаться коксом из Донбасса или Подмосковского угольного бассейна. К рудам его могут быть применены новые способы прямого получения металла из руды, не прибегая к плавке.

Район Курской магнитной аномалии должен стать центром очень крупной металлургической промышленности нашей страны. Запасы его, если также использовать железистые кварциты, практически неисчерпаемы.

Богатые руды этого месторождения могут идти в естественном виде в плавку, а железистые кварциты со средним содержанием железа в 33%—после обогащения. Для этого их нужно дробить и измельчать до такой степени, чтобы зерна кварца и магнитного железняка были отделены друг от друга. Пропуская измельченную в порошок руду через поле сильного электромагнита, можно отделить зерна магнетита от зерна кварца и получить порошок почти чистого магнетита с содержанием более 60% металлического железа.

Этот концентрат различными способами превращают в куски или брикеты, которые могут уже поступать для плавки в металлургические печи.

Опыты такого обогащения железистых кварцитов и плавки концентратов были проведены в полужаводском масштабе с хорошими результатами.

В настоящее время близ села Коробково уже заложен рудник для разработки залежи богатых руд, а близ села Лебеди предполагено снять толщу прикрывающих руду горных пород, чтобы начать добычу руды открытыми работами.

Начинающаяся разработка месторождения Курской магнитной аномалии со временем будет иметь большое значение для всех отраслей народного хозяйства нашей страны.

Начнется движение угля из Донбасса к заводу и перевозка руды на южные заводы. Возможна будет разработка

железных руд Хоперского района, содержащих примесь фосфора, которые можно плавить в смеси с бесфосфористой рудой Курской магнитной аномалии. Чтобы избежать излишних перевозок металла, можно будет построить вблизи Курска машиностроительные заводы. При выборе направления новых железных дорог понадобится принимать в расчет металлургический завод под Курском.

Вот к каким важным для народного хозяйства нашей страны открытиям привело изучение отклонений от нормального положения магнитной стрелки, начатое Лейстом и оконченное нашими разведчиками недр.

IV. ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

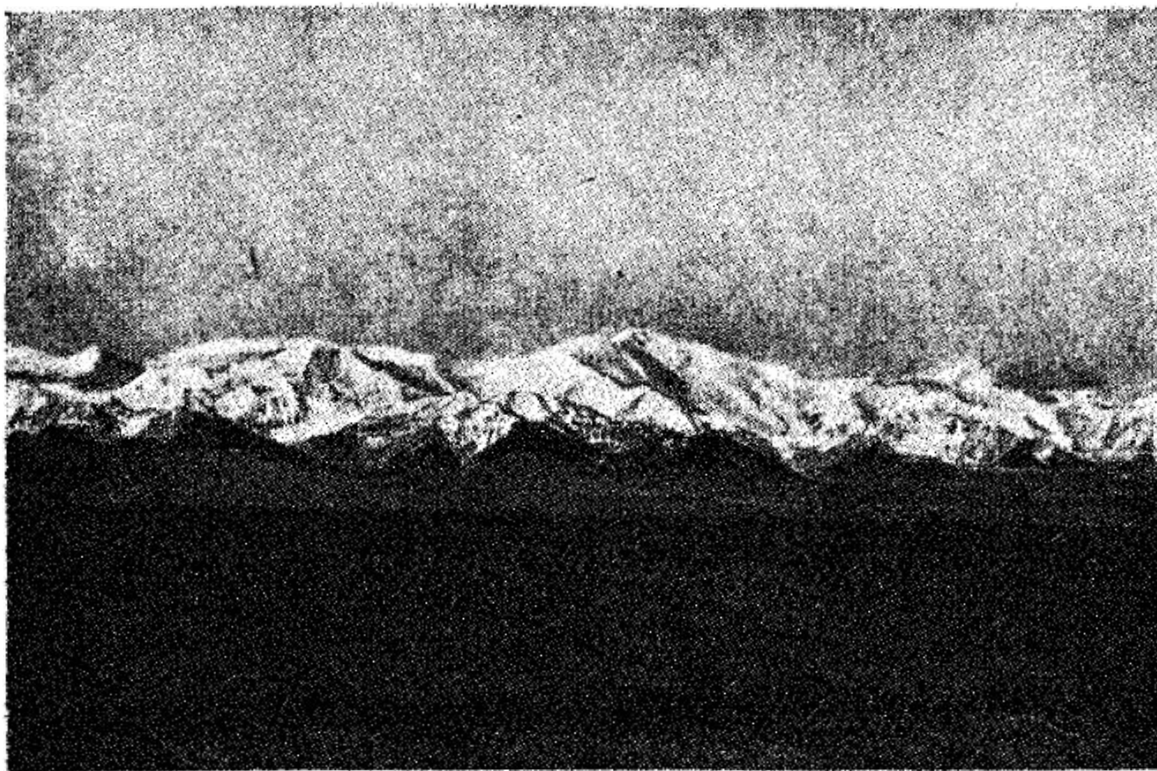
Узел горных цепей Памира

Высокогорная страна, лежащая на торговом пути между Азией и Европой, где берут начало рр. Сыр-дарья и Аму-дарья,—Памир—издавна привлекала к себе внимание географов и ученых. Свое название она получила, очевидно, от р. Памир, протекающей в южной части ее и впадающей в р. Пяндж. Некоторые географы производят его от «По-и-мор», что значит «подножье смерти», или от «Бам», т. е. «крыша», и казахского слова «ир», т. е. мир, вместе—«Крыша мира».

В VII в. на Памире побывал китайский путешественник-миссионер Сюань-Цзан, который в возрасте 26 лет без разрешения китайского императора ушел из Китая по северной дороге на Хами, а затем вдоль Тянь-шаня через Турфан и Кара-шар в г. Аксу. Оттуда он отправился к озеру Иссык-куль через высочайшие снежные вершины перевала Музарт.

Он оставил описание этого путешествия и горных ледников, через которые ему приходилось переходить: «С начала мира снега, здесь накопившиеся, обратились в ледяные глыбы, которые не тают ни весной, ни летом. Гладкие поля твердого и блестящего льда тянутся в беспредельность и сливаются с облаками. Путь пролегает нередко между нависшими с обеих сторон ледяными пиками и через высокие ледяные массы». Во время семидневного перехода через горы Музарта Сюань-Цзан потерял многих из своих спутников, свалившихся в пропасть или погибших во льдах. От озера Иссык-куль он направился через Буамское ущелье в г. Токмак и далее в Ташкент и Самарканд.

Знаменитый китайский путешественник в своих записках дал прекрасное описание плодородной Ферганской долины и Самарканда, откуда он прошел через узкое ущелье—«Железные Ворота», которое, по преданию, дей-



Заалайский хребет. В центре—пик Ленина

Фото Д. И. Щербакоев

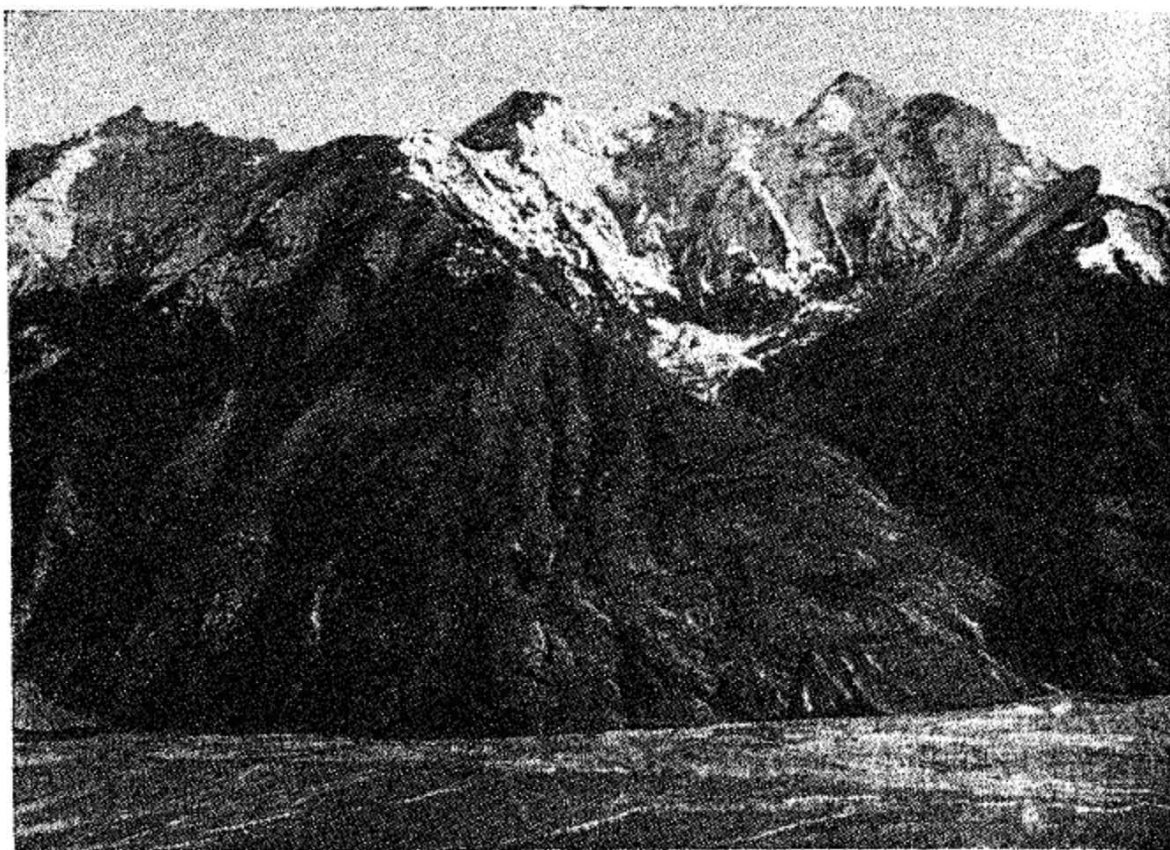
ствительно имело запиравшиеся железные двери, и через Балх и Бамиан направился в Индию.

На обратном пути из Индии Сюань-Цзан, перевалив через хребет Гиндукуш, пришел в Бадахшан, а оттуда— в страну «Па-ми-лю» (т. е. Памир), которую он характеризует так: «Памило тянется между двух цепей гор, покрытых снегом. Ветры бушуют днем и ночью. Почва пропитана солью. Растительность так редка, что лишь на больших одно от другого расстояниях попадает трава или дерево. Вступив на этот пустырь, не увидишь человеческого жилища».

Из Памира Сюань-Цзан прошел в Кашгар и возвратился после 16-летнего путешествия на родину.

Никто в последующие века не совершил подобного путешествия, кроме знаменитого, жившего в XIII в. венецианца Марка Поло, значение открытий которого сравнивают с открытиями Христофора Колумба. Он также оставил нам описание Памира.

Марко Поло объездил всю Азию от Кавказа до берегов Тихого океана. Его путешествие длилось 26 лет, из которых 17 лет он пробыл при дворе монгольского вла-



Восточная часть хребта Петра I. У его подножья — долина р. Мук-су

Фото Д. И. Щербакова

стителю Кублая-хана, посещая в это время разные страны. Он прошел из Бадахшана в Вахан, лежащий при впадении р. Памир в Пяндж, и далее по долине этой реки. Вот что говорит он о Памире: «12 дней тянется дорога вдоль этой высокой долины, которая называется Памир, и на всем этом пространстве нет ни одного жилища. Все жизненные припасы должно везти с собой. Ни одна птица не залетает туда по причине большой высоты и холода; даже огонь не так там греет, как в других местах».

Оттуда Марко Поло вышел в страну «Болор», обитаемую одетыми в звериные шкуры дикими охотниками, жившими на вершинах гор. Из Памира он прошел в Кашгар, в Яркенд и дальше. Из других путешественников прошлых веков по Средней Азии наибольшего внимания заслуживает Ф. Ефремов, оставивший интересное описание своего странствования.

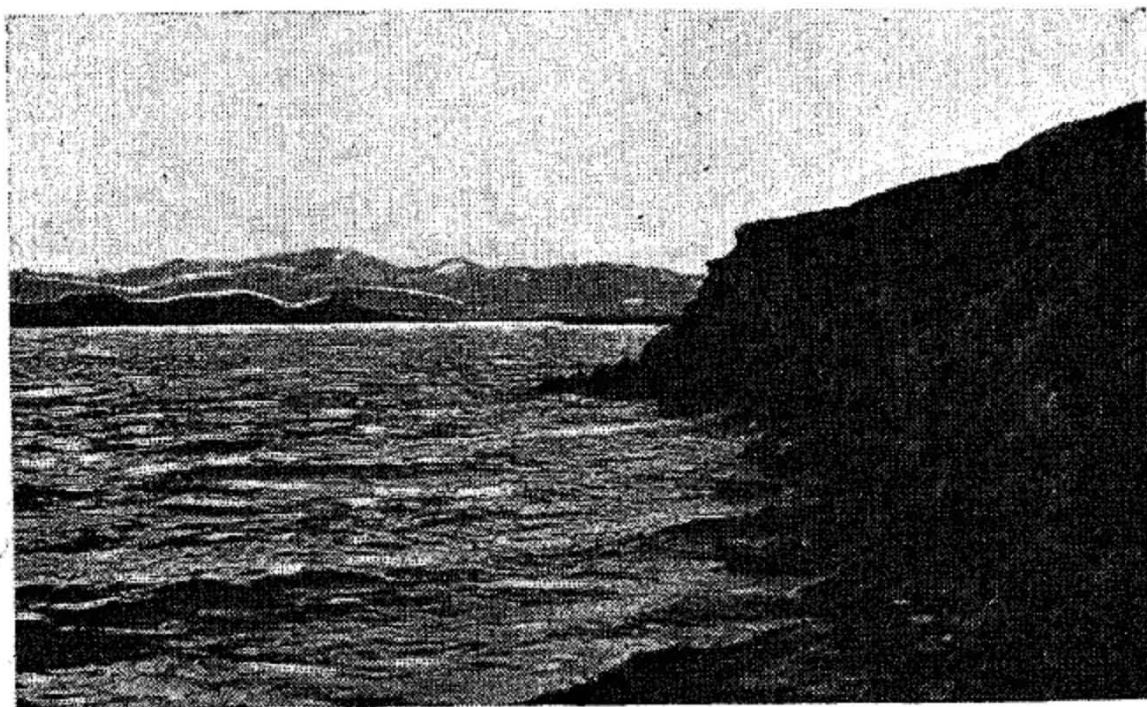
Он был взят в плен киргизами, которые отвезли его в Бухару. Там Ф. Ефремов долго служил у бухарского

хана, посылавшего его в Хиву, Персию и другие страны. Наконец, Ф. Ефремов бежал в Коканд, а оттуда пробрался в Кашгар, Яркенд и Тибет. Из Тибета через Кашмир он уехал в Индию и через Англию в Россию. Все путешествие его длилось 8 лет. Ефремов побывал также вблизи Памира и оставил описание г. Ош.

Очень хотел совершить путешествие на Памир известный географ А. Гумбольдт, который говорил, что всю свою жизнь он ни о чем так не сожалел, как о том, что ему не удалось самому проникнуть в эту замечательную страну, чтобы посмотреть собственными глазами на ее горные цепи и сравнить их с Кордильерами. Только в конце прошлого века на Памир стали регулярно отправляться русские и английские исследователи.

Еще в первой половине XIX в. обстоятельное описание Памира было дано англичанином Вудом, а в 70-х годах интересные результаты были получены Форсайтом и русским исследователем Н. А. Северцовым. Вдоль и поперек объездил Памир в конце прошлого столетия русский геолог Д. Л. Иванов.

Наконец, в наше время на Памире работали несколько лет подряд партии Таджикско-Памирской экспедиции Ака-



Озеро Кара-куль
Фото Д. И. Щербакова



Вид на восточную часть хребта Петра I с перевала Терс-агар

Фото Д. И. Щербакова

демии Наук СССР, сделавшие много научных наблюдений и исследований, а также геологических изысканий и разведок на различные полезные ископаемые.

* *
*

С севера на Памир можно проникнуть через перевалы Алайского хребта, лежащие на высоте в среднем 3800 м над ур. м. На востоке Памир отделяется гигантскими горными хребтами Кашгара от населенной Джиттышарской котловины. На юге он ограничен высочайшими хребтами Гиндукуша. Только на западе граница его устанавливается условно, исходя из характера растительности и животного мира.

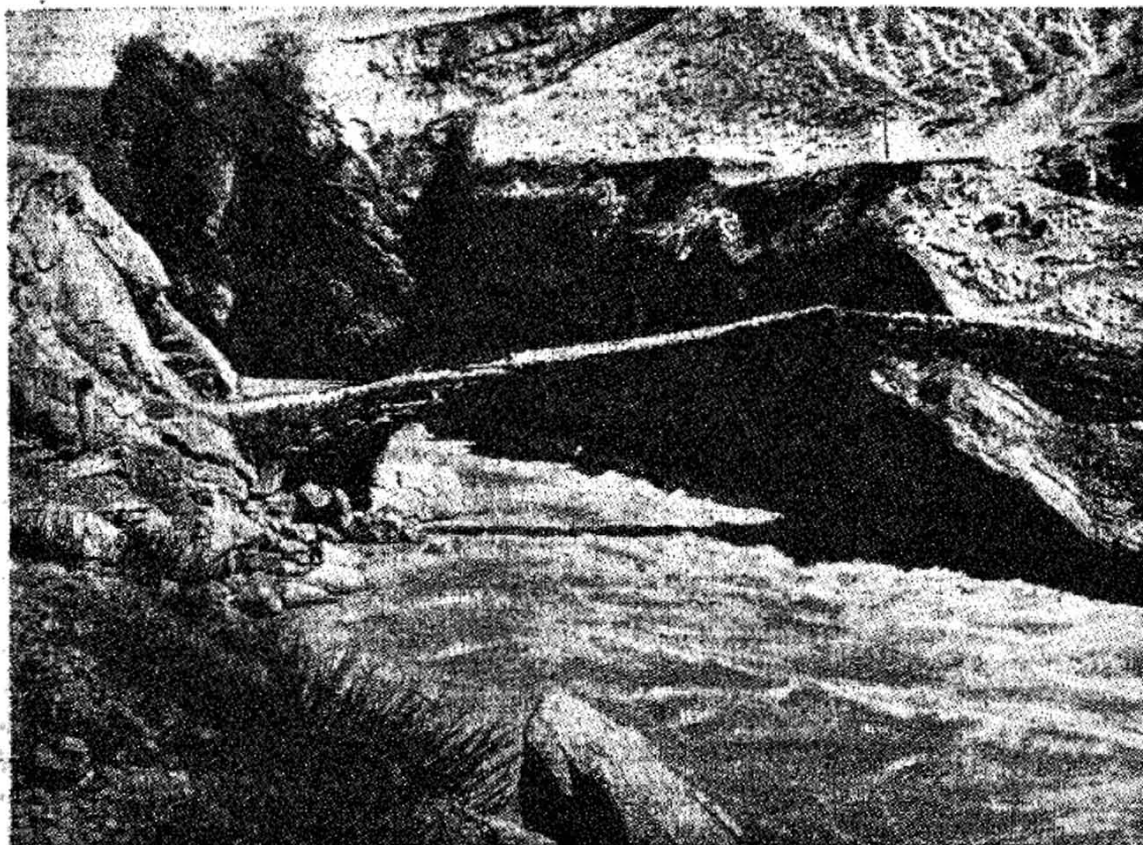
Восточная часть Памира—высокое плоскогорье с широкими ровными долинами рек и озер, лежащими на высоте 3000—4000 м над ур. м., т. е. выше вершин многих гор. Долины эти то покрыты ковылем или другими травами, то представляют собой солончаковые, песчаные или усеян-

вые галькой пустыни. Эти широкие долины иногда ограничены крутыми склонами гор или сливаются между собой, отделяясь лишь холмами или низкими гребнями.

Однако далее на запад картина резко меняется. Равнины быстро сужаются, переходя в глубокие горные долины и даже ущелья. Реки бурно текут по дну теснин, то падая по каменным уступам в виде водопадов, то прорываясь среди нагромождений обломков скал.

На плоскогорье западного Памира высится ряд вытянутых по широте горных хребтов с резкими формами рельефа, скалистыми, недоступными склонами и острыми пиками вершин: хребты Заалайский и Петра I, разделенные долиной р. Мук-су; хребты Дарвазский, Ванчский и Язгулемский, между которыми лежат долины Ванча и Язгулема; Рушанские горы между долинами Бартанга и Гунта; Шахдарьинские и Аличурские цепи гор, отделенные долиной р. Памир от Ваханского хребта.

Кроме многочисленных рек, на Памире известно не-



Теснина р. Сурхоб ниже впадения в нее р. Мук-су

Фото Д. И. Щербакова

сколько больших озер, крупнейшее из которых Каракуль издавна служило целью путешествий на Памир.

Некоторые из озер Памира образовались в результате горных обвалов, запрудивших течение реки. К их числу относятся Яшиль-куль и знаменитое Сарезское озеро, образованное завалом р. Мургаба.

На высоких горах Памира белеют вечные снега, которые, уплотняясь под действием лучей солнца и собственной тяжести, сползают по долинам вниз в виде глетчеров, или горных ледников. Величайший из них—ледник Федченко, составляющий вместе с Язгулемским один «переметный»¹ глетчер длиной около 110 км. Следующий за ним ледник Нотгемейншафт длиной около 30 км, кроме того, там есть несколько других ледников, длина которых измеряется несколькими километрами.

В область ледника Федченко, где берут начало рр. Ванч, Язгулем и Танымас, можно попасть только через горные перевалы, из которых наиболее доступен Терсагар; можно подняться также по поверхности самого ледника из долин Баянд-киика и Мук-су. Но все эти пути настолько трудны, что пройти там может только хорошо снаряженная экспедиция опытных и смелых исследователей гор.

Хотя Памир лежит на одной широте с Италией и Грецией, климат его очень суров, отличаясь резкими сменами погоды, жестокой зимой с ураганными ветрами при 40° мороза, и похож на климат арктических стран.

Памир—высокогорная сухая пустыня и в области озера Каракуль осадков выпадает только 27 мм в год.

Вот как говорят об этой стране таджики: «Там просторные ровные долины между низкими горами; там так высоко и холодно, что ничего, кроме травы, не растет; дров нет, хлеба сеять нельзя, живут только кочевники, яки да архар с медведем; дорог множество—езде дороги.. там нет ничего, а земля ладонь—вот каков Памир».

* *

*

Памир представляет собой небольшую часть целого пояса высоких нагорий и горных хребтов, которые зажаты между огромными, сравнительно мало затронутыми процессами горообразования платформами. С севера этот

¹ Т. е. спускающийся по обе стороны перевала.

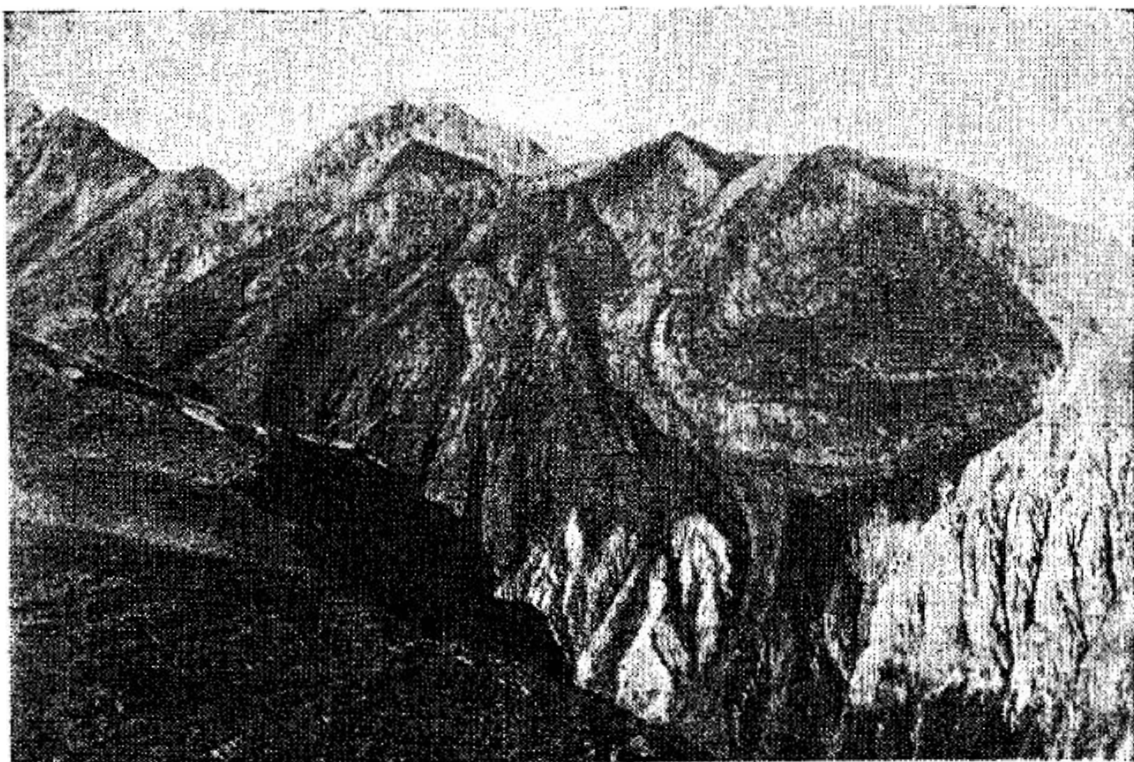
пояс ограничивают Русская плита и Сибирский щит, а с юга—Аравия (обломок Африканской платформы) и Индостан (обломок древнего южного материка—Гондваны). Пояс горных хребтов, протянувшийся от берегов Атлантики почти до берегов Тихого океана, возник на месте глубокой впадины между древними материками. Такие мобильные области интенсивного накопления осадков между жесткими материками называют геосинклиналями. В них отлагались огромные толщи морских осадков; отличаясь податливостью сминающим усилиям, они в случае возникновения горизонтального давления превращались в складки, поднимаясь в виде горных хребтов. Так произошли Пиринеи, Альпы, Карпаты, Кавказские горы и длинный ряд среднеазиатских хребтов на месте древнего моря Тетис.

Процесс горообразования возобновлялся несколько раз, и в результате этого Ангарский щит (или «Древнее темя Азии»), который образовался еще в самую отдаленную, архейскую эру существования Земли, постепенно обрастал на юге новыми и новыми складками более молодых горных хребтов.

Со времени Птолемея думали, что на Памире проходят высокие горные хребты в направлении меридиана, пересекающиеся с широтными хребтами Тянь-шаня. Такого же мнения придерживался знаменитый географ прошлого века А. Гумбольдт, который считал, что в Средней Азии проходят четыре системы горных хребтов, вытянутые с запада на восток: Гималаи, Куэнь-лунь, Тянь-шань и Алай, и одна—Болорская, вытянутая с севера на юг и пересекающаяся с этими широтными хребтами.

Проходили десятилетия, новые и новые экспедиции отправлялись на Памир, и представление о его строении все менялось. Наконец, были прослежены обращенные выпуклостью на север дуги горных хребтов Памира, подходящие вплотную к Алайскому хребту—самой южной из дуг Тянь-шаня, обращенных выпуклостью на юг.

Геологи в конце прошлого и начале нынешнего века считали, что горные цепи Памира образовались в самую последнюю, альпийскую, эпоху горообразования, когда волна складок надвинулась с юга на более древние горы Тянь-шаня. Геологи начала нынешнего века думали, что альпийское горообразование на Памире перестроило Алайскую систему общим движением с юга. Они считали, что оно выражалось преимущественно чешуйчатыми надвигами,



Опрокинутая синклинальная складка на северном склоне хребта
Петра I

Фото Д. И. Щербакоса

которые очень далеко заходили в областях, прилегающих к Памиру, и постепенно ослаблялись в направлении на север к Фергане.

Загадка происхождения Памира казалась тогда решенной, так как считалось доказанным, что геологическое строение гор Тянь-шаня резко отличается от гор Памира.

Горы Тянь-шаня тогда относили к циклу горообразования каменноугольного периода, а Памира—к альпийской складчатости. Границей между новой и древней складчатостью считали долину р. Вахш—Вахшский сброс, отделявшую Алайский хребет от северных горных цепей Памира.

Однако работы наших геологов в последние годы заставили отказаться от таких простых представлений. «Молодой» Памир на самом деле гораздо сложнее, чем думали раньше. Оказалось, что он не представляет чего-то целого и однородного, и в нем наметилось несколько зон, довольно резко отличающихся по своему геологическому строению друг от друга.

Наблюдения последних лет показали, что разница в

строении северной дуги Памира и южной Тянь-шаня не так велика, как это казалось раньше: осевая часть Заалайского хребта сложена отложениями палеозоя, как и Алайский хребет, а более молодые отложения Заалайского хребта, как, например, третичные красноцветные толщи, имеются и на Алае.

Отложения последних периодов древней эры в Заалайском хребте сверху прикрыты толщей фиолетовых и красно-бурых пород. Аналогичная толща красно-бурых песчаников, сланцев и конгломератов установлена и на южных склонах Алая.

Повидимому, не верно также мнение, что складки Памира были обращены когда-то выпуклостью к югу, а альпийское горообразование перестроило их, обратив выпуклостью на север.

Возможно, что толща древних отложений на месте нынешнего Памира в древнюю (палеозойскую) эру была охвачена общим движением, образовавшим выгнутые к северу дуги Памира и изогнутые к югу горные цепи Тянь-шаня. Это движение создало основную структуру обеих горных областей. Более поздняя альпийская складчатость только усложнила картину, не меняя основного характера структур. Она проявилась как в области Памира, так и Алая.

* *
*

Исследуя Памир, советские геологи одновременно поставили там поиски и разведки залежей руд. Вначале они занялись промывкой песков по берегам рек, в поисках зерен руды олова—оловянного камня, чтобы затем добраться до рудных жил, размытых течением рек. В дальнейшем стали искать на Памире золото и редкие металлы. Вместе с этим они расширили районы поисков на южный и северный Таджикистан. Поисковые партии работали на склонах Гиссарского, Туркестанского и Зеравшанского хребтов; они проникли в горы западных отрогов Тянь-шаня, в районы древних горных разработок Карамазара и в плодородные долины Ферганы.

В своей работе они руководились идеями о связи рудных залежей с разломами толщ земной коры в области горных цепей и внедрениями в нее гранитных куполов.

Им удалось найти вытянутые по широте, иногда дугообразно изогнутые зоны залегания руд, или рудные пояса. В зависимости от преобладания тех или иных руд эти пояса называли сурьмяно-ртутными, золотыми и оловянными. Нередко они накладывались один на другой, чередуясь друг с другом.

Так был найден южноферганский пояс сурьмяно-ртутных руд, месторождения которых приурочены к сводам антиклинальных складок в зонах разломов и опусканий. К числу крупнейших из них принадлежат месторождения в районе зимовки Хайдаркан, на северных склонах Алайского хребта, на склонах горы Каузан в Чаувайской долине и в верховьях р. Шинк. Рудные залежи представляют вкрапленность и прожилки красной киновари и блестящих игольчатых кристаллов сурьмяного блеска в кремнистую брекчию (горная порода, состоящая из сцементированных между собой обломков, в данном случае кремня).

На Памире было установлено существование пояса золотых месторождений, пересекающего долину р. Муксу, восточный конец которого проходит севернее озера Кара-куль до границы Памира, а западный, изгибаясь к югу,—до р. Пяндж. Россыпное золото этого пояса связано с зелеными сланцами, которые тянутся от пика Ленина, пересекая долину р. Муксу, и с конгломератами Дарваза.

Наконец, был довольно отчетливо намечен пояс оловянных месторождений, который начинается от центральной части Алайского хребта, тянется через верховья Зеравшана и далее раздваивается на ветви вдоль Туркестанского и Зеравшанского хребтов. К числу лучших месторождений этого пояса относится Такфонское в бассейне р. Ягноб. Толчком для поисков оловянных руд был найденный к северу от Сталинабада кристалл оловянного камня.

Поясное расположение месторождений связано не только с изверженными, но и с осадочными породами. Поисковыми партиями в Таджикистане была установлена связь руд редких металлов ванадия с силурийскими сланцами и урана—с кремнистыми сланцами, вытянувшимися цепочкой вдоль северных предгорий Алайского хребта.

Так, изучая строение горных хребтов Памира и Таджикистана, наши геологи открыли много ценных залежей руд.

Усойский завал

В области молодых складчатых гор очень часто можно видеть нагромождения горных пород в долинах горных рек. Скопаясь позади таких завалов, подпруженные реки образуют горные озера.

В горах Таджикистана известно множество таких озер. По дороге вдоль течения р. Шинк, которая ведет в глубь Гиссарского хребта, путешественник семь раз должен подниматься по высоким горным тропам, чтобы обойти зеленовато-синие узкие и длинные озера, напоминающие с высоты норвежские фиорды. Того же происхождения красивейшее из озер Таджикистана Искандер-куль. Вокруг него высятся покрытые вечными снегами горные вершины, разделенные узкими долинами и ущельями, по дну которых текут бурные речки. Долины носят следы двигавшихся когда-то по ним ледников, придавших им корытообразную форму (троги) и сгладивших вместе с тем острые вершины более низких гребней. Долины сходятся со всех сторон к глубокой котловине озера с более мягкими формами рельефа в северо-восточной части. Здесь находится естественная плотина—результат огромного обвала, подпирающего воду в озере.

Котловина заполняется водами впадающих в озеро рек: Хозар-Меч, Сарытаг, Серима и др. Оно имеет форму треугольника с глубоко уходящими в горы острыми углами.

Восточный склон котловины озера Искандер-куль, образованный отрогами Гиссарского хребта, представляет крутой гребень высотой около 6000 м над уровнем его вод. Здесь осыпи и обрывы скал спускаются прямо в воду озера.

Следы древних береговых линий, свидетелей более высокого стояния воды, опоясывают котловину. Они четко выделяются благодаря кустарникам, покрывшим плоскости древних пляжей.

В озеро поступают не только воды впадающих в него рек, но и подземных источников. Избыток воды вытекает в северо-восточном углу в виде р. Искандер-дарьи, которая промыла себе путь через огромный завал. Постепенно углубляя свое русло, эта река снижала уровень озера и уменьшила таким образом его зеркало на 17 км², о чем и говорят нам древние береговые линии.



Озеро Нофин на р. Шинк. Северо-западная часть Гиссарского хребта

Фото Д. И. Щербакова



Озеро Искандер-куль

Фото Д. И. Щербакова

Сохранилась даже память о стоявшем на берегу озера городе «Марах» (следы его находят сейчас близ кишлака Сарытаг), стены которого омывались водами озера там, где теперь проходит самая древняя и высокая береговая линия.

Озеро представляет собой прекрасный регулятор вод р. Искандер-дарьи. В силу значительного падения этой реки она может дать значительное количество дешевой гидроэнергии.

Не менее интересно озеро Яшиль-куль в южном Памире, упирающееся в плотину завала огромной массы горных пород, которая была переброшена на правый склон долины р. Гунт и взброшена почти до высоты перевала Буромал. Этот огромный завал запрудил впадающую в Гунт р. Аличур, воды которой образовали озеро Яшиль-куль. Оно вытянуто с востока на запад и имеет в длину около 15 км, а ширина его меняется в зависимости от ширины долины. Обвалы, служащие причиной образования таких озер, происходят вследствие сильных землетрясений, которые часты в Таджикистане.



Река Искандер-дарья

Фото Д. И. Щербакова

Грандиознейший из таких обвалов—Усойский завал—послужил причиной образования замечательнейшего из озер Таджикистана—Сарезского.

Это озеро занимает значительную часть долины р. Мургаба, протекающей у подножья гор Музкольского хребта. Берега его скалисты и обрывисты, а местами даже отвесны. По крутым их склонам сползают огромные осыпи, а из глубоких щелей, веерообразно расширяясь, спускаются к поверхности воды более пологие конусы выноса, т. е. скопления приносимого дождевыми потоками щебня.

Западный конец озера упирается в огромную естественную плотину—завал, перегораживающий долину реки и двумя уступами спускающийся ко дну ее по другую сторону от озера.

Озеро вытянулось более чем на 60 км в длину, а в глубину в некоторых местах оно имеет более 500 м, т. е. вдвое глубже, чем знаменитое высокогорное озеро Памира Кара-куль, хотя по кубатуре Сарезское озеро вдвое меньше его.



Один из заливов Сарезского озера
Фото Д. И. Щербакова



Землетрясения, служащие причиной огромных завалов, очень часты в Средней Азии. В период последнего, альпийского, горообразования на территории Средней Азии и особенно Таджикистана происходили сильнейшие движения земной коры. Тогда образовалось в результате передвижения глыб, слагающих земную кору, грандиозное Памирское смятие, пересеченное множеством «швов», нарушивших целостность земной коры. Хотя с тех пор прошли десятки миллионов лет, но те же силы продолжают там свою работу и теперь. В изогнутых складках и в наше время создаются напряжения, и, когда слои горных пород уже не могут сопротивляться, глыбы снова передвигаются вдоль трещин сбросов и сдвигов.

Происходящие при этом резкие толчки мы называем землетрясениями. Их изучает сеть сейсмических станций Средней Азии, которые регистрируют ежегодно более 1000 землетрясений. Отмечая на карте точки с одинаковой силой землетрясений, мы получим кривые линии, называемые изосейстами.

Вся Средняя Азия находится в пределах изосейсты V балла—сотрясений, при которых передвигается мебель, звенят колокольчики и т. п. Наиболее подвержен землетрясениям Таджикистан. Там выделяются четыре района, где толчки бывают гораздо большей силы. Почти весь Памир к югу от р. Ванч лежит в пределах изосейсты VII балла, а участок по нижнему течению р. Мургаба—в пределах изосейсты IX балла. При толчке в IX баллов падают дымовые трубы, разрушаются здания, и в горах происходят обвалы.

Сильнейшие землетрясения происходят также в районе Кара-тага. Не такие ужасные, но очень сильные землетрясения наблюдаются в районах Куляба и Файзабада.

Наконец, длинная сейсмическая полоса проходит от Каратюбе до Джизака.

Землетрясения в Таджикистане относятся к числу таких же сильных, как, например, калифорнийское 1905 г., в Реджио (Мессина) 1911 г. и японское в Токио 1923 г.

Вызвавшее Усойский завал землетрясение произошло в ночь под 19 февраля 1911 г. Его наблюдали во многих

населенных пунктах Памира—Орошоре, Барчидиве, Сагнобе и др. Пулковская обсерватория также отметила его.

Интенсивность землетрясения определялась в VIII баллов (по шкале Росси-Фореля). Удары следовали один за другим в течение нескольких минут. Наибольшее сотрясение наблюдалось в районе Орошора, где были полностью разрушены пять кишлаков, что сопровождалось гибелью многих жителей, а кишлак Усой, оказавшийся на пути завала, был похоронен вместе со всеми обитателями под свалившейся горой. Из всего населения кишлака уцелел только один человек, бывший в ту ночь далеко в горах.

По мере удаления от Орошорского района сила землетрясения уменьшалась, и в кишлаке Сарез было разрушено только два дома.

Однако в горных областях, прилегающих к долинам Гунта и Пянджа, сотрясение почвы было все-таки очень сильным.

В г. Хороге и других населенных пунктах горных областей, прилегающих к долинам Гунта и Пянджа, колебания почвы были настолько сильны, что даже среди жителей их, привычных к частым явлениям землетрясения, наблюдалась паника. Сотни людей погибли во время этого землетрясения также в Афганистане (Калан-Явуке, Кабуле, Хонабаде).

На озере Кара-куль волнением был поломан лед, и вода хлынула на низкий восточный берег, оставив полосу кусков льда шириной около полкилометра. А в долинах Кудары, Лянгара и Мургаба произошло множество обвалов.

На Памирском посту перед землетрясением слышали подземный гул, а затем последовали удары, которые продолжались в течение 2 минут. Толчки следовали один за другим и были направлены с запада на восток. Жители в испуге выскакивали наружу, и в стенах зданий утром были обнаружены трещины.

Далее на восток землетрясение ощущалось слабее и в областях, пограничных с Китаем, затухало.

Вести о последствиях землетрясения и грандиозном завале распространились не скоро, и в Хороге долгое время не знали о нем.

Только после того, как один отважный таджик спустился на турсуке по р. Мургабу, стало известно о раз-

рушениях кишлаков и человеческих жертвах. Наконец, ходоки по горам принесли известие об обвале горы Усой, похоронившей под собой целый кишлак со всем населением, но это сообщение достигло Хорога только через 2½ месяца после землетрясения.

* *
*

Долина Мургаба, находящаяся теперь под водой Сарезского озера, вероятно, навсегда скрыта от наших глаз. Однако осталось описание ее геолога Д. Л. Иванова, экспедиция которого прошла по долине Мургаба в 1883 г. Вот несколько его заметок с описанием этой части долины: «Иду левой стороной, причем впереди предстоит угроза: как раз на углу, где вчера не могли пройти, в очень узком месте реки, с левой стороны горы круты и высоки, с мелкими промоинами. Осыпь сверху крутая, вверху „яманташ“, и вчера при вихрях там много падало камней. Сегодня спокойно, и мы прошли без единого щелчка. Сейчас же за поворотом по правой стороне сверху спадает овраг, вверху трещиной с каскадом, внизу по широкому крутому выносу—лента березок и тополя до Мургаба.

Внизу близ дороги плотный массивный песчаник; над ним выше, откуда падали камни,—слоистый известняк. Левые горы—размытые зубцами и гребнями, выносы большие.

Следует сказать вообще про характер долины Мургаба и про его дороги. Редко здесь выдается узкая полоска или терраска с тугаем¹ или сазом², с ровной и плотной почвой, по которой спокойно можно ехать, не следя за дорогой и лошадей. Большею частью дорога идет по осыпи (чаще крупной) или завалу, что крайне утомительно и опасно для лошадей. Но и это еще ничего бы, если бы не частые крутые изгибы реки, причем она бросается от берега к берегу, подмывая скалы, и дорога останавливается перед небольшим носом, опускающимся круто в реку».

Такова была картина той части ущелья, которая теперь занята верховьем Сарезского озера.

¹ Тугай—пойма реки.

² Саз — заболоченная низина.

Преодолевая трудности, представляемые скалистыми мысами и осыпями, экспедиция после нескольких переходов достигла расширенной части долины ниже устья р. Кара-булак и направилась к Кара-горуму. К этой части ее пути относятся следующие заметки Д. Л. Иванова:

«Отсюда две дороги: одна по правому берегу—крайне трудная и опасная, высоким крутым косогором; другая—лучшая по левому берегу. Переправа довольно глубокая через реку шириною саж. 50. От переправы отвратительная дорожка вдоль горума у реки, но, к счастью, недолго.

Вскоре она выходит на угол поворота долины, и здесь открывается новое расширение долины. Река идет под правым берегом все время.

Горы (гребень как ножом срезан) круто от самого верха спускаются к реке, причем весь нижний склон представляет вторичный оползень размытых озерных отложений, видных карнизом вверху. Вторичные осыпные отложения, благодаря ледниковым липким глинам, расположены очень крутыми слоями и представляют пласты (щебень), легко всасывающие в себя воду, но книзу при утолщении пласта глины удерживающие воду. Это дает целый ряд ключей вдоль нижней части склонов, и этому обязаны странные картины: на крутом и голом склоне, высоко над рекой мы видим пятна кустарников или даже целый ряд березовых рощ, сохранившихся, вероятно, по своей недоступности. Над этими рощами вьется мудреная дорожка правой стороны, поднимаясь и спускаясь, перебегающая карнизы и камни. Далее к концу расширения долины правые горы более размыты сверху и склоны их внизу немного положе; река бежит, извиваясь и образуя с этой стороны площадки—полуострова.

Двигаюсь в Сарезу,—наконец, последний переход. Сейчас же за двумя башенками ворот (слюдистый песчаник, слоистый) из левого прорыва вверху гребня огромный вынос или осыпь с плотным серым гранитом. На правой же стороне идут пластовые породы. На повороте реки вправо вся левая сторона буквально представляет одну сплошную отвесную стену из брекчии¹ (она плотная, слюдяная и часто полосатая). Высота этой грандиозной стены достигает саж. 200, если не более. В ней

¹ Брекчия — горная порода из сцементированных между собой кусков и обломков камня.

две большие ступени (верхняя до 300 саж. от реки).

В том месте, где проходит изгиб стены, причудливый ручеек-водопад прорыл себе трещину, по которой ниспадает очень красиво огромными прыжками. Жаль, что он маловоден и потому теряется в громаде стены. Другой, соседний, пробивается из отверстия внизу.

Эта громада-стена и дала громаду-обвал, который целой горой загораживает дорогу и заставляет лезть на него по крутым ступеням между массивными валунами брекчий. Этот обвал и носит название Кара-горум. Против него на правой стороне горы скалисты и круты и по ним нет дороги».

Далее в записках Д. Л. Иванова следует описание ныне затопленного кишлака Сарез.

«Объехав целый ряд сопок, обставляющих со всех сторон селение Сарез в виде редутов, караулок и пр., поднимаюсь на последнюю гранитную грядку, в 1½ версты от Сареза. С нее открывается чрезвычайно милый и привлекательный вид на живописный кишлак. Эта местность слишком оригинальна, чтобы ее забыть, и потребует очень длинных речей, чтобы я сумел передать впечатление. Полагаясь на рисунок и карточку, я пропущу все мелочи. Упомяну лишь, что Сарез—скупенный горный кишлак, домов в 25—30, мимо которого из ущелья правых гор сбегает ключ, проявляющийся лишь в конце ущелья (вверху огромный горум, под которым и просачиваются воды из ледника, едва видного вверху), как святой ключ мазара¹ „Пир-сароб“».

Позднее, в 1900 г., на Памире производил магнитные наблюдения Б. В. Станкевич, который также прошел по ныне затопленной долине от кишлака Сарез до впадения Мургаба в р. Бартанг. В оставленных им записках есть описание и того места, где впоследствии произошел грандиозный завал.

Вот небольшой отрывок из его записок:

«Спустившись к Мургабу, мы очутились как бы на дне глубокого колодца: небольшая площадка на левом берегу Мургаба окружена с трех сторон высокими, почти отвесными утесами; на противоположном берегу высятся также отвесные утесы. Это характерное место, лежащее несколько ниже по течению Мургаба кишлачка Усоя, ко-

¹ Мазар — могила.

торый мы миновали, совершив обход через перевал, таджики называют Шундеруй, что значит «здесь камни». Здесь 25 июня мы выступили из Шундеруя... Весь день шли левым берегом Мургаба... Невдалеке от Шундеруя Мургаб сдавлен вертикальными каменными стенами. Эта теснина прозывается среди таджиков Тор-Парин, что значит „узкое место“.

Впервые место завала вскоре после землетрясения было посещено начальником Памирского отряда Г. А. Шпилько. Он снарядил небольшую экспедицию по новому озеру на плоту, который был изготовлен в Хороге и доставлен вьюком и на руках через перевал Марджанай к узкой бухте озера. Там плот собрали, погрузили на него имущество экспедиции и отплыли в открытое озеро. Г. А. Шпилько производил съемку берегов, промерял глубину озера, определял количество притекающей в озеро воды. Он осмотрел также плотину завала и сделал подсчеты, чтобы определить, возможен ли прорыв плотины завала водой.

Впоследствии к Усойскому завалу не раз отправлялись экспедиции советских геологов, географов и топографов.

В 1925 г. географ Корженевский с Памирского поста в долине р. Мургаба предпринял экскурсию к Сарезскому озеру. Экспедиция прошла по долине р. Аличур, где ею была осмотрена одинокая известняковая складка Чатыр-Таш (что значит «камень-шатер»), на верхней плоской части которой были нагромождены занесенные древними ледниками обломки сланцев и гранита, достигла озера Яшиль-куль и вошла в ущелье р. Лянгар.

Поднявшись по горной тропинке на перевал Лянгар-Куталь, экспедиция стала спускаться по ущелью к берегам Сарезского озера, которое сперва имело вид широкого цирка, а далее перешло в гигантский коридор в гранитном массиве. Лошади с трудом пробирались среди нагромождений обломков скал. По дну ущелья протекала р. Ирхт-хац. Ущелье часто образовывало уступы с озерами у окончания древних ледников.

Вода Сарезского озера уже залила нижнюю часть ущелья, прорезанного рекой. По тропинке, которая лепилась на большой высоте над берегом залива, Корженевский прошел к самому озеру. Берега залива и озера были покрыты крупными осыпями, которые очень часто с шумом обваливались в воды озера. В течение 4 часов,

пока он шел тропой к озеру, произошло три больших обвала.

В 1925 г. топограф В. С. Колесников подошел к берегам Сарезского озера в урочище Ирхт через перевал Лянгар. Он нашел кишлак Ирхт покинутым жителями, в полуразрушенном состоянии. Берега озера представляли почти сплошную «живую» осыпь, которая сползала в озеро с крутых откосов гор или обрушивалась в него грозными обвалами.

В бурные ночи неумолчный грохот обвалов смешивался с глухим ревом прибоя волн.

Путешествие по берегу было очень опасно, и В. С. Колесников сделал попытку проехать вдоль берегов на лодке. Однако сильный ветер, разреженный на такой высоте воздух и обвалы помешали этому плану. Тогда с величайшими трудностями В. С. Колесников и его спутники прошли по головоломной тропе вдоль юго-западного берега озера, производя с висящего высоко над озером узенького карниза топографическую съемку.

Колесников нашел, что берег озера от мыса Ирхтского залива до самого завала, сложенный глинисто-кремнистыми сланцами, быстро разрушается. Точно так же разрушаются и берега озера Шадау-куль, кроме западного, представляющего собой стойкий массив. Но в состоянии самого завала он не нашел изменений. Только на западном склоне его вырывался мощный поток просочившейся из озера воды, который прорыл себе в рыхлом материале завала глубокий овраг, врезавшийся вершиной в завал на 1,5 км. Однако, как проникает вода озера через толщу завала наружу: по мелким ли трещинам или широким ходам, ему не удалось узнать.

* *
*

Изучение Усойского завала, начиная с первого осмотра его Г. А. Шпилько и кончая последними наблюдениями наших советских геологов, позволило составить ясное представление об этом явлении и его причинах.

Некоторые исследователи считали, что обрушение носило характер оползня, подобного тем, которые известны в Крыму, близ Одессы и на Волге, где подмытые подземными водами толщи грунта сползают под действием собственной тяжести вниз. А бывшее одновременно с

Усойским завалом землетрясение, по их мнению, является сотрясением слоев земной коры от удара рухнувшей массы горных пород, которая, по подсчетам, весила около 10 млрд. т.

Однако большинство геологов не согласны с этим и, наоборот, считают непосредственной причиной обрушения Усойской горы сильное тектоническое землетрясение 1911 г.

Завал образовал гигантскую плотину в долине р. Мургаба высотой в разных местах от 650 до 750 м, перерезавшую ущелье поперек от одного борта до другого. По ширине в основании он занял около 5 км, покрыв под собой около 13 км². Огромные каменные глыбы по несколько десятков кубических метров были отброшены на расстояние 4—5 км.

Г. А. Шпилько утверждает, что обрушение имело ясный характер обвала, при котором горные породы не сползают, а разламываются на огромные глыбы и катятся вниз, хаотически нагромождаясь одна на другую. Об этом свидетельствует характер верхней части завала, где между глыбами имеются большие промежутки и пустоты. Непроницаемость же завала для воды в нижних частях его объясняется, повидимому, уплотнением под влиянием огромного веса нагроможденной массы горных пород.

Геолог И. А. Преображенский также установил, что явление носило характер не оползня почвы или щебенки, а обрушения глыб изломанных толщ коренных горных пород, хаотически нагроможденных в долине.

Однако он допускал мысль о возможном влиянии в данном случае проникавшей по трещинам воды, которая могла подмывать толщи кремнистых сланцев и способствовать сползанию их во время землетрясения в долину. Доказательством этого он считал то обстоятельство, что целые участки поверхности горы, спустившись с большой высоты в долины, остались почти неповрежденными.

Но и И. А. Преображенский не считает возможным, чтобы оползень мог произвести землетрясение, подобное происшедшему в феврале 1911 г. на Памире, и приписывает обвал толчку от землетрясения.

Воды запруженной реки не могли просочиться сквозь массу обрушившихся горных пород и стали накапливаться по одну его сторону. Образовалось высокогорное озеро, которое через 2 года достигло в длину 26 км. Поднимаясь

все выше и выше, оно затопило и кишлак Сарез, жители которого были вынуждены переселиться в другое место.

Начиная с 1914 г., установилась небольшая (около 2 м³/сек) фильтрация воды через завал. Однако уровень воды в озере продолжал повышаться. Начиная с 1915 г., в течение 20 лет он поднялся на 140 м. Даже в самом низком месте плотина Усойского завала возвышается над уровнем озера еще на 50 м, но в связи с установившейся за последние годы фильтрацией уровень воды, повидимому, перестал повышаться.

К настоящему времени просачивание воды увеличилось до 50 м³/сек. Эта вода уходит по старому руслу р. Мургаба на другой стороне завала в р. Бартанг.

* *
*

Созданные грозными обвалами горные озера могут служить источником для получения энергии, необходимой развивающейся промышленности молодой республики—Таджикистана. Для этого нужно использовать тот подъем воды, который произведен завалом, и, спуская ее по широким трубам вниз, превращать энергию падения воды в электрическую.

Количество энергии, которое можно получить, зависит от разности высот уровня озера и места установки турбин, а также от запаса и притока воды в озере.

На р. Зеравшан и в бассейне Фан-дарьи, при условии сооружения дополнительной плотины, возможно получение мощности около 600 000 квт.

На Сарезском озере можно было бы построить гидроэлектрическую установку мощностью до 1 млн. квт.

Такую огромную мощность может дать вода Сарезского озера вследствие большой высоты его уровня. Однако в этом же заключается и большая опасность в том случае, если бы озеро прорвало плотину завала и ринулось в долину р. Бартанг: оно не только опустошило бы ее, но причинило бы большие бедствия по берегам Пянджа и верхний Аму-дарьи.

За состоянием озера и размывающей деятельностью его в районе завала установлено наблюдение.

По мнению большинства исследователей, несмотря на громадное давление воды, прорыв плотины, созданной Усойским завалом, невозможен.

Кон-и-гут

«Рудник погибели», или Кон-и-гут,—так называется огромная пещера в известняковом хребте Майдан-тау, находящаяся в 20 км западнее утопающего в зелени городка Исфары. О ней ходило в Средней Азии множество легенд. Искатели кладов отправлялись в ее извилистые, темные ходы и колодцы, привлекаемые мечтой найти верблюда с алмазными глазами, бирюзовое озеро и другие легендарные сокровища, скрытые в пещере, и часто вместо сокровищ находили смерть. Свидетелями человеческой жадности, толкавшей во все века авантюристов в мрачные подземелья этой пещеры, остались их скелеты, обломки железных инструментов и немногие лестницы и мостки.

Но в пещере есть также множество следов упорной, многолетней деятельности человека: крепкие деревянные подпорки, поддерживающие потолок, длинные лестницы, позволявшие с грузом на спине подниматься из пропастей пещеры в верхние галереи, переброшенные через пропасти солидные мостки. Наконец, пробитый в известняке колодезь для спуска к лестницам, ведущим на дно первой пропасти, говорит о десятках лет упорного человеческого труда.

Эти работы и сооружения были сделаны в средние века, когда арабы добывали в пещере Кон-и-гут железную и серебро-свинцовую руду.

Человеческие руки, вооруженные несовершенными инструментами той эпохи, выдолбили лабиринт ходов, добывая рыхлую железную руду и хрупкий свинцовый блеск.

Нагрузив руду в кожаный мешок, рудокоп поднимался из глубоких пропастей, чтобы доставить ее к ямам-печаам средневекового металлургического завода. В пещере осталось также не мало глиняных светильников и скелетов погибших во время неожиданного обвала людей.

В XIX в. кокандские ханы пытались восстановить добычу руд в пещере Кон-и-гут и для исследования ее посылали осужденных на смерть, которые могли получить помилование в случае удачной находки в этой страшной пещере рудной жилы.

Из европейцев впервые побывал в пещере Кон-и-гут в 1881 г. ученый Вилькинс, но он не спускался в ее пропасти. Через 15 лет ее посетили любители археологии Н. Г. Мелицкий и М. С. Андреев, которые оставили до-

вольно подробное описание ее. Они нашли в ней множество следов давно оставленных горных работ—рудничную крепь, следы на камне от ударов металлическими инструментами, навалы горной породы, остающиеся на месте добычи руды, и др.

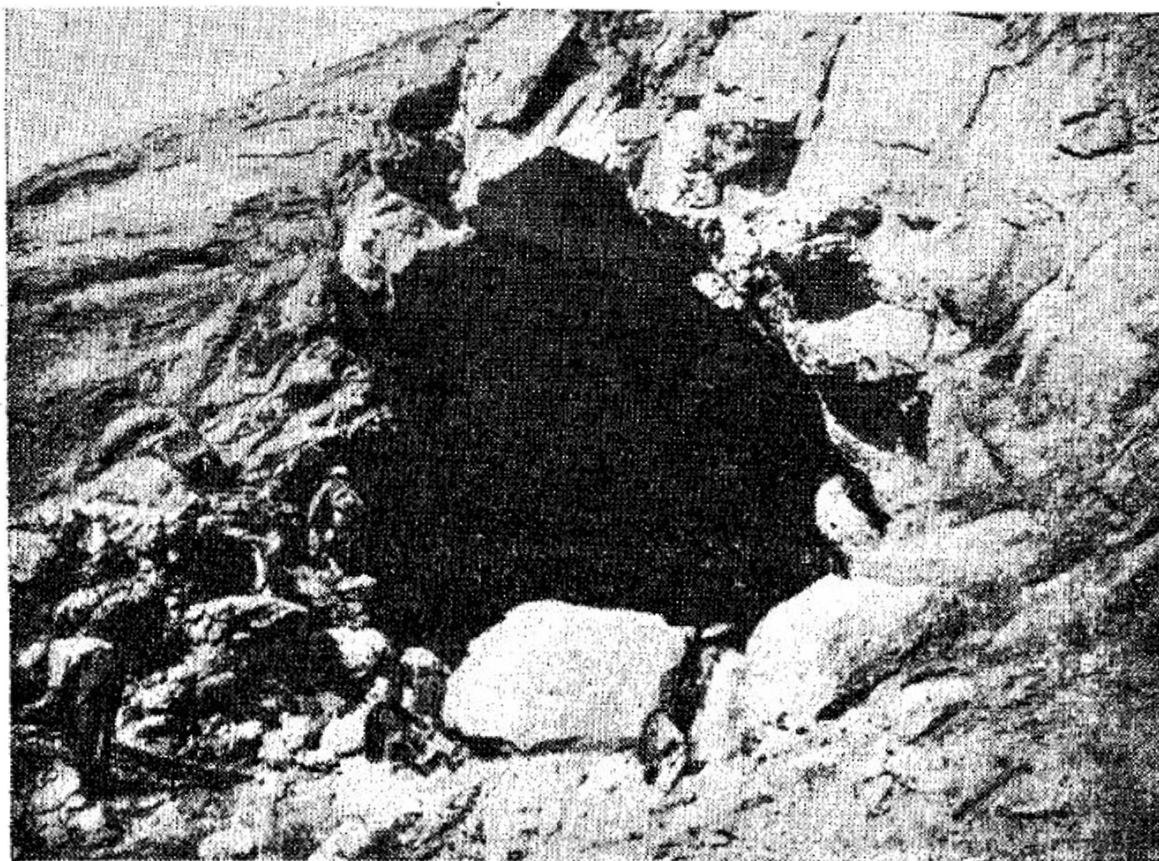
Наконец, в 1920 г. туда была отправлена специальная комиссия, которая составила подробный план этой пещеры и собрала много ценных для археологии и истории предметов: глиняных рудничных светильников, обломков сосудов для хранения ртути и медную монету X века. Ею же было установлено, что в пещере когда-то добывалась железная и свинцово-серебряная руда, от разработки которой осталось много рудничной крепи и деревянных лестниц, по которым спускались древние рудокопы.

Это посещение и более поздние исследования показали, что Кон-и-гут разрабатывался в течение нескольких веков, о чем говорят также каменные ступени в главных ходах рудника, отшлифованные прикосновением человеческих ног.

На юг от главного входа в пещеру склоны горы имеют ряд площадок, на которых при раскопках канавами были найдены следы фундаментов каменных построек, черепки глиняной посуды, относимые к VIII—XI вв., глиняных светильников и костей разных животных. Очевидно, на этих площадках был рудничный поселок, в котором жили работавшие в пещере Кон-и-гут рудокопы.

От южного входа в пещеру по склону горы спускаются обломки горной породы, куски которой выносились вместе с рудой на поверхность в целях дальнейшей сортировки. Около главного хода этих навалов нет, да и не может быть, так как руда не доставлялась на поверхность этим путем. Встречаются также навалы плотной, мелко раздробленной марганцовистой руды, которую не использовали старинные рудокопы. В 40 м от главного входа был найден большой пест весом 15—20 кг и рядом с ним много мелкой истолченной руды. Пест сделан из плотной, зеленоватого цвета горной породы, не встречающейся в окрестностях Кон-и-гута.

Наконец, о бывшем здесь горном промысле говорят следы древней плавки руды в местности Рис-Сай. Она лежит в 13 км на запад от пещеры, по верхней тропе. Там можно видеть следы плавки руды в виде шлаков и остатков ям, заменявших металлургические печи. В одном месте



Главный вход в пещеру Кон-и-гут

Фото Д. И. Щербакова

насчитывается более 20 таких ям, а вокруг них завалено шлаками около 2 га поверхности земли. Шлаки громоздятся в виде навалов возле сглаженных временем ям-печей. Они состоят из тяжелых, богатых железом и марганцем, и легких, стекловатых, кусков. Вся эта площадь окрашена в характерный для окислов марганца буроватый цвет.

Среди шлаков нередко попадаются длинные глиняные трубки, сделанные вручную, так как они имеют следы пальцев. Диаметр отверстия трубок около 2 см, но у хорошо сохранившихся трубок один конец заканчивается усеченным конусом и выходное отверстие сильно сужено. Этот конец обычно оплавлен, и, очевидно, глиняные трубки служили фурмами для вдувания в печь воздуха с помощью мехов.

Многочисленные залы, колодцы и переходы пещеры Кон-и-гут были нанесены на план геологом А. Ф. Соседко в 1933 г., который дал подробное ее описание.

Через главный вход посетитель попадает в большой вестибюль, переходящий в обширный зал. Пройдя по правому подземному ходу, он находит несколько оканчивающихся слепо коридоров с бассейном красной воды. В одной из этих подземных галерей было найдено несколько скелетов.

Левый ход из обширного зала приводит в светлый грот, освещенный выходящим на поверхность отверстием—окном.

Пройдя из светлого грота по узкому коридорчику, посетитель попадает в грот с родниками чистой, хорошей воды. Чтобы продолжить путешествие, приходится пролезть через узкое отверстие—«Сквозняк»—и спуститься на нависшую над пропастью скалу-балкон.

Дальше нужна уже большая смелость, так как спускаться в пропасть глубиной более 40 м можно только повиснув на канате.

Дно пропасти завалено глыбами упавших сверху камней и осыпями щебня. От нее отходит целый лабиринт тупых ходков, в которых встречаются деревянные лестницы и мостки, переброшенные через глубокие щели в дне пещеры.

Пройдя несколько десятков метров к югу, поднимаясь по осыпям камней, посетитель приходит ко второму подземному провалу. Новый спуск по канату,—и вот еще более грандиозная пещера длиной больше 60 м. В ее тупиках и ходах найдено наибольшее количество хорошо сохранившейся рудничной крепи—подпорок и обшивок.

В восточном конце находится длинный ход, ведущий в ряд гротов, расположенных последовательно один за другим. Это сравнительно небольшие гроты—Конический, Мышиный, Волнистый и Телефонный. Далее подземный ход идет с крутым подъемом выше и выше, над опасными трещинами и отверстиями глубоких колодцев. Он приводит к новым гротам—Большому, Верблюжьему и ряду гротов с отверстиями—окнами, выходящими на поверхность.

Образование пещеры Кон-и-гут является примером сочетания тектонических факторов, растворяющего воздействия воды и деятельности человека.

Изгибаясь под действием горообразовательных сил, мощные пласты известняков, слагающие массив хребта

Майдан-тау, ломались, образуя антиклинальную складку, рассеченную системой глубоких трещин.

Выпадающие на поверхности гор воды дождей устремлялись в трещины известнякового массива, растворяя и размывая породу. Они образовали глубокие вертикальные колодцы и неправильные мешкообразные полости. Циркулируя в лабиринте трещин, они расширяли ходы, образовывали огромные пустоты гротов и уходили далее вниз. Но климат изменился, воды стало меньше, или, может быть, грунтовые воды нашли другие ходы и ушли глубже дна пропастей Кон-и-гута. Пещера высохла, и в нее пришел человек в поисках руд, отложенных в трещинах массива. Добывая эти руды, он еще увеличил пустоты Кон-и-гута, пробил новые ходы, тупики и колодцы.

Таково происхождение пещеры Кон-и-гут, связанное с системой пересекающихся разломов, свидетелей мощных движений земной коры в южной Фергане.

Следуя за прихотливой формой рудных тел—линз, жил и трубок, древние рудокопы своими несовершенными инструментами пробивали новые ходы и колодцы в известняке, расширяли и углубляли тупики, значительно увеличивая объем естественных полостей пещеры.

В первом же зале пещеры Кон-и-гут, в противоположной стене от входа, нашими разведчиками была найдена рудная жила свинцового блеска и цинковой обманки. Она прослежена от этого места на север до входа в правый грот, а также и в этом гроте. Руда имеет полосчатый вид, и в массе ее чередуются тонкие полосы свинцового блеска, серного колчедана и светлой цинковой обманки.

У входа в левый грот эта первичная сернистая руда уже заменена бурым железняком и гипсом. Очевидно, под действием растворенного в воде кислорода свинец и цинк были окислены и частично (цинк) унесены водой, а водная окись железа—бурый железняк—остался.

Другой выход такой же руды обнаружен в ходе из Светлого грота в грот с родником. Жила руды видна на стенке справа, а затем она переходит на левую сторону. Из грота ведет тупой ход, в начале которого видны следы старого, пробитого по руде шурфа. Выход этой же руды виден и в потолке грота, а на полу его лежат отвалившиеся и упавшие сверху куски руды.

Кроме этих двух жил сернистых руд, которые, пови-

димому, не разрабатывались древними рудокопами, в пещере найдены также окисленные руды, бывшие объектом старинной разработки.

Гнезда желтой охры и бурого железняка найдены перед первым залом в Темной камере и в Светлом гроте.

В камере за «Сквозняком» можно видеть два тупых ходка, один из которых идет горизонтально, другой—почти вертикально. На стенах этих ходков видны примазки выработанного бурого железняка, а в конце их—рыхлая руда, которую можно добывать кайлом без помощи взрывчатых веществ.

В еще более глухих частях пещеры, в пустотах первой и второй пропасти, также много ходков по выработанным рыхлым окисленным рудам.

Очевидно, оставляя невыработанными лежащие вблизи от главного выхода из пещеры большие скопления сернистых руд, древние рудокопы уходили в самые труднодоступные части ее в погоне за рыхлыми, легкоплавкими окисленными рудами, богатыми свинцом и серебром. Эти руды они сравнительно легко добывали с помощью своих примитивных инструментов и выносили в кожаных мешках за спиной по опасным переходам на поверхность.

В результате этих работ пещера Кон-и-гут превратилась в сложный лабиринт ходков, переходов, лазеек и колодцев.

Кроме Главной пещеры, подобные же руды вырабатывались древними рудокопами и во многих других местах по гребню известнякового массива. Некоторые из этих разработок имеют вид больших гротов или ходов, углубляющихся в массив до 50 м.

По остаткам руды на стенках выработок можно видеть, что здесь также были рыхлые охры и скорлуповатый бурый железняк.

Исследования пещеры Кон-и-гут доказали наличие в массиве Майдан-тау скоплений свинцово-серебряных руд, которые прослежены до самого Ура-тубе. Древние рудокопы, почти не трогавшие сернистых руд, помогли своими выработками нашим разведчикам недр.

Хотя промышленное их значение пока еще не выявлено, но несомненно, что эти скопления заслуживают детальных разведок, которые помогут восстановить горный промысел, прекратившийся около тысячи лет тому назад.

Колебания уровня Каспия

К востоку от Черного моря лежит величайшее в мире озеро—Каспийское море. Когда-то оно было частью древнего водного бассейна, названного геологами сарматским морем, но поднявшиеся на дне этого моря огромные складки земной коры, образовавшие Кавказский горный хребет, отделили от него Каспий.

О Каспийском море упоминали многие историки и географы прошлых веков.

Древние греки представляли себе мир в виде огромного щита, в центре которого лежала их страна—Эллада, омываемая водами Средиземного моря. Их купцы и путешественники проникали на запад до «Геркулесовых столбов» (Гибралтарский пролив), а на восток—до «Пруда Солнца», из вод которого восходил «божественный феб»—солнце. По представлениям греков, «Пруд Солнца» был частью океана, окружавшего всю известную в те времена сушу.

В древнейших легендах о путешествии полумифического аргонавта Язона, которое могло быть за три с половиной тысячи лет до наших дней, географ Страбон видел указания на посещение аргонавтами берегов Каспийского моря.

«Рассказывают, что Язон с фессалийцем Арменом во время своего плавания в землю Колхов дошел до Каспийского моря».

Приблизительно через тысячу лет после похода аргонавтов в Колхиду живший во времена персидского царя Дария I Текатей Милетский совершил большое путешествие и оставил описание своих «странствований». В нем он говорит о Гирканском, или Каспийском, море, окруженном горами и лесами, называя его так по имени гирканцев, или каспиев,—дикого скифского племени, обитавшего на восточном его берегу.

У всех географов древности, в том числе у Эратосфена, написавшего знаменитую «Географику», представления о форме и размерах Каспийского моря были не верны и часто даже фантастичны. Живший в начале нашей эры высокообразованный, совершивший много путешествий на запад и восток греческий географ Страбон так говорит об этом море: «Каспийское море—это спускающийся от океана к югу залив, сначала довольно узкий, но затем



Восточное побережье Каспийского моря

Фото Б. А. Федоровича

расширяющийся по мере углубления в материк и особенно в самой внутренней части даже до 5000 стадий (750 км)». Только знаменитый римский историк и географ Плиний, погибший во время извержения Везувия в 79 г. нашей эры, имел довольно правильное представление о Каспии.

Тем более, конечно, трудно ожидать надежных указаний об изменениях уровня Каспия в сочинениях древних греков или римлян. Но писатели средних веков уже оставили нам довольно достоверные сведения об изменениях высоты стояния воды в Каспийском море.

* *
*

В Каспийское море вливаются крупнейшие реки—Волга, Урал, Терек и Кура, собирающие воду с поверхности более 3 млн. км². Они доставляют ежегодно в Каспийское море сотни куб. километров воды, да, кроме того, выпадающие на поверхности моря осадки дают ежегодно

около 80 км³ ее. Вся эта вода могла бы повышать его уровень почти на 1 м в год. Однако огромна и убыль воды, испаряющейся с поверхности моря, восточные берега которого примыкают к обширнейшим жарким песчаным пустыням—Кара-кумам и Кызыл-кумам.

В море, связанном проливами с океаном, как, например, в Черном или Средиземном, стояния воды изменяются в зависимости от положения Луны и Солнца, которые своим притяжением поднимают за собой приливную волну; на него оказывает влияние также направление ветра; уменьшение же количества приносимой реками воды не может изменить среднего уровня его, всегда одинакового со средним уровнем океана.

Но в закрытом бассейне, каковым является, например, Каспийское море, уровень может меняться и от действительного уменьшения количества воды, в зависимости от отношения между убылью ее вследствие испарений и притоком из впадающих в море рек. В закрытом бассейне летом средний уровень будет понижаться, а весной во время таяния снега повышаться.

Такие периодические колебания среднего уровня наблюдаются и в Каспийском море в связи с 35-летним «брюкнеровским периодом» смены сухого и мокрого климата. Эти периоды были известны жителям Каспийского побережья даже раньше, чем они были открыты Брюкнером. Но, как показывают расчеты, колебания уровня Каспия вследствие смены сухих и мокрых периодов Брюкнера не могут превосходить 1 м от среднего уровня моря.

Между тем имеются указания на другие, более резкие колебания, которые должны быть объяснены другими причинами.

О ежегодном поднятии уровня Каспийского моря на одну «пальму» (т. е. на 28 см) писал в XIV в. географ Марино Сануто, а мусульманский писатель Гаджи Хальфа говорит о совпавшем с сильным землетрясением затоплении в 1304 г. известного своей торговлей с Индией города Абезгун, находившегося на юго-восточном берегу Каспия. Есть и другие исторические указания на наблюдавшееся изменение уровня Каспия. Но и кроме исторических данных в последние 200 лет можно было воочию убедиться в колебательном движении уровня этого моря: около 200 лет назад над поверхностью моря в Бакинской бухте показались остатки полуразрушенных крепостных стен и

башен, которые, очевидно, находились ниже уровня воды, так как до этого времени никто о них не упоминал.

Впервые об этих развалинах говорит гидрограф времен Петра I И. Ф. Соймонов в своем описании Каспийского моря в таких выражениях: «В означенном заливе Бакийском, южнее города Баки в 2 верстах, на глубине 4 сажень, каменное строение, стена и башня; и хотя она стена уже развалилась, однако в некоторых местах и выше воды знаки есть, и по известиям слышно, якобы в древние времена, построенное было на сухом пути, и был то гостиный двор».

Позднее развалины укрепления были осмотрены и описаны несколько раз путешественниками и учеными, посещавшими Баку, и их наблюдения позволили сделать важные выводы о колебаниях морского уровня в бухте.

Укрепление вытянулось на 170 м в длину, следуя форме холма. По концам его стоят остатки круглых башен с дверями, открывавшимися внутрь крепости. Между юго-восточными башнями в стене имеются остатки крепостных ворот, выходивших на перешеек, который когда-то соединял холм с Баиловым мысом. Крепость построена из серого раковистого известняка, подобно другим зданиям в Баку, кладка сделана очень аккуратно, и наружная сторона камней сглажена. По способу кладки крепость похожа на известную в Баку Девичью башню, т. е. на старинные арабские здания.

К 1925 г. уровень воды в Бакинской бухте понизился настолько, что обнажилось самое основание стен и башен старинного укрепления, вдоль которых во многих местах можно пройти по сухим камням.

Среди жителей окрестностей Баку ходит предание, что в давно прошедшие времена Бакинская бухта имела другие очертания: тогда острова Нарген и Вульф были частями суши, которая вдавалась далеко в море на восток от Баку, а вблизи от Баку для защиты против нападения туркмен была построена небольшая крепость—Салхим. Очевидно, что поднявшиеся из вод Каспия развалины и представляют собой остатки крепости Салхим, когда-то затопленной наступлением вод моря.

О времени, когда произошло это событие, можно судить по способу кладки крепости, и археологи относят ее к XII веку. Окончательное затопление укрепления, судя по историческим данным, произошло в начале XIV века.

Проследив по различным историческим сведениям высоту уровня Каспия, ученые рисуют такую картину его колебаний: с начала XII до середины XIII в. уровень этого моря поднялся на 3,5 м и достиг приблизительно его нынешней высоты; затем за 55 лет он быстро поднялся еще на 12,8 м, когда и было затоплено укрепление Салхим. В течение же дальнейших 100 лет он снизился на 5 м. Об изменениях уровня моря в последующие 250 лет данных очень мало.

Далее известно, что в конце XVII столетия он понизился на 1,4 м, в первой половине XVIII в. поднялся почти на 4 м.

Нужно, впрочем, упомянуть, что некоторые ученые не соглашались с таким выводом и не видят в исторических сведениях за последнюю тысячу лет доказательств о поднятии и снижении уровня Каспия более чем на 5,5 м.

О колебаниях уровня Каспия в XVIII и первой половине XIX в. мы судим по эпизодическим, случайным измерениям, но, начиная с середины прошлого столетия, они хорошо изучены по наблюдениям гидрометеорологических станций. В настоящее время такие станции имеются в Баку, в Махач-Кале (б. Петровск) и близ Красноводска (Куули). Особенно тщательно ведутся наблюдения в последние 35 лет.

Согласно имеющимся сведениям об измерениях высоты стояния уровня Каспия, с 1740 по 1851 г. наблюдалось постоянное снижение его, лишь иногда прерываемое временными подъемами. За весь этот период средний уровень моря, повидимому, снизился на 8 м.

С 1851 по 1925 г. уровень Каспия продолжал снижаться, причем медленное понижение также изредка прерывалось временными повышениями. За этот период уровень моря снизился на 0,53 м, а с 1882 г., когда было временное повышение уровня,—на 1,16 м.

В текущем веке самое резкое падение уровня наблюдалось в 1910 и 1911 гг., когда он упал в Бакинской бухте на 18 см и на 23 см против уровня предыдущего года.

Это последнее снижение объяснялось нашими учеными следствием сокращения на 80 мм выпадения осадков в бассейнах рр. Волги, Эмбы и Урала и уменьшением количества приносимой ими в море воды.

К числу явлений, неопровержимо доказывающих наличие длительных изменений высоты уровня Каспия в

прошлые геологические эпохи, относятся береговые террасы. Морскими террасами называются площадки вдоль морских берегов, образующиеся вследствие разрушения прибрежных скал действием прибой волн, обычно покрываемые наносами песка и гальки. Если берег моря поднимается, то терраса становится недоступной дальнейшему действию прибой. В этом случае она остается свидетелем бывшего когда-то низкого положения берега, а волны начинают образовывать новую террасу.

На низких берегах прибой волн отлагает береговые валы из гальки и обломков скал. Если эти валы окажутся вне досягаемости прибой волн, то это также служит признаком поднятия морского берега.

На высоких восточных берегах Каспия террасы были найдены на различной высоте, по которой можно судить об уровне стояния поверхности моря в различные эпохи его существования.

По данным последних наблюдений в районах Красноводска, Кара-богаз-гола и Балханского залива имеется шесть террас, образовавшихся в последнюю геологическую эру существования Земли.

Первые четыре (т. е. самые молодые) террасы очень хорошо согласуются между собой по высоте. Вышерасположенные две террасы в различных частях побережья лежат на сильно разнящихся между собой высотах, и одновременность их образования требует еще доказательства.

Относительный возраст этих террас определить очень трудно, так как встречающиеся среди отложений на террасах остатки моллюсков весьма сходны между собой.

Террасы свидетельствуют о том, что в течение последнего геологического периода море то наступало на берега, то снова отступало. Эти наступления (трансгрессии) и отступления (регрессии) на низменном, северном берегу Каспия оставили след в виде разновременных отложений, отличающихся между собой по составу горных пород и заключающимся в них остаткам живших в те времена в водах моря животных.

Поднятия и опускания уровня моря на северном побережье происходили вследствие прогиба земной коры по оси, которая проходила почти по линии Волга—Ахтубинская долина. Наступления морских вод на сушу имели следствием накопление толщ морских отложений общей

мощностью до 600 м. Разрез напластований можно наблюдать в высоких бортах долины Нижней Волги.

Во время периода самого высокого стояния воды в древнем море, уровень которого поднимался на 65—70 м над океаном, образовались слои рыхлых песков с шоколадно-бурой глиной.

Когда поднятие испытала северная окраина впадины, воды Каспия отступали не постепенно, а через длительные промежутки времени, в течение которых успевали образоваться дельты рек, отразившиеся на рельефе прилегающей к Каспию равнины.

На дне современного Каспия сохранились следы старых русел—Уральская бороздина, пропилы Волги, Кумы и Терека, а следы вторичного углубления мангышлакских оврагов, низовьев р. Урала и Волги также говорят об имевшем место поднятии северных берегов Каспия в это время.

Затем воды моря отхлынули далеко на юг и снова возвратились. В то время уровень Каспия был на 14 м выше современного.

После длительной регрессии новое наступление моря сопровождалось поднятием уровня Каспия на 15 м против современного, после чего уровень его стал постепенно понижаться и дошел до современного состояния. Таковы главные этапы геологической истории Каспийского моря в последний (четвертичный) период жизни земли.

Чем же можно объяснить колебания уровня Каспийского моря в исторический период и даже, точнее, в течение последней тысячи лет?

Ученые, считающие недоказанными поднятия Каспия в этот период более чем на 4,5—5,5 м, объясняют их колебаниями в количестве воды, приносимой реками в Каспий.

Но есть ряд геологов, которые считают, что последнее поднятие уровня Каспийского моря на 15 м выше современного происходило в историческое время. Этим они объясняют и исторические сведения о затоплении побережья Каспия в XII веке.

Конечно, такое резкое изменение уровня моря не может быть объяснено климатическими причинами. Среднее годовое поднятие уровня в течение XII—XIII вв. составляло 23 см, и для объяснения его пришлось бы предположить существование в недавнем прошлом чрезвычайно резких изменений климата, чего не было на самом деле.

Сравнивая эпохи последовательной смены мокрых и сухих годов 35-летнего «брюкнеровского периода», для некоторых периодов мы не находим удовлетворительного соответствия с колебаниями уровня Каспийского моря.

Кроме того, изменения климата, вызывающие нарушение равновесия между притоком воды из рек и испарением ее с поверхности моря, должны были бы производить одновременные понижения или повышения уровня моря по всему побережью Каспия, чего не было в действительности. Наблюдения в Махач-Кале, Куули и Баку показывают, что уровень Каспия в этих трех пунктах в течение последних десятков лет менялся не одинаково. Для Махач-Калы и Куули, находящихся на противоположных берегах Каспия на расстоянии 740 км один от другого, установлена одновременность падений и повышений уровня воды. Район Баку, лежащий почти вдвое ближе от каждого из этих пунктов, имеет иногда другой ход изменений уровня моря. Это расхождение характера колебаний уровня Каспия также не позволяет считать основной причиной их изменения количества воды, приносимой реками в Каспий.

Объяснение колебаний уровня Каспия нужно искать в геологических процессах—вековых поднятиях и опусканиях земной коры.

Геологические причины могли вызвать колебания уровня в весьма широких пределах. Ими могут быть объяснены колебания как на очень большой, так и на ограниченной небольшими участками поверхности земли, а также одновременные, но разного характера изменения уровня в разных точках побережья.

Вертикальные перемещения земной коры на больших пространствах, доступные непосредственному наблюдению, давно уже отмечены в разных странах. Впервые они были замечены на Скандинавском полуострове, берега которого поднимаются на высоту около 1 м в 100 лет. Такие движения земной коры по вертикали называются вековыми колебаниями суши.

Поднятия одних глыб и опускания других могут происходить и на небольших участках земли независимо друг от друга. Это наблюдается, например, на острове Капри в Средиземном море и на Молукских островах. Скорость поднятий и опусканий различна, и, например, остров Пальмаролла (в Тиррентском море) в течение 70 лет поднялся на 64 м.

По современным представлениям материка—это огромные каменные глыбы, плавающие в слое более тяжелой базальтовой магмы. Нижняя часть их уходит далеко в глубь расплавленной, вязкой магмы, а меньшая—наши горы и равнины—поднимается на несколько десятков километров над ее поверхностью. Вытесняя своим весом магму, континентальные глыбы находятся в состоянии равновесия (изостазия), которое может быть нарушено в случае дополнительной нагрузки или разгрузки какой-либо из плавающих глыб. Такая нагрузка может происходить, например, вследствие накопления осадков, приносимых реками в море.

При сопоставлении наблюдений поднятий и опусканий частей земной коры установлено, что страны, окружающие северный полюс, медленно поднимаются, а широкая полоса к югу от них опускается.

В последнюю ледниковую эпоху, которая окончилась около 25 000—30 000 лет тому назад, северная часть Европы, Азии и Америки была покрыта мощными сплошными льдами. Толщина слоя льдов была более 2 км. Подобный ледяной покров мы наблюдаем теперь в Гренландии. Под тяжестью льдов материковые глыбы погрузились тогда глубже в вязкую магму. Когда же лед начал таять, материка стали всплывать. Это поднятие, конечно, происходило очень медленно. Оно продолжается и в наше время. При этом, конечно, поднятие одних глыб сопровождается опусканием других.

В некоторых случаях для медленных поднятий и опусканий поверхности земли установлена периодичность, укладывающаяся в рамки исторического времени. Так, например, близ г. Пуццуоли в Италии известны колонны древнего храма, просверленные на некоторой высоте морскими моллюсками—камнеточцами. Это говорит об опускании ниже уровня моря и последующем поднятии окрестностей Пуццуоли в течение 2000 лет, истекших со времени постройки храма.

Исторические сведения о поднятии берегов Каспия за последнюю тысячу лет можно было бы также объяснить подобными медленными колебаниями земной коры.

Другой причиной их могут быть горообразовательные процессы, происходящие в настоящее время на Кавказском перешейке. Молодой Кавказский хребет и его продолжение через Апшеронский полуостров до Красноводска продол-

жают подниматься; о сдвигах толщ земной коры вдоль хребта говорят частые землетрясения; эти сдвиги, несомненно, не ограничиваются Кавказским горным хребтом, а захватывают и побережье Каспия.

На фоне медленных поднятий и опусканий больших пространств в районе Баку могут происходить еще местные поднятия и опускания, связанные с деятельностью многочисленных грязевых вулканов. Древний грязевой вулкан на Биби-Эйбате, открытый в 1883 г., должен был оказывать влияние на состояние уровня моря в районе Баилова мыса.

Некоторые, сравнительно небольшие колебания уровня моря происходят, конечно, и от изменения количества осадков, выпадающих в бассейнах Волги, Эмбы и Урала.

Все эти разнообразные влияния действуют то в одну сторону, то в противоположных направлениях. В результате они дают наблюдаемую картину колебаний уровня моря, основной характер которых на протяжении сотен лет определяется поднятиями и опусканиями берегов моря.

Другое дело, если мы будем говорить о промежутках времени, измеряемых десятками тысячелетий. После окончания ледникового периода, когда север Европы и Азии освободился от огромной массы покрывавших эти страны льдов, количество осадков, конечно, постепенно уменьшалось, и этим явлением можно было бы объяснить снижение уровня Каспийского моря на 26—30 м в течение последних тысячелетий с ежегодным понижением на 3 см. Но на фоне этого медленного, постепенного снижения наблюдались, как мы видели, другие колебания уровня Каспия, которые нельзя объяснить периодическими изменениями количества осадков.

* *
*

Огромное озеро—Каспийское море—служит главным путем для вывоза нефти из Баку; половина всего количества рыбы в нашей стране вылавливается в водах Каспия и Волги, а залив Кара-богаз-гол на восточном берегу моря служит неисчерпаемым источником получения глауберовой соли. На промыслах и судоходстве по Каспийскому морю, конечно, должны отражаться колебания его уровня, которые уже давно известны жителям его побережья.

Резкое изменение уровня воды в Каспии, наблюдавшееся в текущем веке в 1910—1911 гг., повлекло за собой ряд осложнений для рыбной ловли и судоходства. Судьба портов и рыболовецких организаций на побережье Каспия будет зависеть от размеров, какие может принять изменение уровня моря в дальнейшем. А размеры его, конечно, зависят от причин, вызывающих это явление, и периодов, в течение которых оно происходит.

Волжско-морской канал в устье Волги приходится все время углублять и чистить землечерпалками, и падение уровня воды в Каспии имеет для поддержания в нем надлежащей глубины большое значение.

Если снижение уровня моря будет продолжаться, это грозит катастрофой для судоходства из Волги в Каспий и обратно.

Невольно возникает вопрос также о надежности прикаспийского побережья как основы для сооружений.

В прикаспийских районах намечено построить крупные тепловые и гидроэлектростанции. От нефтяных промыслов Баку должны протянуться новые линии нефтепроводов к портам Черного моря. Транспорт нефти по Каспийскому морю потребует новых портовых сооружений. Все эти сооружения рассчитываются на длинные сроки существования и требуют затраты очень больших средств. Строители совместно с геологами выясняют поэтому те сроки, в течение которых возводимым сооружениям не будет угрожать никакая опасность.

Поэтому имеют огромное значение дальнейшие наблюдения над уровнем Каспийского моря и нивелировки по его побережью, сравнение которых с прежними покажет изменение со временем относительной высоты различных точек берегов Каспийского моря.

Исследования отложений прикаспийских областей и установление периодов поднятий и опусканий суши позволяют также указать на новые площади, где можно ожидать находки соляных куполов и связанных с ними скопленений нефти и горючего газа.

У. ИЗ ПРОШЛОГО ЗЕМЛИ

«Следы на камне»

Среди пластов осадочных горных пород нередко встречаются раковины моллюсков, отпечатки рыб и окаменелые кости животных, живших во время отложения заключающих их осадков. По таким остаткам геологи устанавливают, какие из пластов отложились раньше и какие позднее, т. е. определяют геологический возраст пластов.

Отложения, в которых находятся лишь неясные отпечатки губок, водорослей и ракообразных животных, наиболее древни. Их называют протерозойскими. Под ними залегают архейские отложения, совсем не содержащие остатков органической жизни.

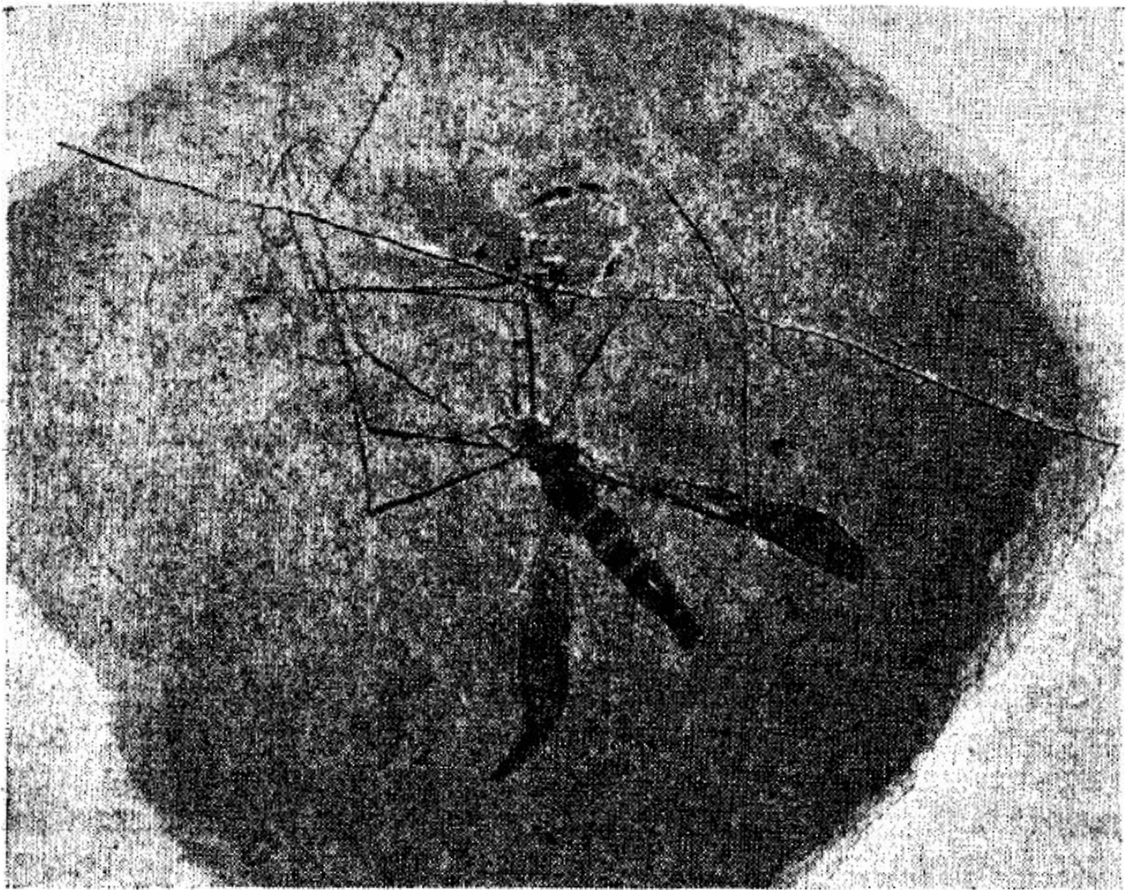
Протерозойские покрываются отложениями палеозойской эры, в продолжение которой чрезвычайно размножились ракообразные, моллюски и рыбы, а в конце ее развились земноводные животные и появились первые пресмыкающиеся.

Следующая—мезозойская—эра характеризуется развитием пресмыкающихся—ящеров, достигших огромных размеров. В конце мезозоя появляются птицы и млекопитающие, которые особенно сильно развиваются в следующую, современную нам, кайнозойскую эру существования Земли.

Длительность эр измеряется десятками и сотнями миллионов лет, и каждая из них разделяется на периоды, в течение которых отлагались пласты с остатками растений и животных определенных видов и семейств.

Остатки органической жизни—раковины и окаменелые кости—могли сохраниться только среди пластов горных пород, где они не подвергались разрушительному действию воздуха, воды и смены температур (выветривание) в течение длительных геологических периодов.

Но для того, чтобы могли образоваться и сохраниться



Комар-долгоножка из сланцев Кара-тау

отпечатки насекомых, живших десятки и сотни миллионов лет тому назад, нужны были особенно благоприятные условия. Для этого осадки, среди которых были похоронены трупы погибших насекомых, должны быть очень тонки и нежны, а процесс обволакивания их достаточно быстр.

Поэтому ископаемые насекомые встречались очень редко.

Так, например, в Азии они были известны в конце прошлого века лишь в немногих пунктах.

В последние два десятка лет на обширной территории нашей страны были найдены в разных местах замечательно хорошо сохранившиеся трупы насекомых и их отпечатки на поверхности слоев тонкозернистых сланцев.

В восточной части хребта Кара-тау (близ села Галкино), а через 2 года в Карабас-тау в районе Чимкента были найдены мощные отложения тонких сланцев с замечательными отпечатками и окаменелостями насекомых, живших

в начале юрского периода, т. е. около 100 млн. лет тому назад.

Значение отложений сланцев Кара-тау для изучения органической жизни прошлых геологических эпох так велико, что некоторые районы южного Кара-тау были объявлены палеонтологическим заповедником Союза, т. е. в них запрещено производить какие бы то ни было раскопки, земляные и горные работы без особого на это разрешения.

Остатки еще более древних насекомых, живших в пермский период существования земли, найдены в отложениях берегов р. Камы у Тихих гор и на Ива-горе по р. Сдяна в Архангельском крае.

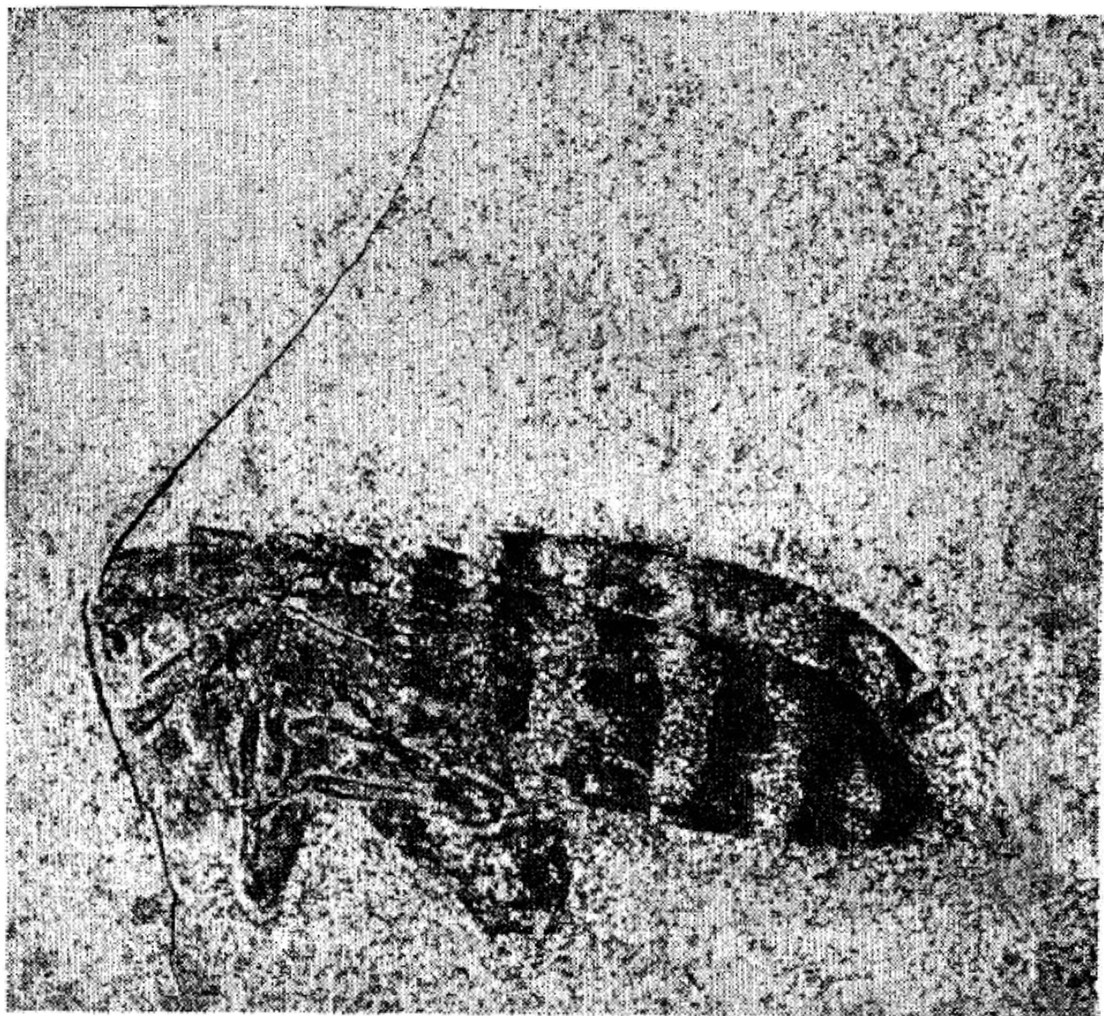
* *
*

Среди гор Кара-тау в южном Казахстане к северу и северо-востоку от нынешнего Чимкента в отдаленную геологическую эпоху существовало громадное озеро. Оно вытянулось длинной полосой с северо-запада на юго-восток, заполняя глубокую котловину, берега которой переходили постепенно в низкие горные цепи.

Многочисленные речки и ручьи приносили в озеро мелкий песок и ил, отлагавшиеся слоями на его дне. Более тяжелый песок отлагался в дельтах рек, постепенно сужая озеро, а мелкий ил с большой примесью частичек известняка уносился далеко в глубь озера. Там он осаждался на дно слоями будущих сланцев, которые через миллионы лет образовались из осадков. Эти сланцы разделяются на тончайшие листочки, напоминающие листы бумаги, на слоях которых можно прочесть одну из увлекательнейших историй о жизни Земли.

Как видно по отпечаткам и окаменелым остаткам, берега озера когда-то были покрыты густыми лесами голосемянных, хвощовых и папоротниковых древовидных растений. Во время сильных ветров большое количество летающих над озером комаров, стрекоз, цикад, жуков и разных других насекомых падало в воду и тонуло. Их трупы погружались на дно. Изредка в воду могли попасть трупы и летающих ящеров, обитавших в прибрежных лесах.

В воде озера сновали разнообразные рыбы, плавали брюхоногие, моллюски, водяные клопы и личинки разных

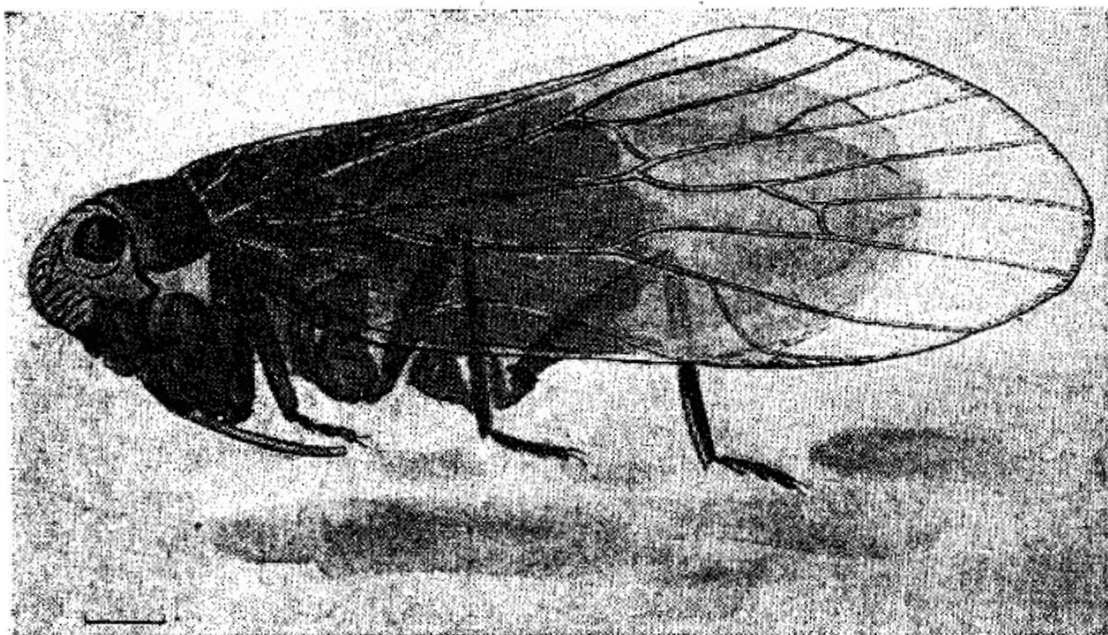


Отпечаток насекомого (прямокрылое) из сланцев Кара-тау

насекомых. Трупы погибших рыб, моллюсков и попавших в воду наземных животных и насекомых опускались глубоко на дно. Тонкий ил обволакивал их нежной пленкой, и они оставались похороненными в нем в течение длинных периодов существования Земли.

Проходили миллионы лет. Озеро постепенно завосилось песком и илом и мелело. Слои отложений становились толще и толще, пока на месте озера не образовалась равнина. А глубоко под поверхностью земли в слоях сланцев сохранялись пропитавшиеся растворами кремня окаменевшие остатки животных и растений.

Между тонкими слоями сланцев, как между мягкими листьями книги, прекрасно сохранились насекомые с их крыльями, тончайшими усиками и ножками и окраской крыльев.



Цикада из пермских отложений Северного края

Отпечатки и окаменелые остатки сохранились так хорошо, что мы можем под микроскопом изучать анатомию этих ископаемых насекомых.

Хотя с того времени, когда они жили, прошло много миллионов лет, они уже очень похожи на современных насекомых. Таковы, например, прямокрылые из сланцев Кара-тау, похожие на наших кузнечиков.

Очень многочисленны также отпечатки перепончатокрылых, двукрылых и сетчатокрылых. Из других насекомых много жуков и тараканов.

Все жуки, найденные в сланцах Кара-тау, принадлежат к тем же семействам, что и существующие в наше время. Так, например, в 1925 г. близ села Галкино был найден замечательно сохранившийся жук, очень похожий на некоторых жуков, живущих в настоящее время в южной Персии и Белуджистане.

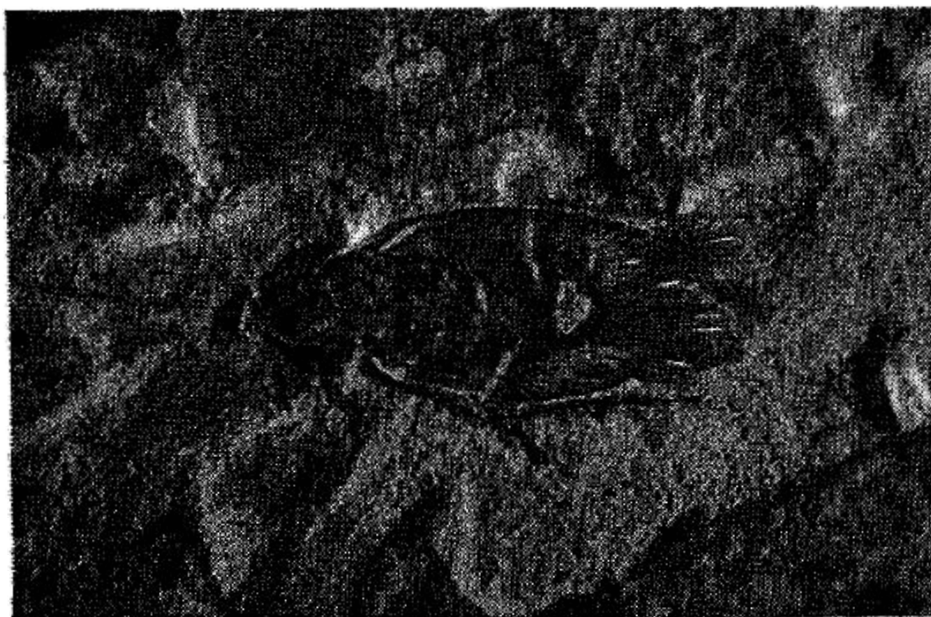
В отложениях Ива-горы, на р. Сояна и обнажениях Тихих гор Архангельского края найдены сетчатокрылые, жуки и тараканы. Хотя они более древни, чем ископаемые насекомые Кара-тау, но все же еще имеют сходство с современными представителями насекомых.

Мамонт

Не менее значительны находки в почвенных слоях районов вечной мерзлоты таких сохранившихся в замороженном состоянии, покрытых кожей и мясом, со всеми внутренностями животных, как мамонты и носороги. Так, на Нижнем Вилуе в 1771 г. в обвале берега реки показался наружу совершенно сохранившийся замерзший труп ископаемого носорога. Однако он не был изучен в таком состоянии и сгнил на месте.

В начале XIX в. в устье Лены также в обрыве берега, а в 1839 г. в береговом откосе озера западнее устья Енисея были обнаружены замерзшие трупы мамонтов. Но удаленность этих мест от городов, огромные размеры ископаемых животных и быстро наступающее на воздухе разложение замерзших трупов не позволили перевезти их в музеи в желательном сохранном виде. Попали в них лишь скелеты, обрывки толстой, покрытой длинной бурой шерстью кожи и куски ткани мышц.

Как велико количество растаскиваемых волками, лисицами и голодными собаками тунгузов сохранившихся от прошлой геологической эпохи мамонтов, можно судить по количеству поступавшей в прошлом веке из Сибири слоновой кости: только одним промышленником в 1821 г., по свидетельству известного путешественника прошлого



Таракан из пермских отложений Северного края

века Врангеля, было добыто на Ново-Сибирских островах 500 пудов слоновой кости, а каждый бивень мамонта весит только около 3 пудов.

В середине прошлого столетия географ А. Миддендорф также нашел сохранившийся скелет мамонта. Но в это время он сам находился в таком жалком состоянии, что не мог и думать о том, чтобы взяться за доставку его. Он взял лишь один коренной зуб, несколько ребер, кости таза и две кости бедра.

Животное лежало на боку и, повидимому, истлело на том месте, где был найден его скелет. Найденные в тех же слоях остатки стволов толстых деревьев доказывали, по мнению Миддендорфа, что мамонт был принесен вместе с деревьями весенними водами исчезнувшей реки и отложен в месте находки.

Осадки песка и ила покрыли труп и предохранили его от гниения; эти отложения сменяющих друга друга слоев глины и песка впоследствии постепенно увеличивались и достигли в толщину около 10 м.

На основании своих исследований Миддендорф считает, что мамонты жили в Сибири, имевшей такой же климат,



Чучело молодого самца мамонта, найденного в замороженном виде в грунте на р. Березовке (Колымский край)

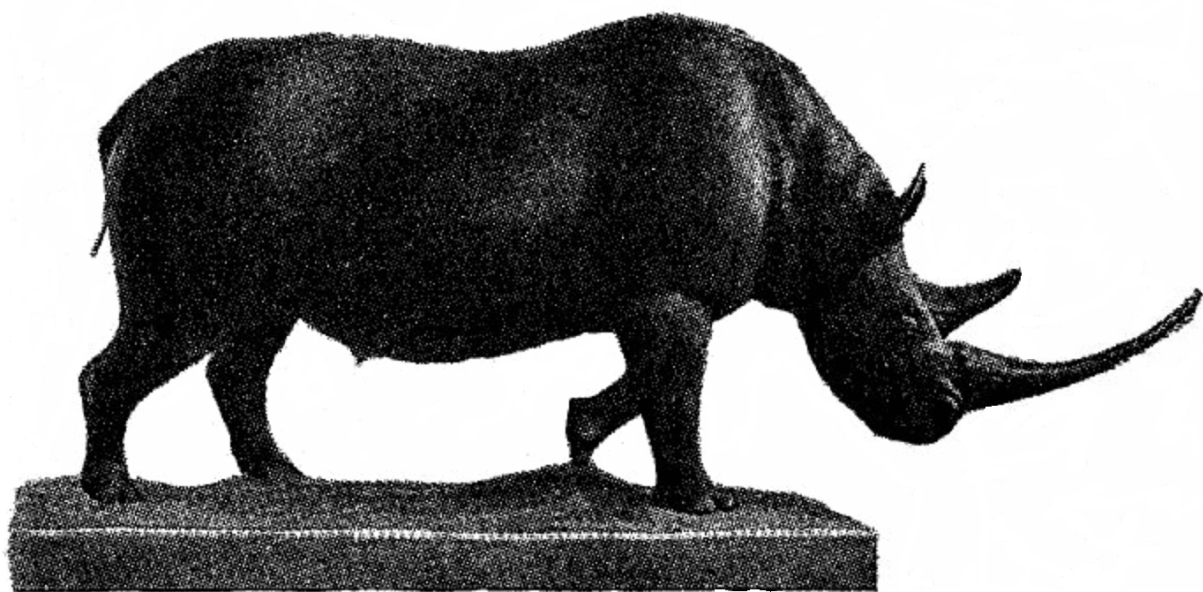
как и в наше время. Трупы зверей уносились половодьем на север к устьям рек и отлагались там вместе со скоплениями сплавного леса, покрываясь илом и песком. Так объяснял Миддендорф скопления остатков мамонта на Ново-Сибирских островах (особенно известны ими Ляховские острова) в устье Лены, Индигирки и других рек. Южнее, там, где они жили, изредка встречаются трупы мамонтов в стоячем положении. Они, повидимому, погибли, затонув в болоте, на дне которого были покрыты осадками и потому сохранились.

Судя по нахождению трупов в стоячем положении, северная граница обитания мамонтов не простиралась далее нынешнего Полярного круга.

В верхнем течении сибирских рек мамонты так же редки, как и в Европе.

Вместе с остатками мамонта встречаются также трупы и скелеты быка, близкого к мускусному, родственники которого водятся и в наше время.

Знаменитый английский геолог Ляйелль, опровергнувший ложные объяснения сторонников идеи, что будто бы на Земле происходили катастрофы, при которых погибало население целых стран, также объясняет естественными причинами нахождение огромного количества мамонтов и носорогов в Сибири.



Чучело ископаемого носорога, найденного в озокеритовых отложениях г. Галиции

Он считает, что в Средней Сибири в прошлую эпоху был умеренный климат, при котором существовала достаточная растительность для поддержания жизни этих гигантских травоядных животных. С наступлением лета они, подобно нынешнему мускусному быку арктических стран, могли передвигаться далее на север.

Во время громадных разливов сибирских рек трупы этих животных уносились еще далее на север, к устью их, и отлагались там в речных и прибрежных морских осадках. Они могли также вмерзать в лед и сохраняться среди отложений льда, так как на северной окраине Сибири лед представляет также одну из осадочных горных пород. Береговые утесы рек и озер на крайнем севере Сибири состоят из перемежающихся слоев земли и льда, а Миддендорф, производя бурение до глубин 20 м, под толстым слоем промерзшей почвы встречал горизонтальные слои прозрачного, чистого льда.

Еще позднее, в 1901 г., был найден на берегу р. Березовки (приток Колымы) очень хорошо сохранившийся труп молодого мамонта, чучело которого хранится в Музее Академии Наук. Он находился в толще льда, который образовался, повидимому, в тот же период, когда жил и мамонт. Масса льда, окружавшего труп, сохранила его в прекрасном виде, и только периодические оттаивания испортили верхнюю поверхность кожи. Очевидно, мамонт вначале был слегка прикрыт почвой, слой которой нагревался в течение лета, вызывая порчу кожи. Впоследствии отложения прикрыли его более толстым слоем и позволили трупу остаться в неиспорченном виде в течение десятка тысяч лет до момента, когда его нашли.

Редким экземпляром хорошо сохранившегося животного является ископаемый носорог, найденный в озокерите (горный воск) вблизи нефтеносных районов Галиции. Чучело этого носорога долго украшало частный музей одного польского магната. В настоящее время оно находится во Львове.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
I. Пустыни, тундры, ледники	7
Загадки Кара-кумов	—
Древнее русло — Узбой	31
Ледник-гигант	41
Тундры Сибири	56
II. Вулканы, магматические массивы, рудные жилы	69
Ключевская сопка	—
Хибинские Тундры	87
Тюя-муюн	102
III. Железные хребты	122
Курская магнитная аномалия	—
IV. Движения земной коры	140
Узел горных цепей Памира	—
Усойский завал	151
Кон-и-гут	165
Колебания уровня Каспия	171
V. Из прошлого Земли	182
«Следы на камне»	—
Мамонт	187

Редактор издательства А. М. Р и н б е р г. Подписано к печати 30.V. 1941 г.
РИСО № 1820—741. А-38652. Объем 12 печ. л., уч.-изд. 10,08 л. Тираж 10 000 экз.
Заказ № 113. Цена книги 3 р. 50 к.

3-я типография «Красный пролетарий» Огиза РСФСР треста «Полиграфкнига».
Москва, Краснопролетарская, 16.

Цена 3 р. 50 к.

29094

Ак Р

4587

8

13
15

52-53 г.

23