



Е. Л. КРИНОВ

**ЖЕЛЕЗНЫЙ
ДОЖДЬ**

Е. Л. КРИНОВ

ЖЕЛЕЗНЫЙ ДОЖДЬ



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
1981

22.655

К 82

УДК 552.61

Кринов Е. Л.

К82 Железный дождь.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.— 192 с., ил.: 30 к.

12 февраля 1947 г. в западных отрогах Сихота-Алиня упал огромный метеорит. Раздробившись во время движения в атмосфере на многочисленные осколки, он рассеялся железным дождем. Крупные обломки образовали свыше сотни кратеров и воронок. Огромная общая масса и многие другие особенности делают падение Сихота-Алинского метеорита событием уникальным.

В книге рассказывается о явлениях, сопровождавших падение метеоритного дождя, о проведенных экспедициях, большинством которых руководил автор книги, о результатах изучения обстановки падения, о структуре, морфологических и физических свойствах частей метеоритного дождя.

Для преподавателей, лекторов, студентов естественных факультетов, учащихся старших классов и широкого круга лиц, интересующихся явлениями природы.

К 20604 — 018 187-81. 1705050000
053(02)-81

ББК 22.655

526

К 20604 — 018 187-81. 1705050000
053(02)-81

© Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1981.

ОТ АВТОРА

Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь, выпавший в Приморском крае Советского Союза утром 12 февраля 1947 г., представляет собой уникальное явление природы. Такие падения происходят не чаще, чем раз в несколько столетий. Поэтому начатое Комитетом по метеоритам Академии наук СССР изучение обстановки падения и сбор метеоритного дождя вскоре после его падения продолжается и по настоящее время: так многообразен и велик объем работ. В 1947—1950 гг. были проведены первые четыре экспедиции. Потом наступил семнадцатилетний перерыв в экспедиционных работах, в течение которого производилась обработка собранных научных материалов, в том числе изучение метеоритного вещества общей массой около 23 т и образцов грунта с распыленным метеоритным веществом общим числом несколько сотен.

Обработка собранных материалов позволила в общих чертах исследовать явление падения метеоритного дождя. Результаты обработки были опубликованы в коллективной двухтомной монографии «Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь», первый том которой был издан в 1959 г., а второй — в 1963 г.

Однако некоторые детали явления оказались недостаточно исследованными или даже совсем не изученными. Не были собраны в достаточном количестве мелкие индивидуальные экземпляры, образцы грунтов, способные обеспечить выделение и изучение распыленного метеоритного вещества, не была изучена структура кратеров и воронок и т. д. Поэтому с 1967 по 1975 гг. Комитетом по метеоритам было проведено еще девять экспедиций, а в 1977 и 1978 гг. две небольшие экспедиции.

Об изучении обстановки падения, сборе и исследовании выпавшего метеоритного вещества — железного дождя и рассказывается в этой книге.

Автор считает себя обязанным выразить глубокую благодарность за отличную работу, выполнявшуюся в трудных условиях тайги, и за постоянную помощь старшему научному сотруднику В. И. Цветкову, старшему научному сотруднику А. О. Аалое и старшему лаборанту Е. И. Малинкину.

Автор выражает также свою благодарность всем тем многочисленным участникам экспедиций, которые своим добросовестным трудом способствовали выполнению поставленных научно-исследовательских задач.

Е. Л. Кринов

ГЛАВА I

МЕТЕОРИТЫ — ВЕСТНИКИ КОСМОСА

С неба упала звезда,
Видишь, летит над тобой!
Друг мой, она никогда
Не была там звездой.
Слушай небесную быль,
Тайну далеких миров —
Это межзвездная пыль,
Иней кометных паров.

Николай Морозов
«Звездные песни»

Ежегодно из межпланетного пространства на весь земной шар падает множество, может быть, сотни или даже тысячи, метеоритов — железных или каменистых обломков небесных тел [1—3].

До недавнего времени метеориты представляли собой единственное космическое вещество, поступающее на Землю из межпланетного пространства и доступное для непосредственного изучения современными методами при помощи точнейшей аппаратуры. И только после того как были доставлены образцы лунного грунта, метеориты перестали быть единственными представителями внеземного вещества. Нужно, впрочем, иметь в виду, что метеориты приходят к нам из чрезвычайно удаленных областей Солнечной системы; в сказанном состоит одно из преимуществ метеоритов по сравнению с образцами лунного грунта.

Метеориты падают всегда неожиданно, и нельзя заранее предсказать, где и когда упадет метеорит. Они падают в любое время суток и года и в любом месте земного шара. Падения метеоритов сопровождаются эффектными световыми, звуковыми и даже механиче-

скими явлениями. Так, ночью, при безоблачном небе наблюдается стремительно несущийся по небесному своду огненный шар, называемый болидом (от греческого слова «болидос», означающего метательное копьё). За болидом тянется огненный хвост и сыплются искры. Очень часто во время движения, а особенно в конце его, перед исчезновением, болид распадается на части и рассыпает каскад искр. Видимый поперечник болида может достигать и даже превосходить видимый диаметр полной Луны или Солнца. В тех случаях, когда очевидец заметил болид в самый момент его появления, последний имеет вид яркой звезды. Но уже через секунду эта «звезда» превращается в огненный шар.

Весь полет болида по небесному своду длится несколько секунд и исчезает он обычно мгновенно. В ночное время болид ярко освещает местность как бы мигающим, неровным светом на десятки и сотни километров вокруг. После исчезновения болида все снова погружается в ночной мрак.

Очень яркие болиды бывают видны даже днем при полном солнечном освещении; тогда помимо солнечных теней появляются вторичные быстро поворачивающиеся вслед за болидом тени от предметов.

За болидом вдоль его траектории на небесном своде остается след, состоящий из двух частей разной природы. Верхняя часть следа, наблюдаемая при ночном появлении болида, представляет собой слабое свечение ионизованных молекул воздуха, не видимое при дневных появлениях болидов. Нижняя же часть следа, значительно более мощная и напоминающая струи, остающиеся позади высоко пролетающих самолетов, видна только в дневное время (рис. 1); это так называемый пылевой след. Он состоит из мельчайших частиц — продуктов разрушения метеорного тела, происходящего во время его движения в атмосфере с космической скоростью. Особенно эффектные пылевые следы наблюдаются у вечерних и утренних болидов, проносящихся на фоне зари. Будучи освещены лучами заходящего или восходящего Солнца, пылевые следы становятся ярко окрашенными в оранжево-пурпурные тона. Красноватую окраску след принимает и тогда, когда сквозь него проходят лучи Солнца. Наоборот, отражая солнечные лучи днем, след становится

сероватым, иногда довольно темным. В нижней его части обычно наблюдается бросающееся в глаза сгущение — темное облачко.

Хотя полет болида длится лишь несколько секунд, пылевой след обычно виден в течение десятков минут

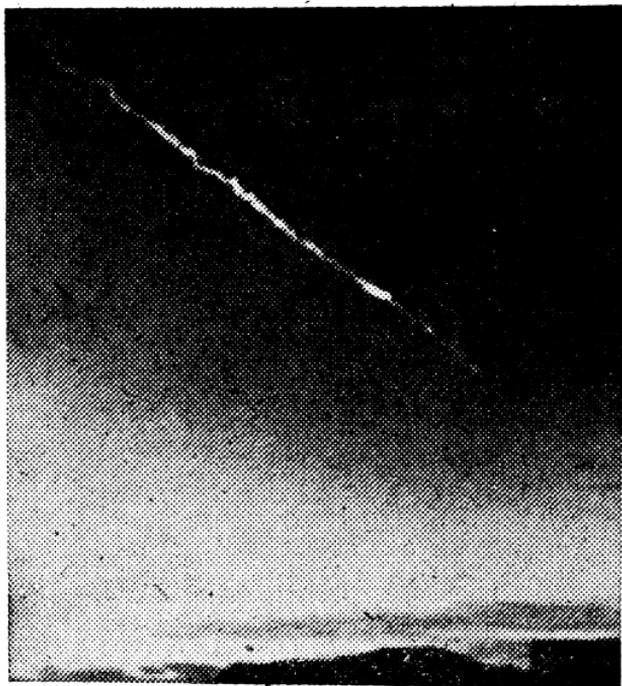


Рис. 1. Пылевой след болида, сфотографированный на Чукотке 19 октября 1941 г. Д. Дебабовым.

и даже нескольких часов. Вначале след имеет вид длинной и прямой полосы, простирающейся вдоль видимой траектории болида. В пунктах, расположенных вблизи и в самой плоскости этой траектории, след виден в первый момент в виде столба. Вскоре после исчезновения болида пылевой след под влиянием воздушных течений в стратосфере, направленных на разных высотах в разные стороны и имеющих разные скорости, начинает искривляться, принимая характерную зигзагообразную форму (рис. 2). Одновременно он медленно, но заметным образом смещается по небу в ту или иную сторону и исчезает, постепенно разрываясь на клочья.

Через несколько минут после исчезновения болида до слуха очевидцев доносятся резкие отрывистые уда-

ры, напоминающие взрывы или орудийные выстрелы. Вслед за ударами раздается громopodobный грохот, а затем слышится постепейно затихающий гул.

Нередко, особенно при полете ярких и крупных болидов, дребезжат и даже раскалываются стекла в окнах, распахиваются двери, висячие предметы качаются и бывает заметно сотрясение грунта и построек.



Рис. 2. Тот же след, сфотографированный спустя приблизительно полчасы после появления болида.

В межпланетном пространстве в огромном количестве движутся железные и каменные обломки самых разнообразных размеров — от мелких пылинок до глыб во много десятков и сотен метров поперечником. Эти пылинки и глыбы называются соответственно метеорными частицами и метеорными телами [4]. Они движутся вокруг Солнца подобно планетам и преимущественно в прямом направлении, т. е. в том же направлении, в каком движется и наша Земля. Поэтому они встречаются с Землей либо догоняя ее, либо Земля сама догоняет их. В то же время подавляющее большинство метеорных тел движется между орбитами Марса и Юпитера, т. е. там, где движутся и малые

планеты, или астероиды, образующие так называемый «пояс астероидов».

Таким образом, метеориты являются не разрушившимися полностью во время движения в атмосфере остатками метеорных тел. Последние же в свою очередь представляют собой обломки астероидов.

Наибольшую скорость влета в земную атмосферу имеют, естественно, встречные метеорные тела или частицы, а наименьшую — догоняющие Землю или догоняемые Землей. Легко понять, что в первом случае скорость влета частицы или тела относительно Земли складывается со скоростью движения Земли, а во втором она равна разности между ними.

Скорость влета метеорной частицы или тела в атмосферу увеличивается за счет притяжения Земли. Минимальная скорость догоняющей или догоняемой частицы или тела относительно Земли, т. е. геоцентрическая скорость, равна 11,2 км/с, а у встречных тел она может достигать 72 км/с. Такой огромной скоростью и обусловлено возникновение всех тех явлений, которые сопровождают движение метеорного тела в земной атмосфере и описаны выше.

Когда в атмосферу из межпланетного пространства влетает метеорная частица массой в доли грамма, мы наблюдаем так называемую «падающую звезду», или метеор. Но при вторжении в атмосферу более крупного метеорного тела, массой в сотни граммов или килограммов, на небе появляется огненный шар — болид. Чем больше скорость влета в атмосферу и чем крупнее метеорное тело, тем интенсивнее те явления, которые сопровождают болид.

Явление метеора или болида, т. е. свечение вторгающихся в атмосферу метеорных частиц или тел возникает вследствие нагревания последних в атмосфере в результате сопротивления воздуха. При этом мелкие метеорные частицы полностью разрушаются в атмосфере.

Во время движения в атмосфере с космической скоростью поверхность метеорного тела нагревается до нескольких тысяч градусов. Вещество на его поверхности непрерывно расплавляется, а частично испаряется. Расплавленное вещество немедленно срывается потоками воздуха и разбрызгивается на мельчайшие капельки. Эти капельки тотчас же затвердевают, пре-

вращаясь в микроскопические шарики и другие сферидальные частицы. Из таких частиц — шариков и состоит тот пылевой след болида, который наблюдается при дневных болидах вдоль их траектории.

Метеорное тело нагревается до появления свечения (болида) обычно на высоте около 100—120 км над земной поверхностью. Когда метеорное тело проникает в атмосферу до высот 60—80 км, что происходит через 1—2 с после появления болида, нарастающее перед ним уплотнение воздуха создает вокруг метеорного тела ударную волну, подобную волнам, возникающим вокруг каждого твердого тела, движущегося в атмосфере со сверхзвуковой скоростью. Такие ударные волны образуются, например, вокруг пули или снаряда. Ударная волна вызывает звуковые явления: удары, грохот, гул, а также производит механические действия, о которых мы уже говорили.

Испытывая непрерывное торможение, резко нарастающее в нижних более плотных слоях атмосферы, метеорное тело на высоте 10—20 км практически полностью затормаживается. Этот участок траектории называется областью задержки [4]. В области задержки прекращается нагревание метеорного тела и болид исчезает. Задержавшийся же на поверхности метеорного тела тонкий подплавленный слой затвердевает и образует тонкую оболочку, называемую корой плавления и имеющую толщину 0,1—1,0 мм. Уцелевший от полного разрушения остаток метеорного тела, покрытый корой плавления, пройдя область задержки, падает на поверхность Земли под действием силы тяжести. Этот упавший на Землю остаток и называется метеоритом (рис. 3). В области задержки первоначальное направление движения метеорного тела — метеорита — резко изменяется и становится почти вертикальным. Упавший на Землю метеорит получает название населенного пункта или другого географического объекта, ближайшего к месту падения.

Из-за своей угловатой первоначальной формы метеорные тела, как правило, «кувыркаются» во время движения в атмосфере. В результате происходят резкие изменения режима обтекания метеорного тела ударной волной, приводящие к изменению давления воздуха на разные его части. В нижних слоях атмосферы давление быстро возрастает до значительной

величины. Например, на высоте 15 км для метеорных тел, движущихся со скоростью около 10 км/с, давление достигает 100 кгс/см^2 [5].

Вследствие давления воздуха и особенно вследствие резких изменений режима давления метеорные

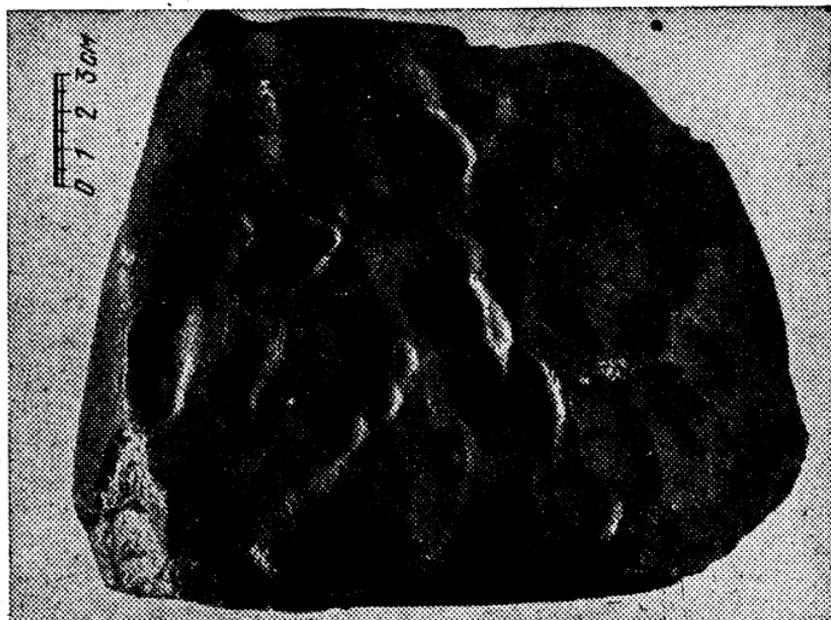


Рис. 3. Типичный каменный метеорит Венгеро, выпавший в Новосибирской области 11 октября 1950 г. и имеющий массу около 10 кг.

тела дробятся в атмосфере. Поэтому, как правило, каждый раз падает не один метеорит, а группа метеоритов, или так называемый метеоритный дождь, после которого собирают десятки, сотни и даже тысячи метеоритов [6].

После области задержки метеориты в первый момент падают с некоторым ускорением. Затем, под влиянием сопротивления воздуха, устанавливается постоянная скорость, тем большая, чем большую массу имеет метеорит и чем более обтекаема его форма. Эта скорость колеблется от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров в секунду.

При падении на грунт метеориты массой в десятки и сотни килограммов образуют ямы размером, приблизительно равным размеру метеорита. Более мелкие

метеориты, массой в килограммы и меньше, выбивают в почве лишь небольшие лунки или даже остаются на поверхности грунта. Только в редких случаях метеориты проникают в грунт на более или менее значительную глубину, измеряемую метрами.

Падение метеоритов после области задержки сопровождается свистящими или жужжащими звуками, сравнимыми со звуками, создаваемыми падающими авиабомбами. Эти звуки возникают вследствие завихрений воздуха около падающих метеоритов, обычно имеющих угловатые формы, нередко с выступами, глубокими зазорами и т. д.

Метеоритные дожди рассеиваются по поверхности грунта на участке, имеющем примерно эллиптическую форму. Поэтому площадь, на которой вынадеет метеоритный дождь, называется эллипсом рассеяния [4]. В эллипсе рассеяния отдельные метеориты, называемые индивидуальными экземплярами, распределяются обычно в определенном порядке. В переднем относительно направления траектории метеорного тела участке эллипса, в так называемой головной части, выпадают самые крупные экземпляры, а в противоположном участке, называемом тыловой частью, — самые мелкие. В средней части эллипса выпадают экземпляры промежуточного размера. Такое распределение индивидуальных экземпляров в эллипсе рассеяния объясняется тем, что отделяющиеся в результате дробления более крупные обломки метеорного тела дольше сохраняют космическую скорость и, следовательно, совершают больший путь. Поэтому они падают в более далекой, передней части эллипса рассеяния. Наоборот, более мелкие экземпляры скорее потеряют космическую скорость, проделают более короткий путь до своей области задержки и, значит, упадут в тыловой, более близкой части эллипса. На практике, однако, часто наблюдается некоторое нарушение указанной закономерности. Объясняется это главным образом повторными, иногда многократными дроблениями более крупных обломков метеорного тела, а также вследствие сноса в сторону под влиянием ветра некоторых уплощенных по форме индивидуальных экземпляров.

Итак, при движении через атмосферу с космической скоростью метеорные тела подвергаются двум

главным формам разрушения: абляции (расплавлению и испарению) и дроблению.

Уже давно было установлено, что метеориты достигают грунта теплыми или горячими, но отнюдь не раскаленными, как часто думают. На это указывают многочисленные случаи, когда очевидцы, непосредственно наблюдавшие падение метеоритов, тотчас поднимали их с земли. Относительно невысокая температура падающих метеоритов объясняется тем, что метеорные тела проносятся через атмосферу с космической скоростью и, следовательно, нагреваются только в течение нескольких секунд. За такой короткий срок метеорное тело или его обломки успевают нагреться только с поверхности. Как показывают исследования метеоритов, зона нагревания составляет лишь несколько миллиметров у каменных метеоритов и до сантиметра (или немного больше) — у железных. Внутри же метеорита температура во время его движения в атмосфере остается такой, какую имело метеорное тело в межпланетном пространстве.

В исключительных случаях, а именно, когда метеорное тело имеет огромную начальную массу, достигающую десятков и сотен тысяч тонн, область задержки его оказывается расположенной ниже поверхности Земли. Иными словами, остаток метеорного тела, пройдя всю толщу земной атмосферы, ударяется о грунт с космической скоростью. Конечно, скорость его удара вследствие торможения в атмосфере будет значительно меньше начальной скорости. Однако она может оказаться достаточной, чтобы при ударе метеорита о грунт за счет его кинетической энергии выделилось значительное количество тепловой энергии и часть вещества метеорита превратилась в сильно нагретый сжатый газ. В результате произойдет взрыв метеорита и части грунта на месте удара, где образуется округлое углубление, называемое метеоритным кратером [7].

При падении кратерообразующих метеоритов могут образовываться кратеры двух основных типов. Один тип — кратеры, возникшие при падении метеоритов относительно небольших размеров и с относительно небольшими скоростями ударов, не превышающими 1—2 км/с. Такие метеориты при ударе разрушают грунт механически и образуют в нем сравнительно небольшие углубления — кратеры. В то же время и сами

метеориты раскалываются при ударе о грунт на тем большее число осколков меньших размеров, чем крупнее метеорит и чем больше была его скорость при ударе. Характерным признаком таких кратеров, образующихся механическим путем, называемых ударными, является прежде всего относительно небольшой их размер. Диаметр кратера обычно не превосходит нескольких десятков метров. Вторая характерная особенность ударных кратеров — более или менее значительное количество находящихся в них метеоритных осколков, образовавшихся при расколе метеорита в момент его удара о грунт. При ударе и расколе метеорита его осколки вместе с раздробленным материалом грунта, а также с осколками скальных пород, выбрасываются из образовавшегося кратера. Часть этого материала рассеивается вокруг кратера, а часть снова падает в кратер. В результате метеоритные осколки, перемешанные с разрыхленным материалом грунта, образуют слой, выстилающий внутренние склоны кратера. Третья характерная особенность ударных кратеров — наличие метеоритной пыли (в относительно недавно образованных кратерах). Эта пыль находится в разрыхленном материале грунта, заполняющем кратер. Она может быть обнаружена в грунте и в окрестностях кратера при погружении магнита в разрыхленный материал.

Другой тип метеоритных кратеров — взрывные кратеры, т. е. такие, которые образуются в результате взрыва метеорита. Основная масса метеорита при взрыве обращается в пар, а в твердом виде сохраняются лишь незначительные осколки, которые рассеиваются вокруг кратера. Поэтому одной из основных особенностей взрывных кратеров является почти полное отсутствие в них метеоритных осколков. Можно обнаружить лишь одиночные мелкие осколки. Нет во взрывных кратерах и метеоритной пыли. Другая характерная особенность взрывных кратеров — их большая величина. Диаметры взрывных кратеров составляют по меньшей мере сотню метров. Третью характерную особенность взрывных кратеров представляет их строение. Вал взрывного кратера обычно сложен из пластов коренных скальных пород, приподнятых взрывной волной радиально по отношению к центру кратера. Еще одной особенностью взрывных кратеров является присутствие

в них кусков сплавленных горных пород, так называемых импактитов, а также наличие конусов разрушения. Последние представляют собой своеобразную радиальную структуру, сходящуюся на конус и наблюдаемую на осколках скальных пород. Размеры конусов разрушения колеблются от нескольких сантиметров до нескольких метров [7]. Наконец, в обломках скальных пород, рассеянных внутри и на валу взрывного кратера, обнаруживаются микроскопические включения особых более плотных модификаций кварца, минералов коисита и стицверита (стишовита).

Метеоритные кратеры на земной поверхности располагаются обычно группами. Одиночные кратеры встречаются редко. Это означает, что и гигантские кратерообразующие метеорные тела дробятся во время движения в атмосфере. Поэтому они выпадают в виде метеоритных дождей. Как правило, в каждой отдельной группе кратеров имеется один или несколько более крупных, которые выделяются среди других своими размерами. Строение и характерные особенности этих кратеров указывают на то, что они являются взрывными, а остальные, значительно более мелкие, — ударными. Встречаются группы кратеров, состоящие только из одних ударных.

Почти все метеориты, не расколотые людьми и покрытые корой плавления, имеют своеобразные округлые или немного вытянутые (овальные или миндалевидные), или, наконец, полигональные ямки, поперечником от долей сантиметра до нескольких сантиметров (в зависимости от размера метеорита) [8]. Эти ямки, называемые регмаглиптами (от греческих слов «регма» — трещина, царапина, рана и «глиптос» — вырезанный, изваянный в камне), напоминают отпечатки пальцев на мягкой глине или пластилине (см. рис. 3). Регмаглипты образуются в результате сверлящего действия воздуха (турбулентных потоков) на поверхность стремительно несущегося метеорного тела или его обломков.

Свежий излом каменных метеоритов обычно имеет пепельно-серый цвет (слева внизу на рис. 3), причем на изломе часто видны многочисленные мелкие блестящие, более или менее равномерно рассеянные по всей массе метеорита. Они представляют собой мельчайшие включения никелистого железа — сплава железа с ни-

кедем. Часто в каменных метеоритах встречаются рас-сеянные включения минералов троилита — химическо-го соединения железа с серой, и шрейберзита — хими-ческого соединения железа с фосфором. Троилит имеет желтоватый (томпаковый) цвет, а шрейберзит — беле-соватый. Нередко включения троилита и шрейберзита достигают крупных размеров поперечником в несколь-ко сантиметров. Несведущие люди иногда принимают троилит за золото и, пытаясь извлечь его из метеори-та, разрушают последний.

Все метеориты подразделяются на три главных класса: железные, железокаменные и каменные. Каж-дый класс в свою очередь подразделяется на типы. Наиболее редко встречаются железокаменные метеори-ты: они падают раз в семьдесят реже, чем каменные.

Железные метеориты подразделяются по своей структуре на три типа: гексаэдриты, октаэдриты и ата-кситы. Гексаэдриты падают очень редко. Они пред-ставляют собой монокристаллы никелистого железа. Если протравить отполированную поверхность распила гексаэдрита, то на протравленной поверхности появит-ся несколько пересекающихся систем тонких линий, называемых неймановыми, которые параллельны меж-ду собой в каждой системе (рис. 4). Каждый гексаэдрит представляет собой монокристалл, имеющий форму куба, который по-гречески называется гексаэдром (ше-стигранником).

Наиболее распространены железные метеориты — октаэдриты (октаэдр — восьмигранник). Они обладают замечательной особенностью: отполированные поверх-ности таких метеоритов приобретают зеркальный блеск, но если протравить такую поверхность слабым раствором какой-либо кислоты, например, азотной, то на поверхности появится своеобразный рисунок, состоя-щий из переплетающихся между собой полосок, так называемых балок, окаймленных тонкими лентами. Этот рисунок называется видманштеггеновыми фигура-ми (рис. 5). Видманштеггеновы фигуры появляются вследствие неодинакового действия раствора кислоты на разные участки полированной поверхности метеори-та. Дело в том, что балки состоят из сплава железа с небольшим количеством никеля (около 6—7%), на-зываемого камаситом, который легко поддается дейст-вию кислоты. Поэтому протравленные поверхности

балок становятся матовыми. Наоборот, тонкие ленты, окаймляющие балки, состоят из другого сплава, называемого тэнитом; тэнит содержит значительное количество никеля (от 25% и больше). Благодаря высокому содержанию никеля тэнит очень стоек к действию

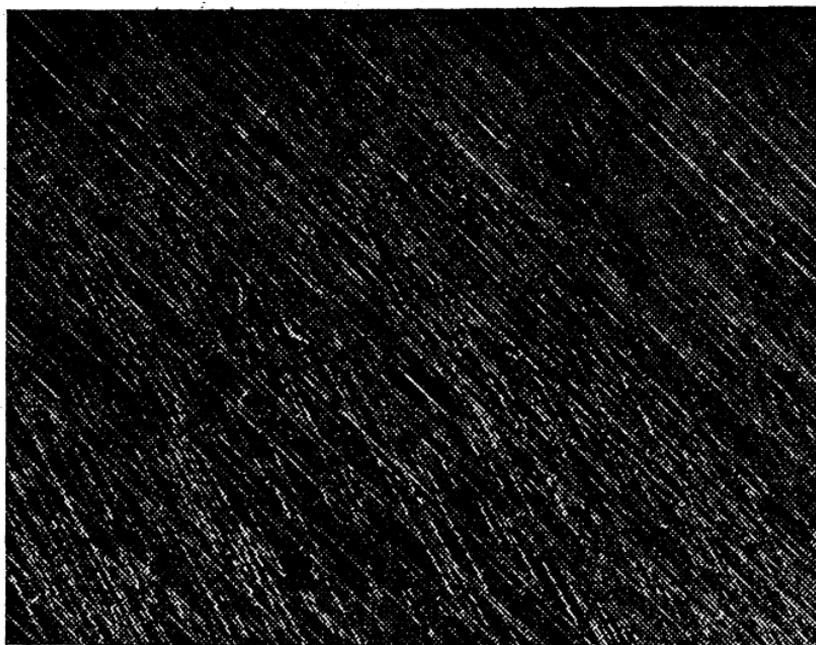


Рис. 4. Неймановы линии на протравленной поверхности распила железного метеорита (гексаэдрита) Богуславка, выпавшего на Дальнем Востоке 18 октября 1916 г. Увеличение около 5 раз.

кислот и не поддается травлению. Поэтому поверхности тэнитовых лент остаются такими же блестящими, как и до травления.

Гексаэдриты почти целиком состоят из камасита, и на их протравленных поверхностях не появляются видманштеттеновы фигуры, а только неймановы линии, связанные с кристаллической структурой камасита. Изучение видманштеттеновой структуры показало, что балки камасита в октаэдрите расположены параллельно плоскостям восьмигранника. Различаются октаэдриты с крупными, средними и тонкими балками, причем размер последних зависит, главным образом, от количества никеля в метеорите: чем больше содержание никеля, тем тоньше камаситовые балки.

Атакситы — малочисленная группа железных метеоритов, их название означает «лишенные порядка». Они состоят из мелкозернистой смеси камасита и тэнита, называемой плесситом. Плессит встречается и в октаэдриках в виде отдельных участков — полей.



Рис. 5. Видманштеттеновы фигуры на програвленной поверхности распила железного метеорита (октаэдрика).

Железокаменные метеориты подразделяются на две главные группы: мезосидериты и палласиты. В отличие от каменных метеоритов, они содержат значительное количество никелистого железа, достигающего приблизительно половины всей массы метеорита. Своеобразную структуру имеют палласиты. Палласит представляет собой как бы железную губку, пустоты которой заполнены стекловидным минералом желто-зеленого цвета — оливином. Отдельные кристаллы оливина иногда имеют поперечник более сантиметра.

Детальное изучение микроструктуры каменных метеоритов показало, что они разделяются на два главных типа. Метеориты одного типа, значительно более

многочисленные, имеют очень своеобразную структуру, совершенно не похожую на структуру земных горных пород. Главное их отличие состоит в том, что они содержат рассеянные по всей мелкозернистой массе шарики, называемые хондрами, от греческого слова «хондрос» — зерно. Размеры хондр колеблются от микроскопических до величины горошин (рис. 6). Метеориты,

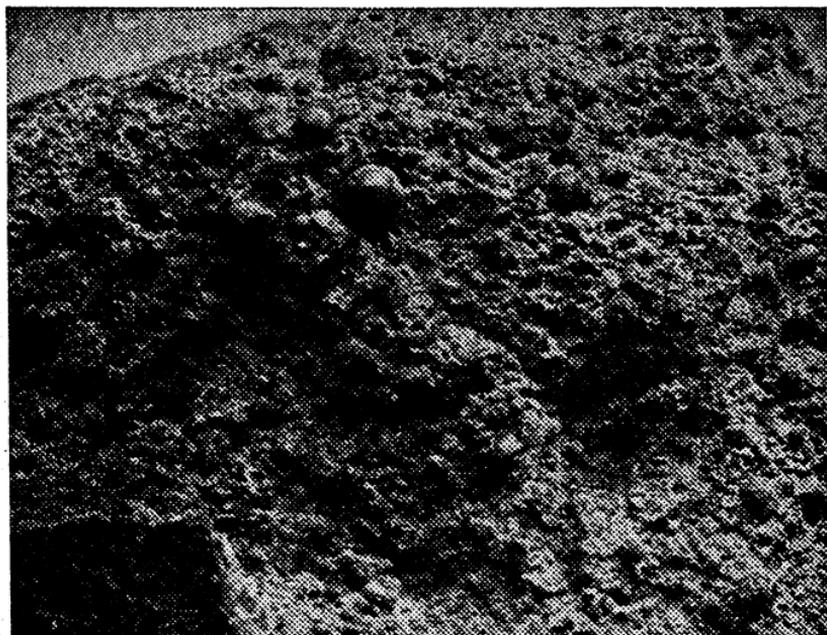


Рис. 6. Хондритовая структура, наблюдающаяся на поверхности раскола каменного метеорита (хондрита) Саратов, упавшего в Саратовской области 9 октября 1918 г. Увеличение около 5 раз.

содержащие хондры, называются хондритами. В земных горных породах хондры совершенно не встречаются. Поэтому наличие в образце хондр служит надежным признаком того, что этот образец является каменным метеоритом — хондритом. Вопрос о том, при каких условиях образовались хондры, пока остается нерешенным. Возможно, что они представляют собой застывшие брызги расплавленного при высокой температуре вещества. Каждая хондра имеет своеобразную внутреннюю структуру. Обычно хондры состоят из того же вещества, из которого сложена и вся основная масса метеорита.

Другая, значительно более редкая, группа каменных метеоритов отличается полным отсутствием хондр, и поэтому такие метеориты называются ахондритами. Они состоят из отдельных обломков разных минералов, сцементированных в общую мелкозернистую массу. В зависимости от химического и минерального состава метеориты этой группы подразделяются на ряд подтипов.

Многочисленные химические анализы метеоритов показали, что все они состоят из тех же химических элементов, что и земные объекты. Никаких новых химических элементов в них не обнаружено. В табл. 1 приведен средний химический состав метеоритов разных классов [9].

Т а б л и ц а 1. Средний химический состав метеоритов (в масс. %)

Элементы	Классы метеоритов		
	железные	железосаженные	каменные
Железо	89,70	49,50	25,60
Никель	9,10	5,00	1,10
Кобальт	0,62	0,25	0,14
Медь	0,04	—	0,01
Фосфор	0,18	—	0,10
Сера	0,08	—	1,89
Углерод	0,12	—	0,16
Кислород	—	21,30	36,30
Магний	—	14,20	14,30
Кремний	—	9,75	18,00
Натрий	—	—	0,30
Алюминий	—	—	0,76
Кальций	—	—	1,30
Калий	—	—	0,07
Марганец	—	—	0,18
Хром	—	—	0,14

Как мы видим, наиболее распространены в метеоритах следующие восемь элементов: железо, никель, сера, магний, кремний, алюминий, кальций и кислород. Последний присутствует в виде соединений с другими элементами. Все другие элементы, не указанные в таблице, были обнаружены в метеоритах в ничтожно малых количествах. Чрезвычайно мало в метеоритах и драгоценных металлов. Так, в 1 т вещества желез-

ного метеорита содержится в среднем до 0,1 г серебра, 1 г золота и 1 г платины. В некоторых метеоритах были обнаружены микроскопические зерна алмаза, не представляющие собой ни ювелирной, ни технической ценности.

Статистика падений метеоритов показывает, что чаще всего, как было сказано, падают каменные метеориты; при случайных же находках давно выпавших метеоритов последние оказываются железными. Это объясняется тем, что каменные метеориты быстро разрушаются после падения, тогда как железные тысячами летиями могут сохраняться в грунте.

Изучение минерального состава метеоритов показало, что, кроме многих обычных и известных минералов, в них содержится целый ряд новых, не обнаруженных на Земле минералов. Обычно эти новые минералы называют по имени того или иного исследователя метеоритов. Так, известны минералы: найинджерит, панетит, меррихьюит, барринджерит, криновит и др.

Характерен для метеоритов минерал лавренсит, не известный на Земле, но он присутствует в них в незначительных количествах. Минерал представляет собой хлористое железо, которое быстро бурет на воздухе, становится землистым, превращаясь вследствие соединения с кислородом воздуха и водяными парами в хлорное железо и водную окись железа. В результате на изломах метеоритов лавренсит образует характерные выпоты в виде гроздеобразных скоплений мелких коричнево-красных капелек маслянистого вида, переходящих затем в ржавые пятна. Присутствие в метеоритах лавренсита ведет к быстрому их разрушению.

В настоящее время наиболее обоснованной и принимаемой большинством исследователей гипотезой происхождения метеоритов является предположение о том, что метеориты представляют собой тела Солнечной системы, а не проникают в нее из далеких межзвездных пространств, как допускалось совсем недавно. Далее, предполагается, что метеориты представляют собой обломки малых планет — астероидов, во множестве движущихся в Солнечной системе между орбитами Марса и Юпитера [10]. В настоящее время известно свыше 1900 астероидов, но с каждым годом открываются все новые и все более мелкие астероиды.

Самый крупный астероид, Церера, имеет диаметр 1050 км, самые маленькие, которые могут еще наблюдаться в сильнейшие телескопы, — несколько сотен метров. Однако существует несравненно больше еще более мелких астероидов поперечником в несколько метров, т. е. с размерами метеорных тел. Очевидно, множество мелких астероидов, движущихся вокруг Солнца каждый по своей орбите, непрерывно сталкиваются между собой и дробятся на более мелкие обломки. Нужно сказать, что значительная часть вторгающихся в земную атмосферу мелких метеорных частиц, порождающих явления метеоритов, по современным воззрениям является продуктом разрушения комет, «инеем» комет, как сказал в своем стихотворении революционер-шлессельбуржец Н. А. Морозов еще в начале текущего столетия.

Изучение состава и структуры метеоритов показало, что они не представляют собой каких-либо самостоятельных небесных тел, а действительно являются мелкими обломками тел планетных размеров. Только в недрах крупных небесных тел могли образоваться такие структуры, которые наблюдаются в метеоритах.

Изучение метеоритов имеет огромное научное значение. Это объясняется тем, что по составу и структуре метеоритов можно судить о физико-химических процессах, протекавших еще в протопланетном облаке, в начальной стадии формирования Солнечной системы. Следовательно, изучение метеоритов важно не только для решения проблемы образования самих метеоритов, но и для решения проблемы происхождения и эволюции Солнечной системы. Нужно, однако, сказать, что, несмотря на накопление обширных фактических данных о метеоритах, проблема их происхождения по-прежнему остается еще далекой от разрешения. Поэтому исследователи продолжают с неослабевающей настойчивостью изучать метеориты.

Раньше уже говорилось о том, что в особо редких случаях на Землю падают гигантские метеориты, удары которых о грунт вызывают образование кратеров. К таким гигантским кратерообразующим метеоритам и относится знаменитый Сихотэ-Алинский метеоритный дождь, выпавший в Советском Союзе на Дальнем Востоке 12 февраля 1947 г. К рассказу о нем мы и переходим.

ИЗ КОСМОСА НА ЗЕМЛЮ

В газете «Вечерняя Москва» от 17 февраля 1947 г. была помещена заметка:

«Падение метеорита»

Жители таежного Красноармейского района 12 февраля явились свидетелями весьма редкого явления. В 10 часов утра на небосводе был замечен гигантский пылающий метеорит, пронесшийся с огромной скоростью в направлении отрогов Сихотэ-Алинского хребта. Падение метеорита сопровождалось громовым шумом, вызвавшим сотрясение воздуха, от которого в окнах многих зданий разбивались стекла, разрушались трубы, как в сильную бурю качались вековые деревья. В ряде мест огромные дубы и кедры были вырваны с корнями. При падении метеорит оставил за собой густой дымный след коричнево-красного цвета, державшийся в воздухе длительное время. Были слышны взрывы. Установить место падения метеорита пока не удалось. На его поиски вышли бригады охотников-на найцев и удэгейцев. Из Владивостока выехала бригада научных работников Дальневосточной базы Академии наук СССР и Приморского филиала Географического общества СССР».

Сообщение в этой заметке о предпринятых охотничьими бригадами поисках места падения метеорита оказалось неверным. В действительности, как потом стало известно, на поиски и обследование места падения метеорита из Хабаровска на самолетах вылетела группа геологов. В то же время и из Владивостока поездом выехал геолог.

Нужно сказать, что сначала мы не придали этой заметке большого значения. Как нередко бывало ранее, в газетных заметках часто при сообщении о каком-либо явлении или событии допускались сильные преувеличения. Поэтому мы думали, что действительно произошло падение метеорита, но далеко не столь гигантского, как об этом говорилось в заметке. По этой причине собиравшийся в то время в командировку в г. Алма-Ату председатель Комитета по метеоритам

академик В. Г. Фесенков свой отъезд не отменил и выехал из Москвы.

Между тем 20 февраля от геолога Ф. К. Шипулина из Владивостока была получена телеграмма. Он сообщал, что метеорит упал в 10 ч 30 мин утра в Пожарском районе Приморского края и что на месте падения, уже обнаруженном местными жителями, оказались небольшой кратер и «обжиг леса». В ответ на эту телеграмму Шипулину автором книги был послан телеграфный запрос о более подробных сведениях и сообщалось о желательности обследования места падения и сбора метеоритов.

После этого в течение нескольких дней никаких известий не поступало.

Но вот 27 февраля в Президиум Академии наук СССР поступила телеграмма от секретаря Красноармейского райкома КПСС тов. Соколова, в которой сообщалось:

«В Красноармейском районе в 45 километрах от села Новопокровки и десяти километрах от Дубовой сопки обнаружен упавший метеорит, который образовал 32 воронки... метеорит состоит из железа и никеля...».

Поскольку академик Фесенков уже уехал, на следующий день, 28 февраля, собрав все материалы — телеграммы и газетные вырезки, автор книги сообщил о падении метеорита академику-секретарю Отделения физико-математических наук А. Ф. Иоффе. Рассказ вызвал у А. Ф. Иоффе большой интерес, и он сейчас же доложил о падении метеорита президенту АН СССР С. И. Вавилову. Оба они решили срочно направить автора книги во Владивосток для организации и обследования места, выяснения обстоятельств падения метеорита и для сбора выпавших метеоритов. По предложению А. Ф. Иоффе был составлен план работ, который и был им утвержден. Одновременно А. Ф. Иоффе послал В. Г. Фесенкову в Алма-Ату телеграмму. В ней сообщалось о падении метеорита, о предстоящем выезде автора книги для обследования места и обстоятельств падения метеорита и о желательности его, Фесенкова, участия в руководстве экспедицией.

Штат Комитета по метеоритам в то время был невелик и выехать в экспедицию из Москвы могли только двое; вторым был лаборант Е. И. Малинкин. Поэто-

му в плане работ экспедиции было предусмотрено полное комплектование экспедиции произвести во Владивостоке из числа сотрудников Дальневосточной научной базы АН СССР, а также из других местных учреждений.

Рабочий день 3 марта только начался, когда почтальон доставил в Комитет по метеоритам новую телеграмму в 210 слов, посланную Дальневосточным геологическим управлением: «Днем 12 февраля Центральной части Сихотэ-Алиня упал крупный метеорит полет которого пологой траектории высоте свыше 8 километров наблюдался ряде пунктов направления Самарга тире Иман тчк 15 февраля летчики Дальгеолуправления Фирциков и Агеев обнаружили с самолета место падения метеорита, находящееся в Уссурийской тайге бассейне реки Ханихезы 48 километрах к северо-востоку деревни Харьковки Красноармейского района Приморского края тчк Сегодня Хабаровск возвратилась направленная Дальгеологией совместно Приамурским филиалом Географического общества научная группа составе геологов Ярмолюка Онихимовского Татаринова пробывшие месте падения метеорита 6 дней период 21 тире 28 февраля тчк 24 февраля место падения также посетил сотрудник филиала Академии геолог Шипулин тчк Нашими геологами установлены площади около 9 гектаров свыше 30 метеоритных кратеров скальных породах большинство диаметром 15 тире 25 метров глубиной до 9 метров тчк Привезены осколки общим весом 30 килограммов отдельные обломки 18 килограммов тчк Месте без больших работ можно собрать обломков весом несколько тонн тчк Метеорит металлический удельный вес предварительному определению 7 зпт 6 тчк Собраны интересные опросные сведения жителей ближайших населенных пунктов тчк Составлен план расположения воронок тчк Приняты меры организации временной охраны метеоритных обломков расхищения качестве сувениров тчк Работа научной группы заснята кинооператором Прокининым Начальник Дальгеологии Мхитаров...»

После получения такой телеграммы уже не осталось сомнений в том, что действительно произошло падение гигантского метеорита. Естественно, поэтому оказалось необходимым немедленно направить в район падения специальную экспедицию.

По наведенным справкам по всей трассе от Москвы до Владивостока в то время стояла нелетная погода. Поэтому автор книги выехал из Москвы поездом 6 марта. Перед выездом на заседании Бюро Отделения физико-математических наук состоялась встреча с президентом АН СССР. С. И. Вавилов поинтересовался планом работ по обследованию места падения и обратил внимание на необходимость получения хороших фотоснимков обстановки падения, а также проведения киносъемки. С. И. Вавилов в шутку сказал: «Не вышло бы с падением метеорита так, как получилось с находкой мамонта». Дело в том, что примерно в середине 30-х годов поступило сообщение, что в Сибири будто бы найден мамонт. Была направлена экспедиция. Однако после произведенных раскопок вместо мамонта был обнаружен современный кит.

Е. И. Малинкин выехал двумя неделями позднее. На вокзале во Владивостоке, куда автор прибыл 18 марта, его встретил лаборант Дальневосточной научной базы АН СССР С. М. Коноплев, который и помог добраться до базы, где для подготовки экспедиции была уже выделена отдельная комната.

В тот же день автор посетил геолога Ф. К. Шипулина, который вместе со своей семьей жил в доме научной базы. Он вместе с группой хабаровских геологов произвел предварительное обследование района падения метеорита, записал рассказы некоторых очевидцев падения, встречавшихся ему на пути, и собрал несколько осколков метеорита. Все эти материалы вместе с отчетом о проведенном им обследовании района падения Шипулин передал автору. Метеоритные осколки имели совершенно необычный вид и скорее напоминали осколки снарядов или авиабомб, нежели метеоритов. Многие из них были сплюснены в результате сильного удара, края осколков были неровными, заостренными и местами изогнутыми, а на самих осколках видны были трещины (рис. 7). Объяснение такому необычному виду метеоритных осколков пришло позднее, и об этом будет сказано далее.

Ф. К. Шипулин рассказал о том, что он увидел на месте падения метеорита, какие опустошения в тайге произвело само падение. Этот отважный исследователь один выехал поездом из Владивостока и вышел на станции Бурлит (рис. 8). Здесь он взял с собой двух

местных охотников в качестве проводников и направился на розыски места падения метеорита. Они шли пешком по густой тайге, засыпанной глубоким снегом, продираясь местами сквозь завалы и густые кустарники, перевитые лианами. Проходя от села к селу, Шипулин опрашивал очевидцев падения и постепенно

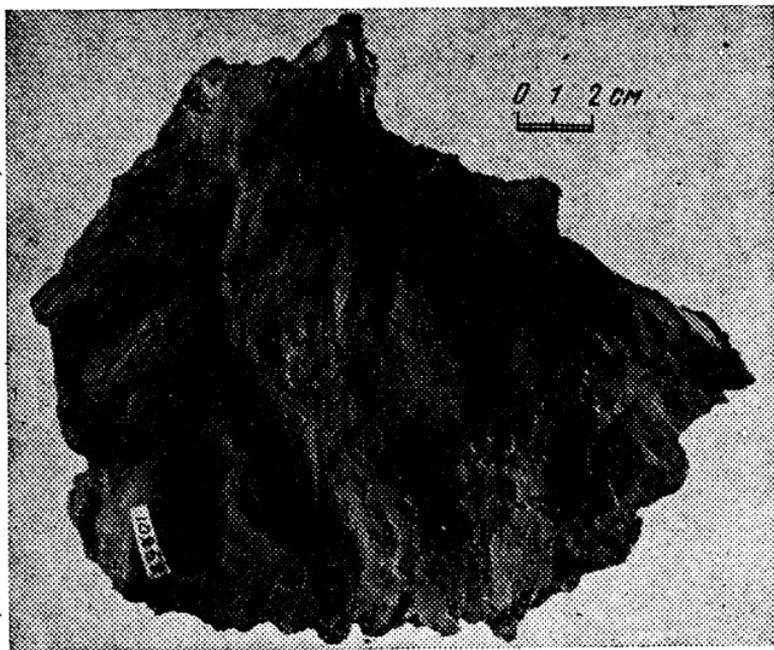


Рис. 7. Типичный, сильно деформированный осколок Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя массой 4,235 кг,

приближался к месту падения метеорита, руководствуясь указаниями очевидцев о направлении движения болида. Наконец, Шипулин с проводниками добрался до деревни Харьковки, ближайшего населенного пункта от места падения, расположенного на расстоянии около 12 км от него *). Здесь они узнали, что накануне их прихода недалеко от Харьковки приземлились два самолета с хабаровскими геологами, которые уже ушли в тайгу искать место падения метеорита. Отправился на поиски этого места и Шипулин со своими спутниками. Только на полчаса позже хабаровских геологов они добрались до цели и здесь присоеди-

*) Расстояние от Харьковки в 48 км, указанное в телеграмме Мхитарова (см. выше), оказалось неверным.

лись к ним. Это было 24 февраля, т. е. через 12 дней после падения метеорита, когда свежи еще были следы огромного разрушения в тайге. На площади около квадратного километра, рассказывал Шипулин, тайга была опустошена. Многие деревья были разбиты на

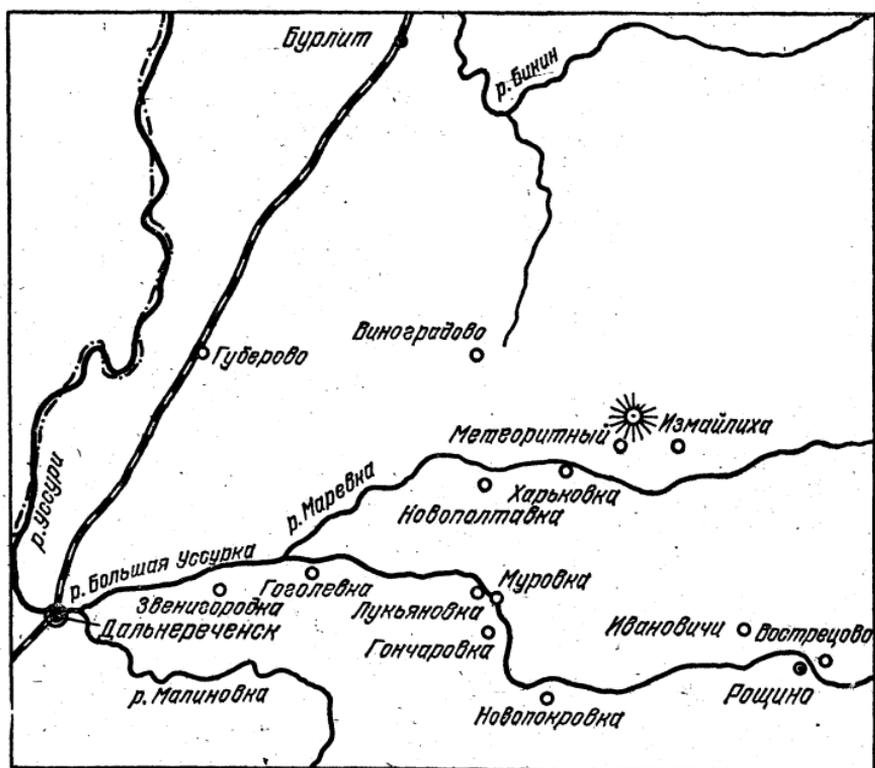


Рис. 8. Схематическая карта части Приморского края с указанием места падения железного дождя (кружок с лучами).

куски. Отдельные обломки древесных стволов висели на кронах уцелевших деревьев. У многих деревьев вершины были срублены и оголенные стволы стояли как гигантские телеграфные столбы. Снег был уплотнен и на нем образовался настолько плотный наст, что он выдерживал человека. Снег был перемешан с глиной и песком, с разным древесным мусором, кедровой и еловой хвоей. Среди этого хаоса зияли кратеры и воронки, из которых наибольший имел диаметр 26 м и глубину 6 м. Огромные кедры, поваленные с корнями, лежали радиально вокруг кратеров в радиусе до 20—30 м от бортов кратеров. Жуткую картину, сказал

Шипулин, представляло место падения метеорита: словно здесь происходила необычайная небесная бомбардировка.

Проведя весь день на месте падения метеорита, геологи произвели беглое обследование. Они обнаружили около 30 кратеров и воронок, составили схематический план их расположения, осмотрели отдельные кратеры и следы разрушения, выяснив, таким образом, что метеорит выпал обильным гигантским железным метеоритным дождем.

Геологи попытались раскопать одну из небольших воронок и среди разбитых скальных пород обнаружили и собрали метеоритные осколки. К вечеру Ф. К. Шипулин покинул место падения метеорита, а через два дня улетели в Хабаровск и хабаровские геологи.

На следующий день по прибытии во Владивосток автор книги в сопровождении Ф. К. Шипулина посетил первого секретаря Приморского Краевого комитета КПСС Н. Н. Органова и доложил ему о плане проведения работ экспедицией Комитета по метеоритам АН СССР. По просьбе автора Органов оказал содействие в выделении для экспедиции Приморским военным округом подразделения саперов для проведения работ по поискам и сбору метеоритов, раскопкам кратеров, теодолитной съемке и т. д.

Вскоре после прибытия во Владивосток автор получил телеграфное сообщение от В. Г. Фесенкова из Алма-Аты о его выезде с сотрудниками для обследования места и выяснения обстоятельств падения железного дождя. Но до его прибытия прошло почти две недели, где-то в пути задержался и лаборант Малинкин.

В. Г. Фесенков прибыл во Владивосток только 1 апреля: Его сопровождала его жена — геофизик Е. В. Фесенкова-Пясковская и астрономы Н. Б. Дивари и М. Г. Каримов — все научные сотрудники Института физики и астрономии АН Казахской ССР. 6 апреля прибыл и Е. И. Малинкин, задержавшийся в пути вследствие неисправности самолета. Итак, во Владивостоке собрался весь основной состав экспедиции. Кроме упомянутых лиц, в состав экспедиции были включены геолог Ф. К. Шипулин, лаборант Дальневосточной базы С. М. Коноплев и студент Владивостокского политехнического института В. В. Берлизов. Началь-

ником экспедиции стал В. Г. Фесенков, а его заместителем — автор книги.

Пока шли приготовления к выезду в тайгу, добывалось снаряжение и дополнительная аппаратура, обеспечивался запас продовольствия, разрешался вопрос о транспорте, автор книги и Е. И. Малинкин съездили в Хабаровск. Там, в Дальневосточном геологическом управлении они встретились и познакомились с геологом В. А. Ярмолюком, побывавшим на месте падения железного дождя, первым ступившим на борт метеоритного кратера и поднявшим первый осколок метеорита. Он значительно дополнил рассказы Шипулина о месте падения железного дождя, о тех разрушениях, которые были там обнаружены. Много рассказал он и о сообщениях очевидцев, наблюдавших это явление. Ярмолюк передал автору написанный им отчет о результатах обследования места падения с приложением карты района падения и расположения метеоритных кратеров и воронок, а также некоторые другие материалы.

В Хабаровске мы опросили летчиков, П. Я. Фирцова и А. И. Агеева, которые обнаружили место падения железного дождя. В момент падения они находились в поселке Улунге, расположенном на расстоянии около 200 км к северо-востоку от места падения, в самой глуши уссурийской тайги, на берегу реки Бикина (см. рис. 8). Они видели летевший по небу болид, слышали сильные удары и грохот и следили за оставшимся на небесном своде следом болида. Явление произошло в тот момент, когда летчики готовились к вылету на побережье Японского моря в село Самаргу. Фирцов рассказал что, стоя около самолета, он вдруг увидел на небе, в северо-западном направлении, огненный шар, летевший под очень большим углом (не менее $60-70^\circ$) к горизонту. Шар был приблизительно с Луну величиной и быстро скрылся за вершинами сопок, оставив на небесном своде широкий «дымный» след. Затем послышались удары и грохот. Вскоре после этого летчики вылетели в Самаргу, куда и прибыли через несколько часов. В Самарге от местных жителей летчики узнали, что и там наблюдался полет болида и слышались удары. След, оставшийся после болида, был хорошо виден на небе и из Самарги, т. е. на расстоянии свыше 300 км от места падения железного дождя.

Последние, постепенно рассеявшиеся клочья следа исчезли только к вечеру. На следующий день летчики отправились в обратный путь и прибыли в поселок Улунге. Здесь они переночевали, а на следующий день вылетели в Хабаровск. Случайно место падения железного дождя оказалось как раз на трассе их полета. Пролетая над ним, они заметили с высоты около 700 м целый ряд округлых воронок и кратеров. Эти образования резко выделялись на ярко-белом фоне снега между обломанными деревьями благодаря своей желто-коричневой («рыжей», как сказали летчики) окраске, созданной обнаженной глиной и скальными породами. Летчики вспомнили о наблюдавшемся ими полете болида и решили, что именно здесь и упал метеорит. Поэтому, прибыв 18 февраля в Хабаровск, они сообщили в Геологическое управление о своих наблюдениях и об обнаружении места падения. После этого управление организовало экспедицию для предварительного обследования места падения железного дождя в составе геологов В. А. Ярмолюка, Г. Т. Татарина и В. В. Онихимовского. 21 февраля на двух самолетах, пилотируемых теми же летчиками Фирцовым и Агеевым, экспедиция вылетела из Хабаровска. В тот же день самолеты приземлились на небольшой поляне в тайге, в 11 км к югу от места падения железного дождя. Перед посадкой они пролетели над этим местом и геологи осмотрели общий вид всего участка, на котором они насчитали 13 кратеров. Несмотря на близость места посадки самолетов от кратеров, геологи не сразу смогли добраться до кратеров по густой, засыпанной глубоким снегом тайге. 22 февраля целый день с тяжелыми рюкзаками геологи пробродили по тайге, но так и не смогли найти кратеры. Им пришлось переночевать в палатке и на следующий день возобновить поиски. Однако и этот день оказался безрезультатным. Только 24 февраля они добрались, наконец, до кратеров. В. А. Ярмолюк в своем отчете написал: «Близость места падения метеорита стала чувствоваться за километр. В снегу стали попадаться обломки выброшенных метеоритом скальных пород и срубленные ветки деревьев. Еще ближе к воронкам в снегу стали встречаться обломки скал, весом в несколько десятков килограммов. Снег, до этого рыхлый, стал плотным, с крепким настом, выдерживающим вес

человеческого тела. Он был перемешан с песком и глиной, мелкими и крупными обломками камней и древесным мусором. Наконец, впереди показалась огромная воронка».

Выполнив все дела в Хабаровске, мы с Е. И. Малинкиным вернулись во Владивосток, и оба включились в дела, связанные с подготовкой экспедиции к выезду в тайгу.

ГЛАВА 3

ПО СЛЕДАМ НЕБЕСНОГО СТРАННИКА

К середине апреля первая экспедиция Комитета по метеоритам АН СССР для обследования места и выяснения обстоятельств падения метеоритного дождя была полностью подготовлена к выезду в тайгу. Однако выезд задерживался. Дело в том, что зима 1947 г. в Приморском крае оказалась затяжной. В конце марта прошел сильный буря с обильным снегопадом и в тайге образовался глубокий снежный покров. Поэтому продвижение по тайге было крайне затруднено и надо было дожидаться схода снежного покрова.

Заполняя время, мы продолжали готовиться к проведению работ в районе падения железного дождя: разрабатывали детали плана работ, знакомились по литературным источникам с природой и климатическими особенностями уссурийской тайги, беседовали по этим вопросам с сотрудниками Дальневосточной научной базы АН СССР, и т. д. Прочитали также несколько лекций о метеоритах для разных аудиторий, познакомились с достопримечательностями Владивостока. Побывали в местном краеведческом музее, где автор книги получил фотографический снимок гольда Дерсу Узала, замечательного следопыта Уссурийской тайги — постоянного спутника нашего прославленного писателя и ученого, исследователя Приморского края В. К. Арсеньева. Познакомились и с одним из участников второй экспедиции Арсеньева А. И. Мерзляковым. Он много рассказывал нам об Арсеньеве и его экспедициях, о Дерсу Узала.

В середине апреля из Владивостока были направлены два отряда из двух человек каждый: отряд

Н. Б. Дивари и В. В. Берлизова и отряд М. Г. Каримова и С. М. Коноплева. Оба отряда должны были раздельно пройти по населенным пунктам и опросить очевидцев падения метеоритного дождя. Такие сведения были нужны для определения атмосферной траектории метеорного тела и вычисления его орбиты в межпланетном пространстве. Кроме того, отряд Каримова должен был в Дальнереченске *) соединиться с подразделением саперов и отправиться с ним в тайгу. Там, в районе падения метеоритного дождя, саперы должны были построить избу для экспедиции. После этого отряд должен был приступить к опросу очевидцев.

Наконец из районов Приморского края стали поступать сведения о начавшемся интенсивном таянии снега в тайге. Наступила пора выезда экспедиции, и 22 апреля основная группа в составе академика В. Г. Фесенкова, Е. В. Фесенковой-Пясковской, Ф. К. Шипулина и автора книги поездом выехала из Владивостока в Дальнереченск. Одновременно в Дальнереченск была отправлена в сопровождении Е. И. Малинкина своим ходом грузовая автомашина с экспедиционным снаряжением, оборудованием и продовольствием.

Ночью 23 апреля экспедиция прибыла в Дальнереченск, где она была встречена М. Г. Каримовым. Он сообщил, что в сопровождении лесника Ф. С. Ашлабана уже побывал в районе падения метеоритного дождя. Туда же вместе с ним прибыло и подразделение саперов, которые уже приступили к постройке избы. Оставив саперов в районе падения дождя, Каримов с Коноплевым обошли целый ряд населенных пунктов и опросили более сотни очевидцев события.

Днем 23 апреля в Дальнереченск прибыл на грузовике и Малинкин с грузом экспедиции.

Устроившись в одном из свободных помещений интерната, экспедиция после кратковременного отдыха приступила к работе. Мы побывали у местного художника П. И. Медведева. В момент падения метеоритного дождя он находился на улице и приготовился рисовать пейзаж. Вдруг перед его изумленным взором пронесся огненный шар — болид с разноцветным хвостом. Вдоль

*) Новое название бывшего г. Имана, введенное постановлением Верховного Совета СССР 26 декабря 1972 г.

траектории болида на небесном своде остался пылевой след в виде серой дымной полосы. По прошествии нескольких минут, рассказывал Медведев, раздались удары и грохот. Медведев тотчас же, под свежим впечатлением, написал маслом на полотне картину наблюдавшегося им падения метеоритного дождя. Художник правдоподобно изобразил это явление и передал экспедиции написанную им картину *).

24 апреля, погрузив все снаряжение, оборудование и продовольствие на две грузовые автомашины, в которых разместились и участники экспедиции, последняя выехала из Дальнереченска и к концу дня прибыла к месту переправы через реку Большую Уссурку (см. рис. 8). Переправа находилась вблизи с. Лукьяновки, километрах в 50 к востоку от Дальнереченска. Моста через реку в этом месте тогда не было, и поэтому переправляться на другой берег пришлось на лодках. После переправы от берега до поселка Муровки, расположенного в километре от реки, груз экспедиции был доставлен на лошади, запряженной в телегу. В Муровке экспедиция переночевала и на следующий день на трех предоставленных сельсоветом подводах направилась дальше, в с. Новополтавку, расположенное в 12 км от Муровки. Дорога из-за весенней распутицы и дождей была настолько плоха, что, несмотря на небольшое расстояние между селами, мы добирались до Новополтавки весь день и только к вечеру прибыли на место. Новополтавка был последним населенным пунктом на пути экспедиции; отсюда уже началась тайга.

Подходя к Новополтавке, мы встретились с Н. Б. Дивари и В. В. Берлизовым, которые, окончив обход населенных пунктов и опрос очевидцев падения, шли навстречу экспедиции. Они присоединились к нам, и экспедиция оказалась теперь в полном сборе.

*) Репродукция этой картины, хранящейся в Комитете по метеоритам, была воспроизведена на фронтисписе книги автора «Основы метеоритики» [1] и затем во многих других книгах и брошюрах автора и других исследователей. В Большой Советской Энциклопедии (2-е издание, т. 39), помещена цветная репродукция этой картины. Кроме того, по случаю пятнадцатилетия со дня падения метеоритного дождя в 1962 г. Министерство связи СССР выпустило почтовую марку и конверт с изображением картины Медведева. По этой же картине сделана обложка настоящей книги.

В Новополтавке у начальника лесозаготовительного участка М. И. Шевченко экспедиция получила девять лошадей для перевозки во вьюках нашего груза.

На следующий день, 26 апреля, навьючив лошадей, экспедиция направилась в тайгу. Проводником у нас

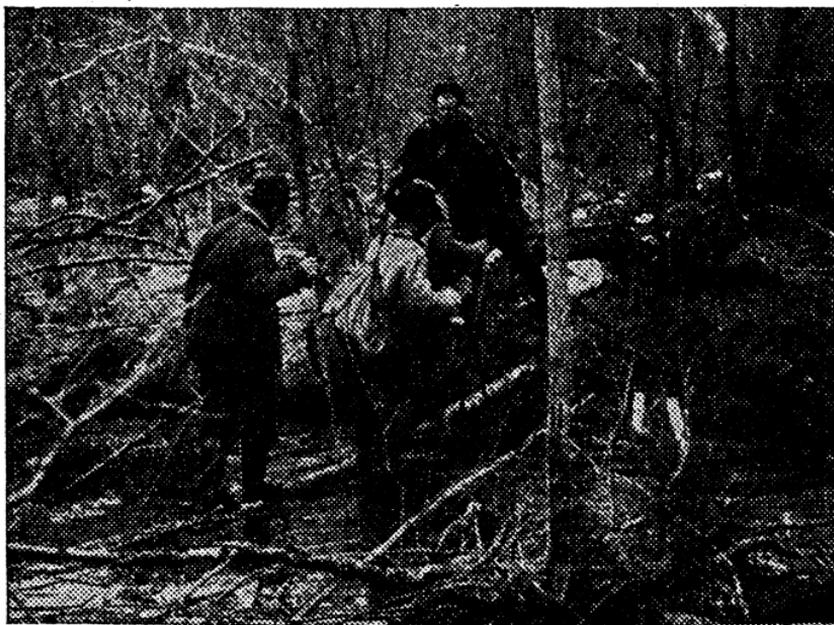


Рис. 9. Переход экспедиции через ручей в тайге на пути к месту падения железного дождя. Крайний слева — академик В. Г. Фесенков.

был лесник Ф. С. Ашлабан, умело направлявший караван экспедиции по сопкам между завалами, чащобой и ручьями. Тем не менее путь был очень трудным. Местами дорога становилась почти непроходимой. Часто на протяжении нескольких километров тянулись заболоченные участки — мари, превратившиеся в трясины вследствие весенней распутицы. Местами приходилось вброд переходить разлившиеся ручьи (рис. 9). Люди шли по колена в воде, лошади скользили и падали, вьюки обрывались и сваливались. Приходилось делать частые остановки, чтобы заново навьючивать лошадей. Только к вечеру караван добрался до барака лесорубов, преодолев за весь день всего лишь около 18 км пути.

Переночевав в бараке и пополнив продовольствие свежим хлебом, утром 27 апреля экспедиция выступила в последний переход. Путь шел по девственной уссурийской тайге, где почти не ступала нога человека. Здесь бродили лишь редкие охотники да искатели знаменитого жень-шеня*). Навьюченные кони шли между деревьями, обходя частые лесные завалы и густые заросли кустарников, обвитых лианами. Местами приходилось топорами прочищать тропу для лошадей.

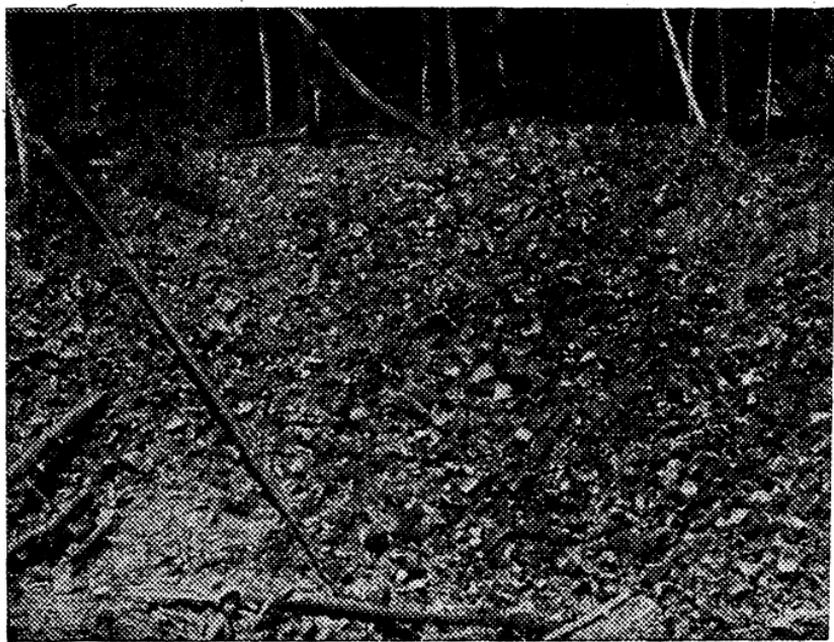


Рис. 10. Самый большой метеоритный кратер (№ 1) из Сихотэ-Алинской группы, диаметром 26 м и глубиной 6 м.

Кое-где в тайге лежал еще снег. Приблизительно в километре от места падения метеоритного дождя стали попадаться камни, выброшенные из метеоритных кратеров. К вечеру экспедиция прибыла на место. Изба еще не была построена. Не было ни потолка, ни крыши, ни дверей, ни окон. Между тем начал падать обильный мокрый снег. Пришлось вместо потолка натянуть брезент, а на полу в избе поставить палатку. Из брезента была устроена и временная дверь.

*) Жень-шень — растение семейства аралиевых, корень которого обладает целебными свойствами.

Прибыв в район падения, все участники экспедиции, несмотря на усталость, не отдыхая, отправились на осмотр кратеров, находившихся метрах в трехстах от лагеря.

Поражающая картина представилась взору! Перед нами находился огромный котлован — наибольший кратер, № 1, диаметром 26 м и глубиной 6 м (рис. 10). Внутренние склоны кратера были завалены обломками раздробленных скальных пород и засыпаны глиной.



Рис. 11. Разрушения в кратерном поле, вызванные падением железного дождя.

Выбросы из кратера такого же материала в виде радиальных венцов вокруг него прослеживались на протяжении 20—30 м от борта кратера. Уцелевшие одиночные деревья стояли с обломанными вершинами и кронами. Большинство же деревьев вокруг кратера в радиусе двух-трех десятков метров было повалено вместе с корнями. Они лежали радиально по отношению к кратеру, образуя, как и выбросы, своеобразные венцы. Такая же картина наблюдалась и вокруг еще десятка других, несколько меньших кратеров. Отдельные обломки древесных стволов, сучья, кедровая и еловая хвоя были разбросаны по всему кратерному полю; занимавшему площадь поперечником около километра

(рис. 11); на некоторых деревьях повисли обрубки древесных стволов (рис. 12).

Между кратерами и крупными воронками встречались расположенные в беспорядке небольшие, малозаметные воронки диаметром около метра и меньше.

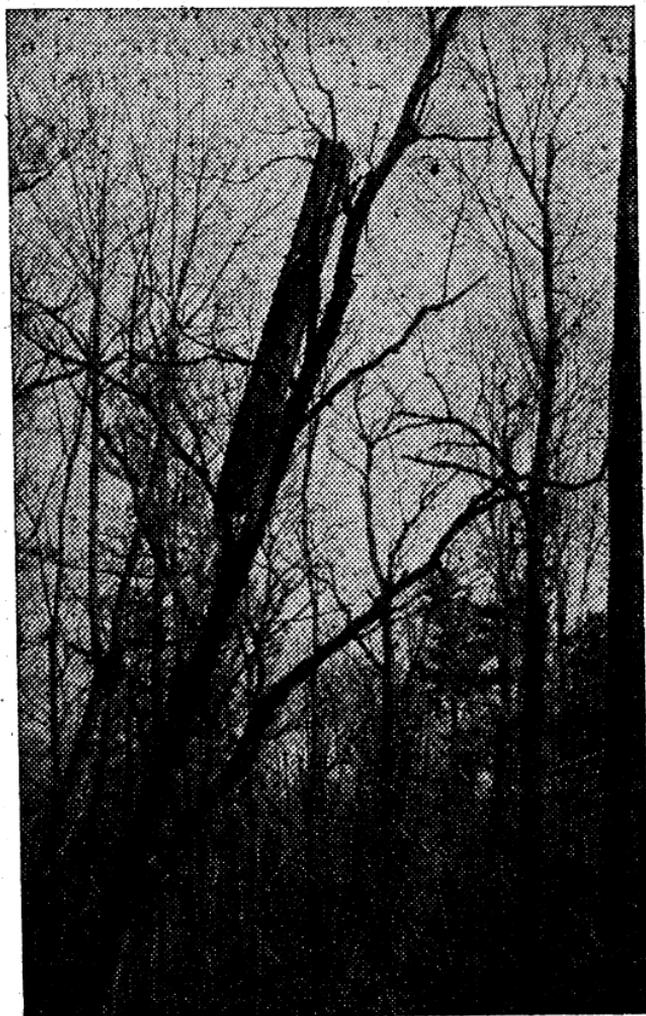


Рис. 12. Обрубок древесного ствола, повисший на ветвях другого дерева.

Местами на кратерном поле образовался плотный настил из обломанных кедровых и еловых веток с хвоей и из расщепленных древесных обломков.

Итак, первая экспедиция Комитета по метеоритам по изучению места и обстановки падения железного

дождя и сбора его частей прибыла в район работ. По предложению геолога Ф. К. Шипулина этот метеоритный дождь был назван Сихотэ-Алинским железным метеоритным дождем.

ГЛАВА 4

НА МОГИЛЕ НЕБЕСНОГО СТРАННИКА

Непогода, мокрый снег с дождем, встретившие экспедицию в районе падения железного дождя, заставили прежде всего заняться достройкой избы. В то время как саперы строили крышу, настилали потолок и навешивали дверь, мы под руководством Ф. К. Шипулина занялись подбивкой мхом стен избы. Дружными

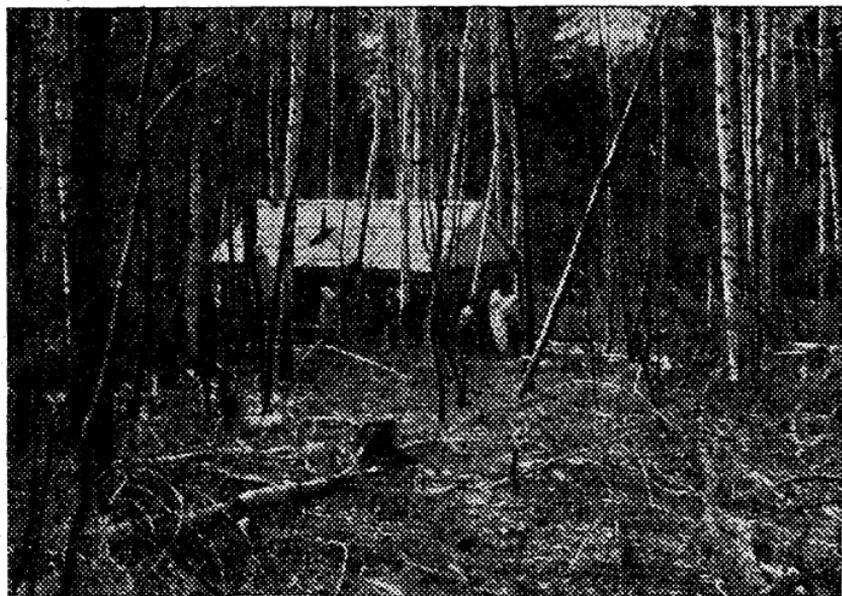


Рис. 13. Изба первой экспедиции Комитета по метеоритам АН СССР в березовой роще вблизи кратерного поля.

усилиями через день изба, расположенная в живописной березовой роще, была достроена (рис. 13) и 29 апреля экспедиция приступила к выполнению запланированных работ.

Работа началась с измерения и описания метеоритных кратеров и воронок. Академик В. Г. Фесенков

с научными сотрудниками Н. Б. Дивари и М. Г. Каримовым, а также лаборантами В. В. Берлизовым и С. М. Коноплевым и нанятыми четырьмя рабочими приступили к измерению при помощи теодолита наиболее крупных кратеров для определения их контуров и профилей. Автор книги с лаборантом Е. И. Малинкиным, лейтенантом В. Г. Любичким и двумя-тремя солдатами занялся изучением малых и средних воронок. Одновременно участники экспедиции обследовали весь район падения железного дождя. Ежедневно находили все новые и новые воронки и лунки, которые нумеровались в порядке их обнаружения, а также следы многочисленных и разнообразных явлений, вызванных воздушными волнами, сопровождавшими падение более крупных метеоритных масс. Встречались пробитые насквозь метеоритами древесные стволы, шрамы на деревьях или сбитые ветви и многие другие явления.

Окончив измерения кратеров, В. Г. Фесенков со своей группой приступил к теодолитной съемке кратерного поля для составления карты расположения кратеров и воронок.

Нужно сказать, что еще до выезда экспедиции из Владивостока, на основании материалов, собранных и переданных в распоряжение экспедиции Ф. К. Шипулиным и В. А. Ярмолюком, можно было заключить, что в данном случае выпал весьма обильный метеоритный дождь. Крупные индивидуальные экземпляры при ударе о грунт образовали кратеры и воронки. Мелкие экземпляры, массой в десятки и сотни граммов, а частично и более крупные, массой в десятки килограммов, должны были рассеяться по тайге, в тыловой части эллипса рассеяния. По сообщениям очевидцев направление атмосферной траектории болида определялось приближенно с севера на юг. Поэтому, принимая кратерное поле за головную часть эллипса, можно было заключить, что тыловая часть расположена к северу от кратерного поля. Руководствуясь этим, автор предпринял в этой части эллипса поиски мелких индивидуальных экземпляров. Уже в первый день поисков был найден первый индивидуальный экземпляр массой 11,1 кг. Он лежал на поверхности грунта и никакого углубления под ним не было. Найденный метеорит со всех сторон был покрыт корой плавления синевато-серого цвета. На всей его поверхности был виден резко

выраженный регмаглиптовый рельеф. В нескольких местах на метеорите были заметны сколы небольших выступов, вызванные, очевидно, ударом о камни во время падения.

В тот же день тоже целый индивидуальный экземпляр, но более крупного размера, нашел и Ф. К. Шипулин. После этих находок мы ежедневно совершали экскурсии в тыловую часть эллипса рассеяния и определенными маршрутами проходили по тайге, захватывая все новые и новые участки. В отличие от головной части эллипса, где тайга была опустошена и образовалось настоящее «кладбище» метеоритов, в тыловой части тайга сохранилась. Рассеявшиеся здесь метеориты имели незначительные размеры и массу. Только отдельные экземпляры более крупного размера и массой в десятки килограммов оставляли при падении следы: ударившись о дерево, метеорит либо оставлял щрам на стволе, либо срубал с него ветку или даже вершину. Все метеориты, независимо от своего размера, имели резко выраженный регмаглиптовый рельеф, что является одной из ярко выраженных характерных особенностей Сихотэ-Алинского метеоритного дождя (рис. 14).

Обследуя тыловую часть эллипса, нам приходилось прсбираться по густым зарослям колючих аралии и элеутерококка, перевитых лимонником, актинидией и виноградом. Мы вынуждены были преодолевать лесные завалы, взбираться по крутым склонам сопок. Но мы ежедневно собирали десятки индивидуальных экземпляров. Самые мелкие из них, массой до 1—2 кг, обычно лежали на подстилке из старых древесных листьев, сухой травы и разного мусора (рис. 15). Поскольку сбор метеоритов начался сразу же после схода снега и продолжался до появления молодой травы и листьев на деревьях и кустарниках, метеориты четко выделялись на фоне бурой лесной подстилки. Они имели синевато-серый (сизый) цвет, иногда с фиолетовым оттенком, напоминавшим цвет спелых слив, и их легко было заметить на расстоянии нескольких метров. Интересно, что такой цвет метеориты сохраняли лишь до тех пор, пока они, лежа на грунте, оставались влажными. Но как только они высыхали, их поверхность становилась пепельно-серой, а у более крупных экземпляров темно-серой.

Некоторые из более крупных метеоритов лежали в лунках, иногда совсем открыто, но иногда были засыпаны землей. Но и засыпанные метеориты легко обнаруживались по свежевзрыхленной земле над ними. Попадались и такие метеориты, массой в несколько

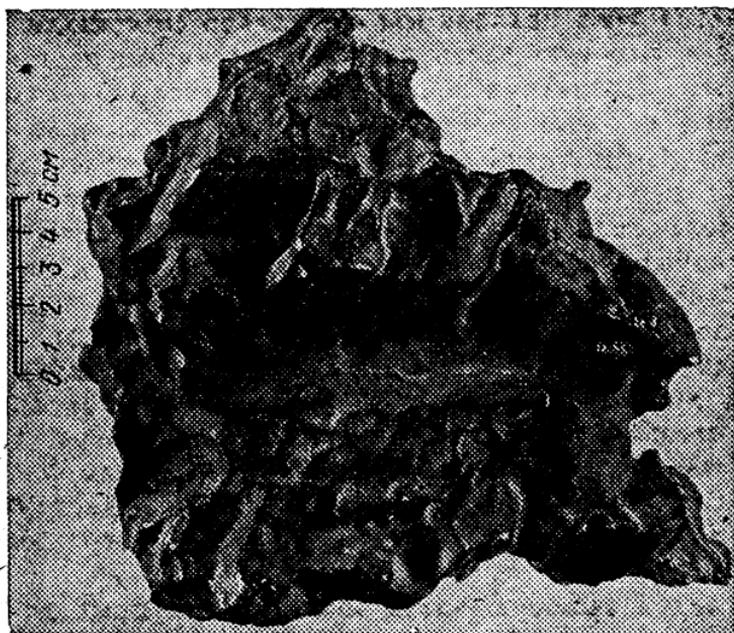


Рис. 14. Типичный индивидуальный экземпляр Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя массой 7,75 кг, имеющий резко выраженный регмаглиптовый рельеф.

килограммов, которые, ударившись о грунт и образовав в нем небольшую лунку или воронку, отскакивали рикошетом в сторону и снова падали на расстоянии 1—2 м от лунки, а в нескольких случаях и на большем расстоянии.

Для привязки к местности мест находок индивидуальных экземпляров нам пришлось дать названия нескольким сопкам, расположенным в пределах эллипса рассеяния, и указывать места находок отдельных экземпляров относительно этих сопок, отмечая по компасу азимут и на глаз определяя расстояние в метрах от вершины сопки, или от середины склона, подошвы и т. д. Так, одна сопка была названа Метеоритной (на ней расположено кратерное поле), другая — сопкой Кулика (на ней была обнаружена наибольшая concentra-

ция рассеянных мелких индивидуальных экземпляров). Еще две сопки получили названия Промежуточной и Большой. Небольшой холмик между сопками Кулика и Метеоритной был назван сопкой Выходной *).

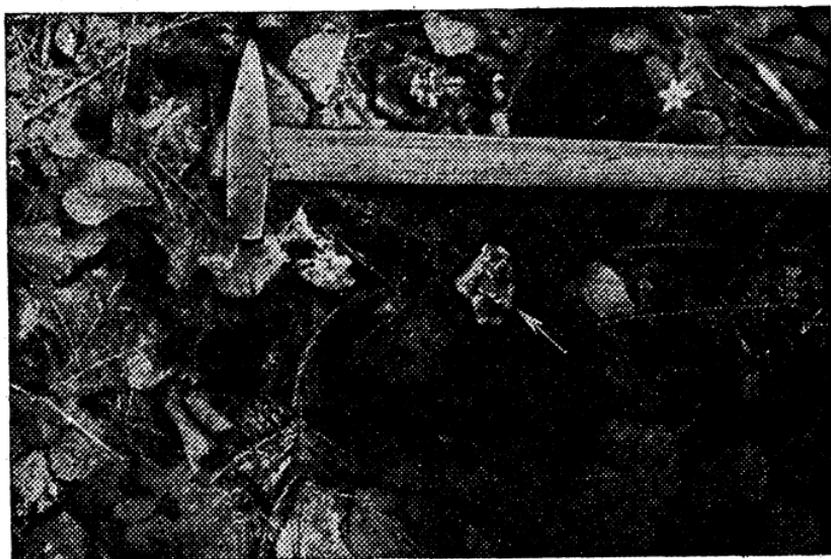


Рис. 15. Мелкий индивидуальный экземпляр массой в несколько сотен граммов, лежащий на лесной подстилке на месте падения (указан стрелкой).

Ежедневно по вечерам, а часто и далеко за полночь, приходилось просиживать в избе со свечой, каталогизируя и этикетировав собранные за день образцы — целые индивидуальные экземпляры и осколки метеоритов, собранные в кратерах и воронках.

Всего за время работ экспедиции было собрано 257 индивидуальных экземпляров, в том числе и экземпляров, извлеченных из воронок и притом не только в тыловой, но и в головной части эллипса (в кратерном поле). Найденные метеориты по массе распределялись следующим образом; массой до 1 г — 7 экземпляров, от 1 до 10 г — 39, от 10 до 100 г — 73, от 100 до 1000 г — 58, от 1 до 5 кг — 46, от 50 до 100 кг — 5, свыше 100 кг — 1. Кроме того, несколько крупных эк-

*) В первой статье автора о Сихотэ-Алинском метеоритном дожде [11] сопка Выходная была указана на карте. Однако из-за ее малой высоты впоследствии она была исключена.

земпляров (один массой не менее 300 кг), остались в тайге, на тех местах, где мы их нашли, из-за трудности транспортировки в лагерь. Метеориты мы выносили в рюкзаках, и нередко приходилось носить по несколько десятков килограммов. Оставленные в тайге метеориты были подобраны последующими экспедициями.

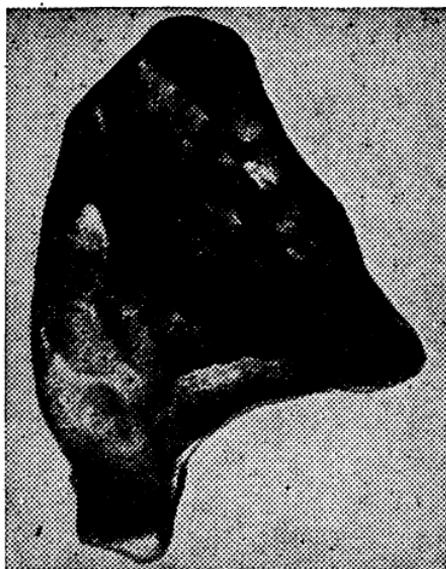


Рис. 16. Наименьший из найденных в первую экспедицию на месте падения индивидуальный экземпляр массой 0,18 г. На метеорите видны регмаглипты. Сильно увеличенный фотоснимок.

Общая масса всех собранных, вынесенных из тайги и доставленных в Москву целых индивидуальных экземпляров составила 1,7 т.

Среди найденных в тайге мелких метеоритов один, самый маленький, имел массу 0,18 г и размер $3 \times 4 \times 5$ мм (рис. 16). Этот метеорит-малютка лежал на старом древесном листке, повисшем на сухих стеблях прошлогодней травы.

Многие из найденных индивидуальных экземпляров имеют замечательную форму и рельеф. На некоторых

видна резко выраженная балочная макроструктура, проявляющаяся в виде выступов, представляющих собой концы балок (рис. 17). Судя по ориентировке выступающих балок, можно считать структуру метеоритов октаэдрической. На других наблюдаются совсем плоские поверхности, и на этих поверхностях четко виден регмаглиптовый рельеф с резко выраженным рисунком, напоминающим своего рода видманштеттеновы фигуры (рис. 18). На некоторых экземплярах можно было видеть треугольные плоские площадки с равными углами, представляющие собой как бы грани октаэдра.

Другая характерная особенность индивидуальных экземпляров — наличие глубоко проплавленных, черве-

образных канавок и сквозных отверстий. Они появляются в результате выплавления включений минералов троилита и шрейберзита во время движения в атмосфере с космической скоростью. На поверхностях метеоритов можно также наблюдать своеобразные цилиндрические каверны диаметром от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, вызванные выплавлением цилиндрических округлых или овальных включений троилита. Как было потом установлено, в метеоритах содержится множество округлых включений троилита. Оказываясь на поверхностях обломков метеорного тела, эти включения выплавлялись быстрее,



Рис. 17. Индивидуальный экземпляр массой 313 г, имеющий форму двух пересекающихся балок.

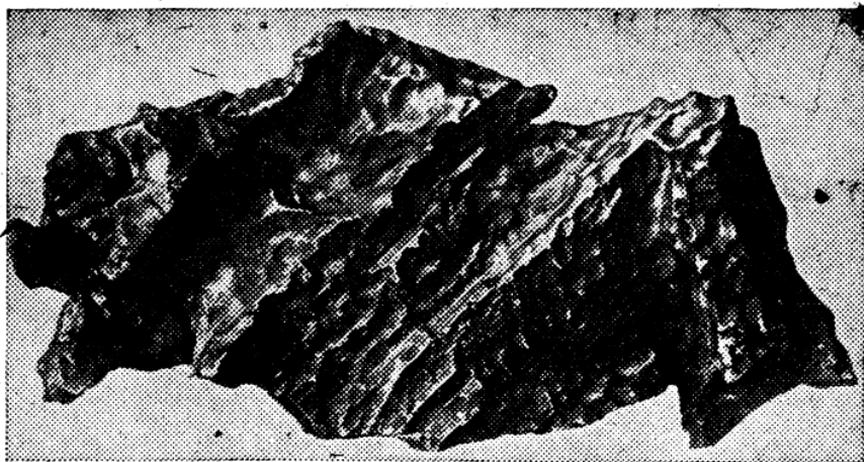


Рис. 18. Индивидуальный экземпляр массой 374 г, имеющий форму пластины и резко выраженный регмаглиптовый рельеф, напоминающий видманштеттеновы фигуры (ср. рис. 5).

чем расплавлялась вся железная поверхность метеорита, и в результате на месте включения образовывалась каверна.

Еще одна характерная особенность индивидуальных экземпляров — наличие множества похожих на иероглифы мелких каверн на поверхностях метеоритов. Некоторые каверны имеют сложный дендровидный рисунок. Часто встречаются парные каверны, напоминающие следы мышиных зубов на сыре. Эти каверны образовались в результате выплавления включений другого минерала — шрейберзита (фосфористого железа). Шрейберзитовые включения в форме иероглифов или парных штрихов также содержатся в больших количествах в теле метеоритов.

На многих экземплярах (как на крупных, так и на совсем мелких) наблюдаются четко выраженные поверхности второго рода [4]. Так называются поверхности, которые образуются вследствие раскола метеорита во время движения в атмосфере перед потерей космической скорости, т. е. перед областью задержки. Поверхности раскола не успевают подвернуться значительной атмосферной обработке до образования регмаглиптового рельефа и на них сохраняются все неровности излома. Они лишь покрываются тонкой пленкой из подплавленного вещества метеорита (рис. 19). Наличие поверхностей второго рода на индивидуальных экземплярах Сихотэ-Алинского метеоритного дождя наглядным образом показывает, что индивидуальные экземпляры являются обломками метеорного тела (за которыми мы в дальнейшем оставим название «метеорит») и что метеоритный дождь образовался вследствие раздробления во время движения в атмосфере с космической скоростью первоначально единого метеорного тела, а не в результате вторжения в атмосферу из межпланетного пространства роя метеорных тел (подробно см. далее).

При обследовании головной части эллипса рассеяния (кратерного поля) около одной из небольших воронок диаметром 2,8 м были обнаружены три довольно крупных осколка метеорита. В отличие от других сильно деформированных осколков, сдавленных и имевших заостренные и местами изогнутые края, а также другие особенности (см. рис. 7), эти три осколка частично сохранили неповрежденными наружные поверхности первоначального, расколовшегося при ударе о грунт крупного метеорита. На этих поверхностях наблюдались типичные крупные регмаглипты и синева-серая

кора плавления. Осколки удалось сложить по поверхностям раскола и, таким образом, частично восстановить первоначальный метеорит. Но оказалось, что для полного его восстановления недостает еще значительной части, приблизительно половины метеорита. Поэтому

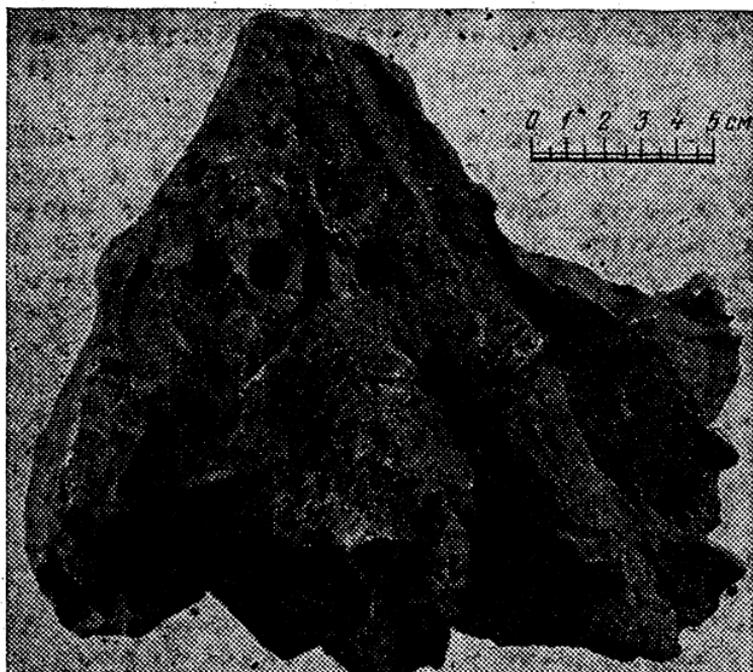


Рис. 19. Индивидуальный экземпляр массой 14,76 кг с поверхностью второго рода. Видны резко выраженные неровности дробления и концы балок, покрытые тонкой корой плавления.

была предпринята раскопка воронки, около которой были обнаружены метеоритные осколки. С помощью миноискателя удалось быстро определить место залегания недостающей части метеорита. Она оказалась почти в центре воронки, на глубине всего лишь 35 см от ее дна. После этого был восстановлен весь метеорит, имеющий размеры $70 \times 40 \times 30$ см и массу около 300 кг. При раскопке воронки в насыпном материале грунта было обнаружено около десятка мелких метеоритных осколков, отколовшихся от того же метеорита.

Была раскопана еще одна воронка почти такого же размера (диаметр 2,6 м). Около нее тоже был найден

осколок метеорита, на котором сохранились участки неповрежденной наружной поверхности расколовшегося метеорита. На нем также наблюдались и регмаглипты и синева-серая кора плавления. Осколок лежал на дне воронки среди обломков скальных пород. Как и в предыдущем случае, был применен миноискатель, с помощью которого было обнаружено место залегания недостающей части метеорита. Она находилась на глубине около 30 см под дном воронки в ее средней части.

На метеорите были обнаружены многочисленные и глубокие трещины. Одна, самая крупная и глубокая трещина почти расколола метеорит на две неравные части, осталась только небольшая перемычка. Впоследствии, при перевозке этого метеорита, он раскололся на две части именно по этой перемычке. На нем можно было увидеть место откола небольшого осколка, того самого, который был найден на дне воронки. Метеорит с приложенным осколком оказался похожим на предыдущий экземпляр: оба они имели довольно уплощенную форму. Размер второго метеорита — $70 \times 40 \times 20$ см, масса — около 300 кг. При раскопке второй воронки в насыпном материале было собрано около десятка мелких метеоритных осколков.

Были раскопаны также две воронки из числа самых малых, диаметром 0,6 м каждая. Обе они, в нарушение обычной закономерности рассеяния на поверхности грунта индивидуальных экземпляров метеоритных дождей, были расположены в самом центре кратерного поля, т. е. в головной части эллипса рассеяния, рядом с кратерами. Объяснение такому нарушению будет дано ниже.

Из одной воронки был извлечен совершенно целый метеорит, со всех сторон покрытый корой плавления и имеющий резко выраженный регмаглиптовый рельеф. Он лежал в воронке на глубине около 70 см ниже ее дна и не достигал подстилающих скальных пород. Метеорит имел размеры $43 \times 37 \times 20$ см и массу 68,7 кг. Из другой воронки с глубины всего лишь 10 см (ниже ее дна) был извлечен такой же целый метеорит размерами $40 \times 35 \times 27$ см и массой 84,8 кг. Впоследствии еще из нескольких таких же небольших воронок были извлечены целые метеориты приблизительно такого же размера и массы.

Таким образом, раскопки ряда воронок показали, что малые воронки, диаметром около метра, образованы метеоритами массой около 100 кг. В таких воронках, а их было обнаружено около 60, на глубине нескольких десятков сантиметров залегали совершенно целые метеориты. Поэтому можно было предположить, что в них находятся метеориты общей массой около 6—7 т. Далее раскопки показали, что в более крупных воронках, диаметром около 3 м и более, залегают уже расколотые на крупные части метеориты массой в среднем около 250—300 кг. Воронки большего размера, а тем более кратеры, были образованы еще более крупными метеоритами. Однако метеориты, образовавшие такие воронки, раскололись на тем большее число более мелких осколков, чем крупнее воронка или кратер. Как было потом установлено, в воронках и кратерах диаметром 8,5—9,0 м и более метеориты подверглись расколу на многочисленные мелкие осколки. Сколько-нибудь крупные, выделяющиеся по размерам осколки (так называемые главные массы) таких метеоритов в крупных воронках и кратерах не сохранились.

Внимательно знакомясь с кратерами и воронками, мы заметили еще одну особенность. Оказалось, что кратеры и воронки образовались не одновременно: чем крупнее воронка или кратер, тем раньше он образовался. Иными словами, чем крупнее метеорит, тем раньше он достигал грунта и, следовательно, тем больше была скорость его удара. Яркой иллюстрацией сказанного является такое наблюдение: в тех случаях, когда рядом друг с другом были воронки или кратеры разных размеров, выброшенные из более крупной воронки или кратера материал грунта и камни не засыпали воронки или кратеры меньшего размера. Отсюда следует, что меньшие воронки или кратеры образовались позднее, чем более крупные.

В одном случае, а именно около воронки № 25 (56) диаметром 7,5 м был обнаружен взрослый кедр, поваленный при падении метеорита и лежавший радиально по отношению к воронке. Это означает, что он был повален воздушной волной, сопровождавшей метеорит, образовавший данную воронку. Судя по размерам воронки, метеорит должен был иметь массу немногим менее тонны. В поваленном кедре был обнаружен метеорит массой 13,7 кг, целиком врезавшийся в ствол кедра

(рис. 20). Таким образом, этот метеорит упал позднее метеорита, образовавшего воронку № 25 (56) и имевшего значительно большую массу.

После того как В. Г. Фесенков окончил теодолитную съемку, экспедиция приступила к частичной раскопке одного из наибольших кратеров, а именно кратера № 5 (11) диаметром 23 м. Полная его раскопка



Рис. 20. Индивидуальный экземпляр, массой 13,7 кг в стволе поваленного кедра.

была бы непосильна для данной экспедиции. К тому же в экспедиции, кроме лопат, не было никаких других инструментов. Поэтому было решено очистить кратер от насыпного материала (разбитых осколков скальных пород и глины с песком) до подстилающих и уцелевших от раскола скальных пород частично, в четырех секторах по 20°. Расчистка производилась ручным способом и насыпной материал выбрасывался на соседние, не расчищавшиеся участки. При этом в насыпном материале было собрано несколько сотен преимущественно мелких осколков метеорита. Масса самых крупных (очень немногочисленных осколков) не превышала 20—30 кг. В глине, заполнявшей кратер и выброшенной из него во все стороны, были обнаружены при по-

мощи магнита мельчайшие метеоритные частицы, похожие на железные опилки. Метеоритные частицы — пыль, прилипая к торцам магнита, образовывали на его полюсах щетинку всякий раз, как только магнит погружали в глину (рис. 21). Метеоритная пыль была затем обнаружена в насыпном материале во всех кратерах, а также в выброшенном материале.

В результате произведенной частичной раскопки этого кратера было установлено, что под слоем разбитых скальных пород — порфиров толщиной 0,5—1,0 м на внутренних склонах кратера и на его дне залегают не смещенные, но сильно трещиноватые пласты порфиров. Главная же масса метеорита не была обнаружена, как и следовало ожидать, поскольку метеорит, образовавший такой крупный кратер, раскололся на многочисленные мелкие осколки.

Борта частично расщипленного кратера были образованы наваленными друг на друга обломками скальных пород. Обследование показало, что такими же были борта и других кратеров. У некоторых они представляли собой довольно заметные валы высотой до 0,5 м и шириной 0,5—1,0 м. Около отдельных кратеров наблюдались лучеобразные выбросы глины и камней, расходящиеся радиально от кратеров и простиравшиеся на расстояние 10—20 м. Интересно, что такие же лучеобразные выбросы глины и мелких камней (щебенки) наблюдались и вокруг небольших воронок и даже у совсем маленьких лунок, которые находились в тыловой части эллипса рассеяния.

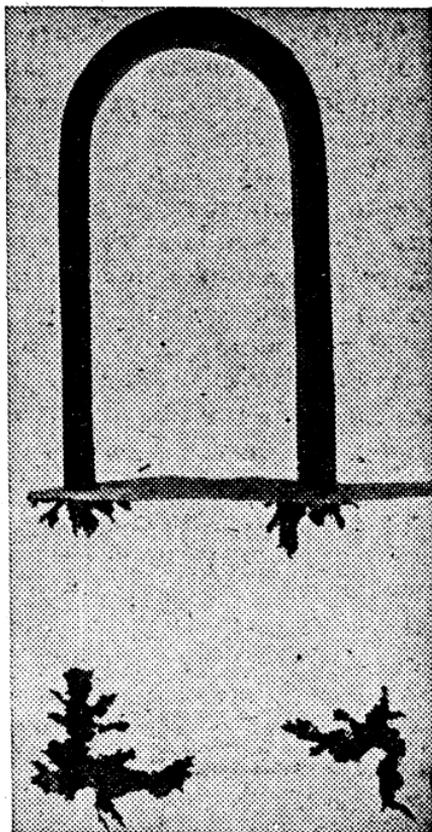


Рис. 21. Метеоритная пыль на полюсах магнита.

Была предпринята расчистка еще одного кратера № 8 (31) диаметром 14,5 м. Но и в этом кратере не было найдено крупной метеоритной массы. Среди обломков скальных пород, под которыми также были обнаружены не смещенные, но трещиноватые пласты порфиров, удалось собрать многочисленные мелкие метеоритные осколки. Не были обнаружены крупные метеоритные массы при помощи миноискателей и в других кратерах.

В результате проделанной работы можно было надежно заключить, что в кратерах и воронках диаметром 3—5 м и больше метеориты не сохранились. При ударе о скальные породы они раскололись на множество осколков.

В головной части эллипса рассеяния (в кратерном поле), на площади около 0,75 кв. км, за все время работ экспедиции было обнаружено 106 кратеров и воронок. Из них к кратерам были отнесены 24 диаметром 9 м и более. В кратерах метеориты были не только расколоты, но даже не сохранились их более или менее крупные части — главные массы. В воронках диаметром менее 9 м метеориты хотя и были расколоты, но среди осколков один выделялся значительно более крупными размерами и являлся главной массой. В воронках диаметром менее 3 м метеориты, за очень редкими исключениями, сохранились целыми. Образования диаметром менее 0,5 м были отнесены к разряду лунок.

В кратерном поле было собрано несколько тысяч мелких метеоритных осколков. Общая их масса достигала приблизительно 2 т.—

Метеоритные осколки, как было сказано ранее, резко отличаются от целых индивидуальных экземпляров, собранных в подавляющем большинстве в тыловой части эллипса рассеяния. Осколки чаще всего имели сплюснутую, «линзовидную» или «галушкообразную» форму. Некоторые мелкие осколки имели S-образную форму и рваные заостренные края (рис. 22); на некоторых наблюдались тонкие выступающие и спирально загнутые или скрученные в кольцо части. На поверхностях осколков не было видно ни коры плавления, ни регмаглиптов. Только в редких случаях, например, на осколках, найденных около воронок № 57 (2) и № 55 (79), наблюдались и кора плавления, и регмаглипты. Такие

осколки отличались еще и тем, что они не были деформированы при ударе и расколе (рис. 23).

Небольшие деформированные участки поверхности (шрамы) изредка отмечались на некоторых небольших индивидуальных экземплярах. Очевидно, эти шрамы



Рис. 22. Сильно деформированные S-образные осколки метеорита.

образовались в результате ударов метеоритов о камни в момент падения.

Все метеоритные осколки, как правило, были покрыты сплошным слоем глины и ржавчины. Поэтому они имели ржаво-бурый цвет и мало отличались от осколков скальных пород. На нескольких осколках на свободных от глины и ржавчины участках наблюдались синие, реже радужные, цвета побежалости (цветовые оттенки, появляющиеся на сильно нагретом металле). Очевидно, они были вызваны кратковременным локальным нагреванием метеоритных осколков в момент удара при падении.

В кратерном поле были обнаружены деревья, пробитые насквозь метеоритными осколками. Попадались и стволы деревьев, стоявшие около кратеров и сохранившиеся на корню, которые были густо покрыты вшив-

шимися в них мелкими метеоритными осколочками, выброшенными из кратеров.

Около одной небольшой воронки диаметром около 2 м была обнаружена перебитая пополам на высоте около 3,5 м пихта толщиной около 40 см. «Срубленная»



Рис. 23. Недеформированный осколок массой 313 г, имеющий форму пересекающихся балок (ср. рис. 17).

часть дерева лежала около пня, и ее конец был расщеплен (рис. 24).

При обследовании кратерного поля было установлено, что почти около каждого кратера и около крупных воронок у одного или нескольких деревьев, стоявших с северной стороны от них, вершины или отдельные ветви были срублены метеоритами, образовавшими данные кратеры или воронки. Измерения направлений на места ударов метеоритов о деревья (из центров кратеров или воронок) показали, что метеориты падали в общем с севера на юг под углом около $70-60^\circ$ к горизонту.

Во время работ первой экспедиции в 1947 г. было установлено, что эллипс рассеяния Сихотэ-Алинского метеоритного дождя обладает рядом особенностей. Прежде всего обратила на себя внимание сравнительно небольшая площадь эллипса, равная приблизительно 2—3 кв. км. Такой нам представлялась тогда площадь эллипса в результате обследования, проведенного первой экспедицией. Так было указано и в ряде опублико-

ванных в то время книг и статей [1, 11]. Однако значительно позднее оказалось, что эллипс рассеяния охватывает значительно большую площадь и простирается более чем на десяток километров.

Другая особенность, установленная первой экспедицией, — отклонение от обычной закономерности расположения кратеров, воронок, лунок и мест падения мелких индивидуальных экземпляров поверхностного рас-

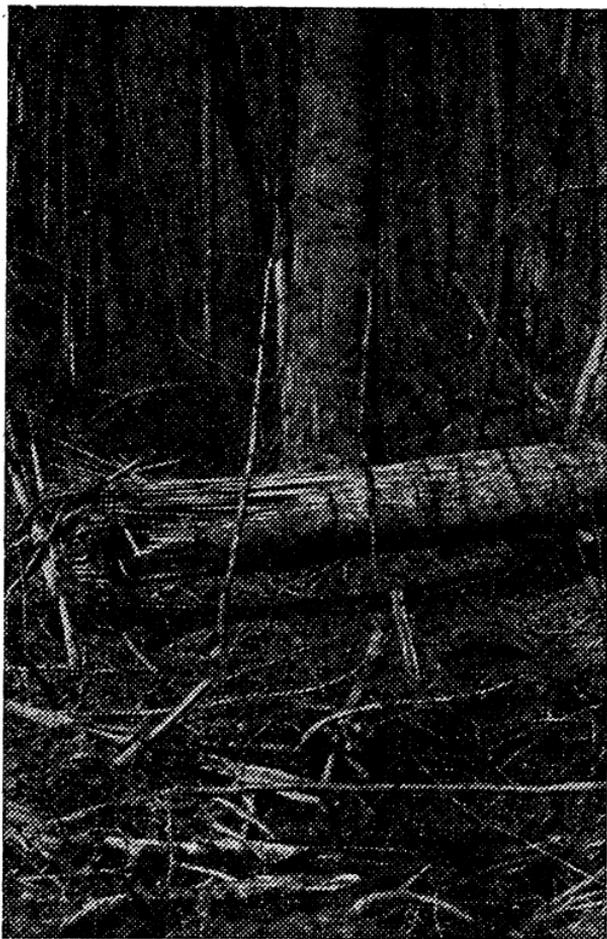


Рис. 24. Перебитая метеоритом пихта толщиной 40 см. Впереди небольшая воронка, образованная упавшим метеоритом.

сеяния в зависимости от размеров метеоритов. Часто рядом с крупным кратером находилась небольшая воронка или даже лунка. В передней части кратерного поля, т. е. в головной части эллипса рассеяния, где дол-

жене был бы находиться самый крупный кратер, располагась группа небольших воронок.

Работа первой экспедиции продолжалась до середины мая. Наступил период пробуждения природы, очень бурно протекающий в уссурийской тайге. За несколько дней все деревья и кустарники покрылись листвой, выросла густая и высокая трава. Поэтому поиски мелких индивидуальных экземпляров оказались сильно затрудненными. Результаты работы, длившейся с конца апреля до середины мая, показали, что в тайге остались не собранными тысячи индивидуальных экземпляров.

Работами первой Сихотэ-Алинской метеоритной экспедиции в основном была выяснена обстановка падения метеоритного дождя и было собрано несколько тонн метеоритов и их осколков. Задачи, поставленные перед экспедицией, были выполнены, и 18 мая экспедиция покинула район падения метеоритного дождя. К этому времени тайга оделась в густой изумрудно-зеленый наряд. Проснулись от зимней спячки и стали выползать из-под камней в кратерах и из дупел поваленных древесных стволов распространенные здесь ядовитые змеи: щитомордники и гадюки и неядовитый полутораметровый полоз Шренка. Находясь в состоянии анабиоза, эти пресмыкающиеся во время работ экспедиции совсем не беспокоили нас. Зато мы очень страдали от необыкновенного обилия клещей самых разнообразных видов. Помимо того, что клещи, впиваясь, причиняли боль, они были еще опасны тем, что среди них встречались разносчики энцефалита, тяжелой и опасной болезни. Нужно сказать, что в то время еще не была разработана сыворотка для прививки против энцефалита, и мы не были гарантированы от заболевания им. Клещи сотнями сыпались на нас с деревьев, когда мы шли во время обследования по тайге. Поэтому каждый день, приходя с работы днем на обед, и вечером, после окончания дневной работы, мы раздевались и, осматривая друг друга, снимали с себя десятки клещей. Кажется, каждый из участников экспедиции испытал укусы по крайней мере нескольких клещей.

Для возвращения экспедиции из тайги и вывоза снаряжения, а также собранных метеоритов (только мелких индивидуальных экземпляров) начальник лесо-

заготовительного участка М. И. Шевченко снова предоставил нам десяток вьючных лошадей. И, снова уложив во вьюки весь груз, экспедиция покинула тайгу.

Основную массу собранных метеоритов — крупных целых индивидуальных экземпляров и осколков общей массой около 4 т, мы оставили на месте лагеря экспедиции. Эти метеориты были доставлены до железнодорожной станции Дальнереченск по рекам средствами саперного подразделения. Из Дальнереченска метеориты были отправлены по железной дороге в Москву.

Пройдя пешком по тайге по прежнему маршруту мимо барака лесорубов, затем через село Новополтавку около реки Большой Уссурки, через которую переправились на лодках, мы встретили высланные за нами две грузовые автомашины, на которых и прибыли в Дальнереченск. Здесь, не задерживаясь, мы погрузились в поезд и 22 мая прибыли во Владивосток. Во Владивостоке экспедиция вынуждена была задержаться, чтобы оформить некоторые документы, сдать взятую во временное пользование аппаратуру и экспедиционное снаряжение, получить новые сведения о наблюдавшихся при падении метеоритного дождя явлениях и т. д. В начале июня В. Г. Фесенков, Е. В. Фесенкова-Пясковская, Н. Б. Дивари, М. Г. Каримов и автор этой книги выехали из Владивостока.

Окончившая свою работу первая Сихотэ-Алинская метеоритная экспедиция Комитета по метеоритам АН СССР установила следующее:

Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь выпал в результате раздробления в атмосфере во время движения с космической скоростью первоначально единого метеорного тела. Дробление происходило многократно, на протяжении некоторого участка атмосферной траектории, на высоте нескольких километров. Удар о грунт даже самых крупных метеоритных масс не сопровождался взрывами; самые крупные индивидуальные экземпляры имели массу в несколько тонн. Таким образом, все кратеры, в том числе и самые крупные, относятся к типу ударных, а не взрывных. Общая масса всего выпавшего метеоритного вещества тогда была определена приблизительно в 100 т. Работа экспедиции показала, что Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь относится к числу уникальных явлений природы. Такое явление еще не наблюда-

лось на протяжении по крайней мере последних нескольких столетий и притом на всем земном шаре. Не подлежала сомнению необходимость продолжения и более детального изучения этого падения и возможно более полного сбора выпавшего метеоритного вещества. Поэтому Комитет по метеоритам запланировал продолжение экспедиционных работ в последующие несколько лет. В связи с этим по ходатайству Президиума Академии наук СССР район падения метеоритного дождя был объявлен заказником сроком на 5 лет и передан в распоряжение Комитета по метеоритам для проведения экспедиционных работ.

ГЛАВА 5

КОСМИЧЕСКАЯ БОМБАРДИРОВКА

Как уже было сказано, пока экспедиция ожидала во Владивостоке схода снегового покрова в тайге, две ее группы были направлены в селения Приморского края, для опроса очевидцев падения.

Одна группа, состоявшая из Н. Б. Дивари и В. В. Берлизова, приступила к опросу на железнодорожной станции Бурлит (см. рис. 8). Отсюда она направилась в село Благовещенку, затем в Новополтавку и Ивановичи. После этого были опрошены жители селений, расположенных на левом берегу Большой Уссурки до Новопокровки.

Другая группа (М. Г. Каримов и С. М. Коноплев) произвела опрос очевидцев в селениях, расположенных вдоль железной дороги от Лесозаводска до Дальнереченска. Затем она прошла вдоль реки Большой Уссурки до Гончаровки.

Кроме указанных двух групп, опрос очевидцев в районе станции Бикин произвел Е. И. Малинкин. Затем Н. Б. Дивари на самолете отправился в с. Улунгу, расположенное в 179 км на восток — северо-восток от места падения. Там тоже был произведен опрос населения. Ряд очевидцев опросили во Владивостоке и Дальнереченске. Несколько описаний наблюдавшихся явлений было прислано в адрес экспедиции из других населенных пунктов.

На основании рассказов 240 очевидцев падения из 38 населенных пунктов была определена атмосферная траектория и вычислена орбита метеорного тела.

Как правило, опрос очевидцев производился на тех местах, откуда они наблюдали болид. Из всех очевидцев 137 человек указали направление движения болида. Они показали, где он появился и где исчез. Каждый опрошенный, исходя из показаний, определял при помощи горного компаса с эклиметром с точностью 2—3° азимут и высоту начала и конца видимой траектории болида, а также некоторых других ее точек, но вследствие расхождения показаний эти точки были найдены с большими ошибками, иногда достигавшими десятков градусов.

В результате этой кропотливой работы было составлено такое описание явления падения метеоритного дождя [12]:

«Болид появился в виде яркой звездочки. Пролетев некоторое расстояние по небесному своду, звездочка вспыхнула, осветив окружающую местность. Вспышка была настолько ярка, что была заметна даже при ярком солнечном освещении. Явление произошло в 10 ч 38 мин местного времени. Некоторые очевидцы даже закрыли глаза от яркого света. Многие указывали на то, что вспышка была ослепительной. После первой вспышки болид несколько раз дробился».

Было рассчитано, что болид появился, т. е. метеорное тело начало светиться, на высоте около 110 км над поверхностью Земли.

Один очевидец, житель с. Федосьевки К. В. Саволей, отметил, что «чем ниже опускался огненный шар, тем он становился уже». Как заключает Н. Б. Дивари, этим описанием очевидец охарактеризовал общий вид наблюдавшейся им картины падения метеорита: узкого движущегося впереди светящегося тела и расширяющегося за ним следа, как это, например, изображено на картине П. И. Медведева (см. рис. на обложке), а также на некоторых зарисовках других очевидцев.

В нижней части видимой траектории болид был не шарообразным, а несколько вытянутым: очевидцы сравнивали его с «рукой», «рукавицей», «снопом» и т. д. С. Ф. Кудря подчеркнул, что болид имел грушеобразную форму. Попытка Н. Б. Дивари определить со слов очевидцев размер болида привела его к значению

0,6 км. Конечно, этот размер относится к размеру газового светящегося шара, образовавшегося вокруг двигавшегося метеорного тела, поперечник которого был равен всего лишь нескольким метрам.

Яркость болида очевидцы сравнивали с яркостью Солнца; некоторым казалось даже, что от Солнца «оторвался» кусок, который падает на Землю.

Цвет болида описывали по-разному. Одни говорили, что он был красным, другим он казался оранжевым, третьим — желтым, а некоторым он представлялся зеленым и синим. Вернее всего цвет болида во время его движения изменялся: сначала он был красным, а потом стал зеленовато-синим.

Многие очевидцы наблюдали дробление болида во время его движения; некоторые заметили двукратное дробление и, как им показалось, при каждом дроблении наблюдались вспышки света. Были и такие, которые заметили, что в нижней части траектории болид состоял уже из нескольких частей и каждая часть двигалась самостоятельно, оставляя за собой узкую полоску дымного следа — струйку. Эти струйки, расширяясь и сливаясь вместе, образовали один сплошной и мощный пылевой след. Многие очевидцы видели, что основное тело — огненный шар, сопровождали отдельные небольшие светящиеся спутники. Так, жительница с. Виноградовки А. И. Улицкая «видела один большой кусок огня... и возле него много маленьких, сверкающих как звездочки». Многие очевидцы отмечали, что во время движения болида от него отлетали искры. Вблизи поверхности Земли, как указывали некоторые, было видно падение отдельных частей болида.

Очень интересные сведения сообщил автору книги лесник Ф. С. Ашлабан. Находясь в момент падения метеоритного дождя на заготовке леса, на расстоянии 15—18 км от места падения, он с удивлением заметил, что вдруг появились вторичные (кроме солнечных) тени от деревьев, которые быстро поворачивались. Он сразу же посмотрел на небо и увидел летевший по небесному своду болид, яркость которого превосходила яркость Солнца, а его свечение слепило глаза.

Преподаватель астрономии из г. Владивостока А. В. Мизеров сообщил, что в момент падения метеоритного дождя он находился в с. Ивановичи, расположенном в 60 км к юго-востоку от места падения. Буду-

чи в помещении, сам полет болида он не видел, но заметил, что в комнате, в которой он находился, вдруг стало очень светло. Выбежав тотчас же из дома, он увидел на небе в северо-западном направлении широкий, как бы клубящийся, след, протянувшийся вдоль траектории болида. След располагался почти вертикально и казался гигантским столбом. Вершина этого столба была белесоватой, средняя часть была окрашена в розовый цвет, а нижняя имела синеватый оттенок.

Вертикальное положение следа указывает на то, что болид пролетел точно над селом Ивановичи. Это село расположено на юго-восток от места падения метеоритного дождя (см. рис. 8), и поэтому, если исходить из наблюдений А. И. Мизерова, то получится, что болид летел с северо-запада на юго-восток. В действительности, однако, направление движения болида было, вероятно, почти меридиональным — с севера на юг.

Мизеров сообщил далее, что вскоре след стал искривляться и принял зигзагообразную форму. Он отчетливо выделялся на фоне голубого неба и был виден в течение по крайней мере $1\frac{1}{2}$ —2 часов. Мизеров слышал также звуки, похожие, по его словам, на грохот мощного, близко работающего мотора.

Интересные явления наблюдали очевидцы в ближайших к месту падения железного дождя пунктах, опрошенные геологами Ф. К. Шипулиным и В. А. Ярмолюком. Так, Н. Ф. Кушнарев, находившийся на пасеке в 7 км к югу от места падения, рассказал, что вначале он заметил высоко на небе сильный блеск и яркий свет, который был ярче солнечного и «резал глаза». Потом на небе появилась густая черная полоса дыма, которая круто опускалась к Земле. Когда эта полоса скрылась за лесом, над ним показалось «облако черного дыма», как бы поднявшееся снизу вверх. Вслед за этим раздался «взрыв», вызвавший сотрясение земли, дрожание дома и дребезжание оконных стекол. Наблюдатель услышал около 10—12 отдельных взрывов, из которых, как ему показалось, самым сильным был третий. После взрывов послышался треск, напоминавший пулеметную стрельбу. Звуки затихли только через 10—15 мин. К этому времени «полоса дыма» приобрела розовую окраску. Данные о продолжительности звуковых явлений, указанные в этом сообщении, конечно, сильно преувеличены.

Другой очевидец, В. В. Тайманов, наблюдавший явление, находясь на другой пасеке, расположенной приблизительно в 9 км к югу от места падения, заметил дробление болида в конечной части его видимой траектории на небесном своде. Эти «раскаленные добела» осколки, сообщил он, полетели вниз «довольно тесной группой веерообразно и круто». Из них шесть-семь выделялись своими более крупными размерами и летели впереди всех.

И. Г. Загляда, находившийся на той же пасеке, первоначально заметил высоко в небе огненный шар, сравнимый по яркости с Солнцем. После того как этот быстро летевший огненный шар разделился на части, на небе появилась темная «дымная» полоса красновато-розового оттенка. Около самого леса полоса резко расширилась и примерно втрое превзошла ширину верхней своей части. После падения метеоритного дождя раздался сильный «взрыв», вызвавший ощутимое сотрясение земли, дрожание дома и дребезжание оконных стекол. Все эти явления продолжались очень недолго, однако гул после взрыва был слышен в течение около пяти минут.

Очень интересные подробности рассказал И. П. Родзиевский, который в момент падения метеоритного дождя находился несколько дальше предыдущих очевидцев. Сначала он заметил вспышку, похожую на молнию. Вслед за нею на небе появился блестящий огненный шар, яркость которого можно было сравнить с яркостью электрической дуги. За шаром тянулся хвост красноватого оттенка. Вдоль траектории шара осталась белая полоса, напоминавшая облако. Эта полоса дугообразно опускалась к Земле. Минуты через две после падения метеоритного дождя раздался сильный «взрыв», от которого задребезжали оконные стекла. Затем, через 1—2 мин, послышались «мелкие взрывы», напоминавшие пулеметную стрельбу. Среди этих взрывов выделились отдельные, более сильные. Этот «треск» продолжался примерно одну минуту и сменился грохотом, напоминавшим артиллерийскую канонаду. Над местом падения метеоритного дождя в этот момент поднялся столб «дыма» серовато-белого цвета. Столб вместе с полосой был виден на небе приблизительно в течение часа. Находившийся во время падения метеоритного дождя на телефонном столбе монтер В. И. Ефтеев,

как сообщил Родзиевский, в момент вспышки ощутил резкий электрический толчок от проводов, несмотря на то, что линия была выключена.

Жители многих других населенных пунктов, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от места падения метеоритного дождя, наблюдали в общем сходные явления. Однако те или иные детали явления у разных людей запечатлевались по-разному, что видно и из приведенных выше рассказов. Это и понятно, если учесть, в какое смятение пришли люди от неожиданности и грандиозности световых и звуковых явлений, а во многих случаях и от их непонимания. Подавляющее большинство очевидцев впервые в своей жизни видело падение метеорита.

Общая картина падения метеоритного дождя по впечатлениям, полученным автором этой книги на основании ознакомления с рассказами очевидцев, рисуется в следующем виде.

В тихое и морозное, почти совершенно безоблачное утро 12 февраля 1947 г. в 10 ч 38 мин по местному декретному времени при полном солнечном освещении на небе появился болид. Сначала он имел вид яркой звезды, но затем быстро превратился в ослепительно яркий огненный шар, вскоре принявший несколько вытянутую форму. Болид стремительно пронесся по небесному своду в направлении приблизительно с севера на юг, оставляя позади себя клубящийся пылевой след из продуктов разрушения метеорного тела. Болид скрылся за сопками где-то в западных отрогах Сихотэ-Алиня. Во время движения болид дробился, в результате чего на последнем участке его видимой траектории наблюдался рой отдельных частей. Через несколько минут после исчезновения световых явлений раздались сильные удары, похожие на взрывы или стрельбу из тяжелых орудий. За ударами последовал грохот, а затем гул, далеко прокатившийся по тайге и многократно повторенный эхом в отрогах хребта. След, оставшийся на небесном своде после полета болида, в виде гигантской «дымной» полосы был виден в течение всего дня. Он постепенно искривлялся из-за сильных воздушных течений, господствующих в верхних слоях земной атмосферы. Вследствие того, что воздушные течения на разных высотах направлены в разные стороны, след принял зигзагообразную форму. Он, словно ска-

зочный исполинский змей, распростерся на небесном своде. Постепенно слабея и разрываясь на клочья, след исчез только к вечеру. Почти все очевидцы утверждали, что полет болида продолжался не более 4—5 секунд. Болид наблюдался над территорией радиусом свыше 300 км, а звуковые явления были слышны на еще большем расстоянии от места падения метеоритного дождя.

Особенно интенсивные явления, сопровождавшие падение метеоритного дождя, наблюдались в селениях, расположенных приблизительно вдоль проекции траектории метеорного тела на земную поверхность. Очевидцы из этих населенных пунктов рассказывали, что при падении метеоритного дождя распахивались двери, вылетали из окон стекла, осыпалась с потолков штукатурка, выбивалось из топившихся печей пламя, вылетала зола с головешками.

Падение метеоритного дождя вызвало панический страх и у животных. Лошади ржали, коровы мычали; они срывались с привязей и в сильном испуге метались во все стороны. Собаки с визгом и лаем забивались под укрытия или убегали из селений в лес.

В результате проведенной Н. Б. Дивари обработки данных, сообщенных очевидцами явлений, была определена атмосферная траектория метеорного тела. Вот основные данные:

Направление влета в земную атмосферу: $A = 14^\circ В$;
 $h = 43^\circ$,

Направление падения на земную поверхность: $A = 14^\circ В$; $h = 60^\circ$.

Диаметр болида: $D = 0,61 \pm 0,01$ км.

Н. Б. Дивари отмечает, что полученное значение размеров болида, по-видимому, завышено вследствие эффекта иррадиации. Кроме того, следует иметь в виду, что найденная величина относится не к диаметру самого метеорного тела, а к диаметру того огненного шара, который и являлся болидом. Яркость болида сравнивалась с яркостью Солнца. Несмотря на дневное время и освещение Солнцем многие очевидцы, находившиеся в помещениях, отмечали очень интенсивное освещение комнат движущимся источником света.

Время падения 12 февраля 1947 г. 0 ч 38 мин мирового времени.

На основании приведенных выше данных об атмосферной траектории метеорного тела и считая, что его скорость составляла около 15 км/с, академик В. Г. Фесенков вычислил его орбиту, которая имеет следующие элементы [14]:

$$\begin{aligned} \tau &= 13,03 \text{ февраля } 1947 \text{ г.} \\ a &= 2,163 \text{ астрономической единицы,} \\ i &= 9^{\circ},4, \\ e &= 0,536, \\ \Pi &= 181^{\circ},3, \\ \Omega &= 322^{\circ},5. \end{aligned}$$

Расстояние афелия от Солнца составляет 3,338 в радиусах земной орбиты, что почти в точности совпадает со средним положением пояса астероидов. В. Г. Фесенков указал, что Сихота-Алинское метеорное тело даже на наибольшем расстоянии от Солнца находилось внутри пояса астероидов, и никогда не приближалось

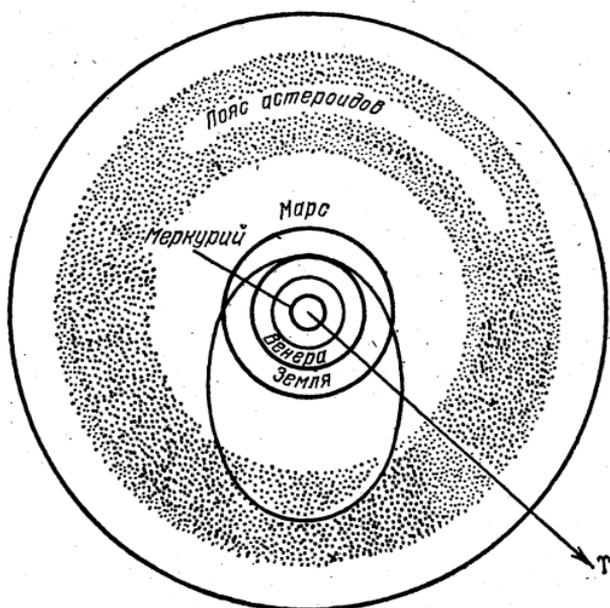


Рис. 25. Орбита Сихота-Алинского метеорного тела по вычислениям В. Г. Фесенкова.

к Солнцу ближе, чем на радиус земной орбиты. Таким образом, его можно отнести к мелким астероидам, которые во множестве движутся вокруг Солнца, главным образом между орбитами Марса и Юпитера (рис. 25).

В ТАЙГУ ЗА ЖЕЛЕЗНЫМ ДОЖДЕМ

После работ, выполненных в районе падения железного дождя первой экспедицией Комитета по метеоритам АН СССР весной 1947 г., выяснилось, что для полного изучения обстановки падения и сбора выпавшего метеоритного вещества потребуется ряд лет. Разработанная программа полевых работ предусматривала выполнение аэрофотосъемки района падения в четырех разных масштабах, топографической съемки, геологического изучения района падения, магнитных измерений на кратерах и воронках, раскопок кратеров и воронок и извлечение из них метеоритов, сбор образцов грунта в кратерах и воронках, а также в их окрестностях.

По ряду причин автор книги не смог принять участие в экспедиционных работах, но им была разработана программа, а также на протяжении всего экспедиционного периода давались указания начальнику экспедиции о методах и технике проведения тех или иных работ (кроме аэрофотосъемки, топографической съемки и магнитных измерений).

Поскольку главной задачей предстоящих экспедиций был сбор метеоритов с применением магнитных измерений для определения мест залегания и состояния метеоритов, начальником экспедиции был назначен младший научный сотрудник Института теоретической геофизики магнитолог С. С. Фонтон. В состав второй экспедиции 1948 г. были включены: специалист по аэрофотосъемке О. А. Юрковский, лаборант М. И. Милованов, топограф Н. Н. Щетинин, старшие техники магнитологи В. И. Баранов и Н. И. Голованов, геодезист А. Т. Скобелев, вычислитель Р. Н. Скобелева и геолог Л. Н. Хетчиков. Кроме того, в экспедиции приняли участие художник Н. А. Кравченко, кинооператор В. Б. Шапошников и прораб В. В. Вавилов. Институт земного магнетизма АН СССР предоставил в распоряжение экспедиции магнитометрическую аппаратуру [15].

В начале апреля 1948 г. вторая экспедиция выехала поездом из Москвы и в середине апреля прибыла в Дальнереченск. Здесь в течение почти месяца экспе-

диция вынуждена была заниматься различными подготовительными работами и организационными делами. Наиболее сложной оказалась организация аэрофотосъемки. В Дальнереченске к экспедиции было прикомандировано подразделение саперов с миноискателями и некоторыми другими техническими средствами.

После выполнения всех подготовительных дел, в середине мая, экспедиция со снаряжением (около 3 т) выехала на двух грузовиках из Дальнереченска в тайгу. Последнюю часть пути пришлось плыть на лодках по разлившимся рекам Маревке и Ханихезе. Экспедиция высадилась на берег в районе пасеки, расположенной в 10—12 км от места падения железного дождя. Отсюда экспедиция направилась к месту работ без дороги по тайге, доставив снаряжение и продовольствие на тракторе. Проводником был уже известный читателю Ф. С. Ашлабан. В тайге экспедиция разместилась в избе, построенной в прошлом году. Позднее саперы построили еще две избы для себя.

Работа началась с подготовки проведения аэрофотосъемки. Были изготовлены в качестве ориентиров искусственные маяки из белых полотнищ, привязанных к вершинам деревьев на высоте 60—70 м. Для геодезического обоснования данных аэрофотосъемки была проведена теодолитная съемка на площади около 48 кв. км. Топографический отряд произвел также разбивку сети наблюдательных пунктов для выполнения магнитных измерений.

Методом аэрофотосъемки кратерное поле площадью в 2 кв. км было снято в двух масштабах — 1:1000 и 1:3000. Весь же район падения железного дождя, площадью 48 кв. км, был заснят также в двух, но меньших масштабах — 1:5000 и 1:16 000.

Геолог Л. Н. Хетчиков выполнил геологическое изучение района падения. Одновременно с геологическими исследованиями были проведены магнитные измерения для изучения характера магнитного поля всего района. Измерения показали, что кратерное поле расположено в сравнительно спокойной части магнитного поля данного района.

Магнитные измерения были выполнены на 12 метеоритных кратерах (рис. 26) и в воронках разного размера. Результаты измерения показали, что в кратерах должны были залегать расколотые метеориты, при-

чем были установлены места концентраций метеоритных осколков в кратерах. Были установлены также места залегания метеоритов в небольших воронках, где они оказались целыми.

Интересные результаты были получены после полной очистки от насыпного материала (осколков разбитых скальных пород и глины) воронки № 28 (25) диаметром 7 м (рис. 27). Для очистки воронка была разбита на четыре сектора: северный, восточный, западный и южный. Все крупные обломки, общей массой



Рис. 26. Магнитные измерения на одном из крупных кратеров.
У магнитометра С. С. Фонтен.

10—25 кг, были сложены соответственно секторам в четыре штабеля. Мелкие обломки, а также глина и песок собирались против соответствующего сектора в кучи. В результате полной очистки воронки было собрано около 200 метеоритных осколков общей массой приблизительно в 300 кг. Наибольший осколок (главная масса) имел массу около 50 кг. Метеоритные осколки концентрировались в центральной, несколько смещенной к югу внутренней части воронки, что и подтвердилось магнитными измерениями.

Метеоритные осколки из данной воронки отличались незначительной деформацией и хорошей сохранностью балочно-кусковатой структуры. Среди осколков

был найден всего лишь один, который по праву можно назвать уникальным. Он был как бы составлен из двух кусков, из которых один имел четко выраженную форму октаэдра (рис. 28). Этот осколок оказался единственным не только среди собранных в данной воронке, но и среди всех десятков тысяч собранных до сих пор осколков Сихотэ-Алинского метеоритного дождя.

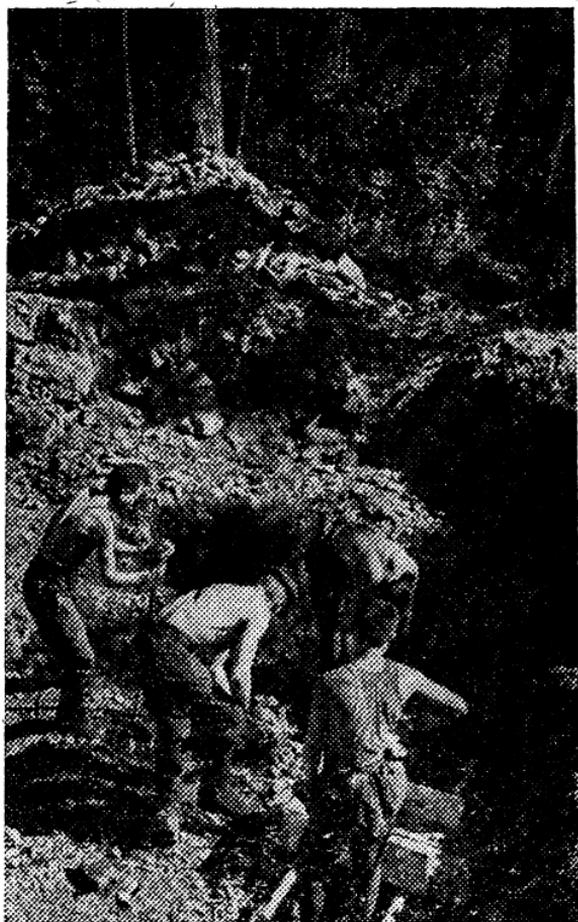


Рис. 27. Раскопки воронки № 28 (25) диаметром 7 м.

При раскопках метеоритных воронок, у которых магнитные измерения показали наличие значительных аномалий, были извлечены крупные нерасколотые метеориты с массой каждого, достигающей несколько сотен килограммов.

Интересной была воронка № 66 (38) диаметром 2 м, около которой, как было сказано ранее, была обнару-

жена перебитая пихта (см. рис. 24). При раскопке воронки были обнаружены два метеоритных осколка массой 43,8 кг и 300 кг, которые оказалось возможным сложить вместе. Таким образом, выяснилось, что метеориты даже массой в несколько сотен килограммов



Рис. 28. Осколок метеорита массой 205 г с выступом в форме октаэдра.

при ударе о древесные стволы способны раскалываться. Изучение поверхности раскола данного метеорита показало, что раскол произошел по границам между структурными элементами — балками и пластинками.

При вскрытии воронки № 53 (27) диаметром 3 м с глубины 0,6 м ниже дна воронки был извлечен целый метеорит массой 500 кг. Из воронки № 87 (28) диаметром 1,0 м был извлечен метеорит массой 150,4 кг, из воронки № 48 (33) диаметром 3 м — метеорит массой 450 кг и из воронки № 78 (39) диаметром 1,5 м — метеорит массой 80,0 кг. Во всех этих воронках метеориты лежали под южными бортами, не достигая подстилающих скальных пород.

Из разных кратеров и воронок, а также из разных точек кратерного поля и всего эллипса рассеяния было собрано несколько сотен образцов грунта для изучения содержащегося в нем распыленного метеоритного вещества.

Все этапы работ экспедиции, так же как и отдельные бытовые сцены, были сфотографированы и засняты на кинолентку. Были также засняты общий вид кратерного поля, отдельные кратеры и воронки, повреж-

дения деревьев метеоритами и т. д. Художник написал маслом с натуры несколько картин, изображающих кратеры и воронки.

Окончив запланированные работы, экспедиция по известному уже маршруту вернулась из тайги в Дальнереченск, а в конце августа прибыла в Москву. В январе 1949 г. прибыли в Москву и собранные метеориты, отправленные из Дальнереченска по железной дороге.

В июле 1949 г. из Москвы в район падения метеоритного дождя выехала третья экспедиция Комитета по метеоритам, также под начальством С. С. Фонтона. Экспедиция состояла из семи человек. Как и ранее, к ней было прикомандировано подразделение саперов с миноискателями и некоторыми техническими средствами. Магнитную аппаратуру по-прежнему предоставлял Институт земного магнетизма АН СССР.

Лето 1949 г. в Приморском крае было исключительно засушливым, что совершенно не свойственно данному краю. По сухой дороге из Дальнереченска к месту падения железного дождя экспедиция прибыла без особых затруднений. Там, где в прошлом году приходилось передвигаться на лодках, а на последнем отрезке пути на гусеничном тракторе, в этом году удалось проехать на автомашинах. В конце июля экспедиция прибыла в район падения и в начале августа приступила к работам.

Засушливая погода породила ряд трудностей в работе. Дело в том, что ручей, протекающий вблизи лагеря, совершенно пересох. Приходилось выкапывать колодцы, которые необходимо было ежедневно углублять. Фонтон сообщал, что в течение некоторого времени воды было настолько мало, что приходилось обходиться без умывания. Однако в конце сентября прошли грозовые дожди, обстановка изменилась и затруднения с водой исчезли.

Экспедиция провела полное обследование всего района падения железного дождя. В обследовании принимали участие 20—25 человек, в том числе саперы с миноискателями. Участники поиска шли шеренгой. Расстояние между ними составляло 2 м. Каждый участник был снабжен миноискателем либо полуметровой палкой. При помощи последней легко прощупывались всякого рода ямки и углубления, где мог бы скрываться от взора человека осколок метеорита или индивиду-

альный экземпляр. Шеренга двигалась в широтном направлении, крайние участники делали зарубки на деревьях — это обозначало границу между обследованной полосой и необследованной. Восточная граница обследованного участка проходила по водоразделу ручья Большой Метеоритный и реки Вторая Ханихеза. В северном направлении обследовался район, простиравшийся на расстояние до 4 км от кратерного поля.

Во время работ было найдено семь индивидуальных экземпляров, много метеоритных осколков и обнаружено 29 новых лунок с метеоритами. Один метеорит, массой 440,4 кг, был обнаружен на полусгнившем кедровом пне; метеорит врезался в пень и застрял в его корневище. Сверху метеорит был засыпан трухой сгнившей древесины и только обнаженный уголок выдал его местонахождение. Метеорит имел примерно квадратное сечение в плане и выпукло-вогнутую форму в профиль. Судя по его расположению, он падал плашмя и поэтому, вероятно, имел замедленную скорость падения и не смог проникнуть глубоко в грунт.

При помощи миноискателей были выявлены и собраны метеоритные осколки на поверхности внутренних склонов кратеров и воронок, а также в их окрестностях. При этом оказалось, что большинство осколков концентрировалось в центральной и южной частях кратеров и воронок; северные же склоны и борта были почти полностью свободны от них.

Были детально изучены выбросы и повреждения деревьев вокруг 12 наибольших кратеров. В результате было установлено, что выбросы окружают кратеры и воронки сплошным кольцом, шириной до нескольких метров у последних и десятков метров у крупных кратеров. Толщина выброшенного слоя, а также его граница оказались зависящими от рельефа местности, на которой образован данный кратер или воронка, а также от естественных препятствий в виде деревьев, пней и т. д., которые встречались на пути выброшенного материала. Так, наличие крупных деревьев, уцелевших на корню, привело к тому, что в выбросах образовались своего рода «тени» — хорошо заметные канавки.

В некоторых уцелевших деревьях, расположенных недалеко от того или иного кратера или воронки, были обнаружены застрявшие в стволах метеоритные осколки, выброшенные из кратеров или воронок.

Следует сказать, что при обследовании эллипса рассеяния с использованием миноискателей не было обнаружено ни одного индивидуального экземпляра небольших размеров с массой, не превышающей нескольких сотен граммов. Найденные семь индивидуальных



Рис. 29. Метеорит массой 150,1 кг на дне раскопанной воронки № 87 (28) диаметром 1 м.

экземпляров были относительно крупными и имели массу в десятки килограммов. Как выяснилось в последующих экспедициях, при помощи применявшихся при обследовании миноискателей вследствие их недостаточной чувствительности и не могли быть обнаружены мелкие индивидуальные экземпляры.

В результате работ, выполненных третьей экспедицией, было описано и вскрыто 87 воронок и лунок диаметром от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. В меньших воронках и лунках были обнаружены и извлечены целые индивидуальные экземпляры массой в десятки и сотни килограммов (рис. 29). В более крупных воронках метеориты оказались раздробленными на сотни осколков.

Интересные результаты были получены при раскопке воронки № 64 (62) диаметром 2 м. Еще во время работ первой экспедиции в 1947 г., когда воронка была заполнена водой, при помощи длинной жерди был

обнаружен на дне воронки канал длиной в несколько метров. Канал уходил под некоторым углом вглубь и достигнуть жердью его конца тогда не удалось. Во время экспедиции 1949 г. для изучения и вскрытия этой воронки были выполнены магнитные измерения. Однако никаких определенных результатов эти измерения не дали и оставалось неясным, есть ли в воронке метеорит. Поэтому можно было только предполагать, что метеорит невелик и находится на большой глубине. Вследствие засушливого лета откачка воды из воронки не представляла больших трудностей. Раскопки показали, что воронка образована в сравнительно мягком грунте, а метеорит массой 255,6 кг совершенно целый, находится на глубине 6 м (считая по вертикали от поверхности грунта). Однако, поскольку метеорит проник в грунт под углом, длина его пути в грунте достигала 8 м. Канал, пробитый метеоритом, был заполнен глиной и песком. Метеорит имел удлиненную форму и размеры 66 × 29 см. Такой формой метеорита, мягким грунтом и тем, что метеорит был направлен заостренным концом вперед, и объясняется столь глубокое проникновение его в грунт. Для извлечения метеорита из воронки пришлось вырыть колодец.

Интересно сравнить этот экземпляр с другим метеоритом, упавшим на пень дерева (о нем уже говорилось выше). Тот метеорит, будучи более тяжелым (его масса 440,4 кг), остался на поверхности грунта, лишь смяв старый полусгнивший (во время падения метеорита замерзший) пень кедра и застряв в его корневище. Но дело все в том, что хотя его масса и была больше, чем у метеорита, образовавшего воронку № 64 (62), он имел уплощенную форму и падал плашмя.

При вскрытии же воронки № 34 (99) диаметром 5,5 м, расположенной в низинном месте и тоже в мягком грунте, оказалось, что метеорит, ее образовавший, раскололся на множество мелких осколков. Было собрано около 860 осколков общей массой около 400 кг, сконцентрированных в центральной части воронки, на глубине от 1,0 до 1,9 м. Вокруг этой воронки еще в 1947 г. были обнаружены повреждения деревьев. Так, на расстоянии 4—5 м от борта воронки к северу метеоритом была срублена вершина кедра под углом в 28° к вертикали. На восточном борту воронки был насквозь пробит осколком кедра толщиной около 80 см. От места

пробоя вниз по стволу кедр образовались трещины и имелся выкол древесины. Поперечник пробоя был равен 5—6 см. В направлении продолжения пробоя на расстоянии трех метров от кедр под кучей мусора, сучьев и кедровой хвои был обнаружен сильно деформированный осколок метеорита с заостренным концом массой 158 г. Очевидно, этим осколком и был пробит кедр. Однако, судя по направлению пробоя, найденный осколок не был выброшен из воронки. По-видимому, он откололся от метеорита, образовавшего данную воронку, в тот момент, когда метеорит ударился и срубил вершину первого дерева. Отколовшийся осколок, сохраняя еще значительную скорость, но изменив несколько направление движения, ударился и пробил насквозь (по хорде длиной около 40 см) другой кедр, стоявший около восточного борта образовавшейся воронки.

Были обнаружены еще два дерева с застрявшими в них метеоритными осколками. Одно дерево толщиной 10 см располагалось в 6 м к востоку от воронки. В нем на высоте 3,7 м со стороны воронки был обнаружен метеоритный осколок массой 9,5 г, впившийся в дерево на глубину своего поперечника снизу вверх. На расстоянии 4,7 м от борта воронки к северо-северо-востоку, также снизу вверх пробил второе дерево толщиной 0,2 м другой осколок массой 83,0 г, тоже впившийся в дерево на глубину своего диаметра.

Перед началом раскопок в кратере № 13 (64) диаметром около 12 м и вокруг него с помощью миноискателя было найдено 16 осколков общей массой около 50 кг. При раскопке же кратера было собрано несколько сотен метеоритных осколков общей массой около 300 кг. Самый крупный осколок имел массу приблизительно 150 кг, а три осколка — массу около 20 кг каждый. Интересно, что в 1947 г. на борту кратера наблюдался резко выраженный вал высотой от 0,4 до 0,8 м и шириной до 1,2 м. Вокруг кратера наблюдались радиальные выбросы. Наиболее резко выраженные лучи были направлены к востоку, юго-западу и юго-юго-западу; последний луч прослеживался на расстояние до 20 м. Такие же лучи выброса наблюдались и во время работ экспедиции в 1949 г.

Очень интересные результаты были получены при вскрытии самого южного кратера № 24 (65) диаметром 8,5 м. Кратер располагался в наиболее сырой болотис-

той местности. Выбросы окаймляли кратер неширокой, но высокой полосой из глины. Осколки скальных пород, за исключением одного крупного блока, почти совсем отсутствовали. Кратер был заполнен водой, причем при откачке воды выяснилось, что она в нем накапливалась не только в результате атмосферных осадков, но и за счет постоянного притока подпочвенных вод. При обследовании кратера с помощью миноискателя перед его вскрытием не было найдено ни одного метеоритного осколка. Большие затруднения при раскопках кратера представляла глина, которая вследствие обилия воды превратилась в липкую массу. Из-за этого края кратера все время оплывали. Поэтому приходилось постоянно укреплять борта. Почти все осколки были сконцентрированы на глубине около 4 м, но отдельные их экземпляры стали попадаться на глубине 2,5—2,8 м от земной поверхности. Общая их масса достигала приблизительно 250 кг. Целый ряд осколков резко отличался белым цветом своих поверхностей, не подвергшихся окислению. Очевидно, это объясняется тем, что осколки после их образования были заключены в глинистую оболочку; вначале она была мокрой и липкой, но быстро затвердевала и тем предохраняла осколки от ржавления. Белый цвет поверхностей осколков, очевидно, и является тем естественным цветом никелистого железа, который обычно нельзя заметить. Осколки отличались еще и тем, что они были свободны от сколько-нибудь значительных деформаций. На осколках видны выступающие концы балок и пластинки, четко ориентированные по плоскостям октаэдра. На многих осколках видны участки наружной поверхности расколовшегося метеорита с регмаглиптами и корой плавления.

В конце октября 1949 г. третья экспедиция окончила работы и вернулась в Москву.

В июле 1950 г. из Москвы в район падения железного дождя выехала четвертая экспедиция, снова во главе с С. С. Фонтоном. По прибытии в Дальнереченск экспедиция вынуждена была задержаться на довольно продолжительное время, вследствие наступившего разлива рек от прошедших обильных дождей. Только в середине августа на двух грузовых автомашинах экспедиция выехала из Дальнереченска и с большими трудностями достигла Новополтавки. На дальнейшем пути,

протяжением более 30 км, экспедиция продвигалась частью на лодках, а частью пешком. Экспедиционное снаряжение, аппаратура и продовольствие были доставлены вьюками на лошадях и при помощи гусеничного трактора. По примеру прошлых лет к экспедиции было прикомандировано подразделение саперов.



Рис. 30. Защитный шатер над кратером № 10 (40) диаметром 12,8 м.

Из-за дождей многие кратеры и воронки, находившиеся в низинных местах и намеченные к раскопкам, оказались залитыми водой. Поэтому в первый период проводились раскопки только тех кратеров и воронок, которые находились на высоких и сухих местах. В этот же период были построены защитные шатры из дранки на двух законсервированных кратерах и одной небольшой воронке (рис. 30), которые решено было сохранить в нетронутом раскопками виде. Правда, воронка была вскрыта, но обнаруженный в ней целый метеорит, массой около 100 кг был оставлен в том положении и на том месте, где был обнаружен.

Была произведена также магнитная съемка в нескольких кратерах и воронках. Интересной оказалась воронка № 45 (150) диаметром 3,5 м. Магнитные измерения в этой воронке не дали сколько-нибудь ясных результатов. Между тем на глубине 4 м в результате раскопок был обнаружен целый метеорит массой

1745 кг. Он оказался самым крупным среди всех собранных индивидуальных экземпляров в данной местности (рис. 31). Магнитометр не показал наличие метеорита из-за значительной глубины его залегания.

В летние и осенние месяцы 1950 г. было раскопано 13 кратеров и воронок. Перед раскопками вокруг более крупных кратеров и воронок и на их внутренних

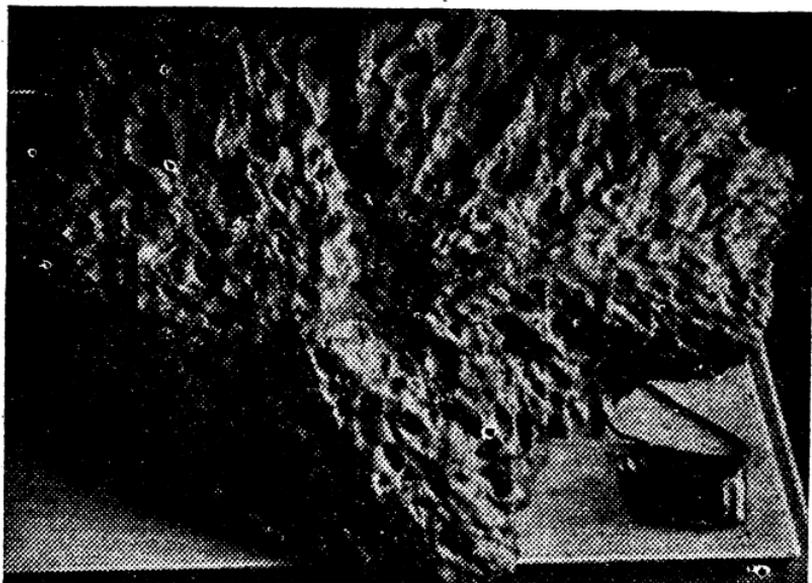


Рис. 31. Самый крупный индивидуальный экземпляр массой 1745 кг.

склонах при помощи миноискателей, а также путем простого осмотра было обнаружено и собрано большое количество метеоритных осколков.

В осенние месяцы было раскопано еще шесть воронок, которые были расположены в низинном месте и образованы в мягком грунте; поэтому летом они были залиты водой.

В конце декабря 1950 г. все собранные метеориты и их осколки были вывезены из тайги в Дальнереченск и в отдельном вагоне отправлены в Москву. К середине января 1951 г. в Москву вернулся и весь персонал экспедиции.

После окончания работы четвертой экспедиции полевые работы в районе падения Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя были временно прекраще-

ны. Начался период камеральной обработки всего огромного собранного материала, длившийся полтора десятка лет. Полученные результаты были опубликованы в двухтомной коллективной монографии под заглавием «Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь», первый том которой [12] вышел из печати в 1959 г., а второй [13] — в 1963 г.

ГЛАВА 7

ОБРАЗОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОГО ДОЖДЯ

Одной из замечательных особенностей Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя является обилие индивидуальных экземпляров, количеством около ста тысяч, рассеявшихся на сравнительно небольшой площади, не превышающей 15—18 кв. км. Длина большой оси эллипса рассеяния, вероятно, была немногим более десятка километров, а ширина 1—1,5 км. Это был действительно железный дождь, «пролившийся» на небольшой площади.

Другая не менее замечательная его особенность состоит в том, что в пределах такой незначительной площади выпали индивидуальные экземпляры столь различного размера, что масса их колебалась от долей грамма до нескольких тонн. Так, самый крупный из уцелевших при ударе о грунт индивидуальных экземпляров имел массу 1745 кг (см. рис. 31), а самый маленький — всего лишь 0,18 г *) (см. рис. 16). Самые крупные экземпляры, расколовшиеся при ударе о грунт и образовавшие наибольшие кратеры, имели массу, вероятно, 2—3 т каждый.

Для приближенного определения общей массы железного дождя, достигшего земной поверхности в виде целых индивидуальных экземпляров, осколков расколовшихся экземпляров и частиц метеоритной пыли, образовавшейся при расколе крупных индивидуальных экземпляров и примешавшейся к грунту, был применен следующий способ.

*) Этот экземпляр, как было сказано ранее, был найден в тайге во время сбора метеоритов. При изучении образцов грунта были обнаружены еще значительно меньшие экземпляры (см. далее).

На основе установленной автором в 1952 г. зависимости между массой метеорита и поперечником кратера или воронки [16] была построена диаграмма. Последняя показывает линейную зависимость между размерами лунок и воронок (поперечником до 3 м) и массами индивидуальных экземпляров от самых малых до имеющих массу приблизительно 350 кг. В более крупных воронках и кратерах были обнаружены расколотые метеориты, причем диаграмма показывает, что чем крупнее воронка или кратер, тем относительно меньше была общая масса собранных в них метеоритных

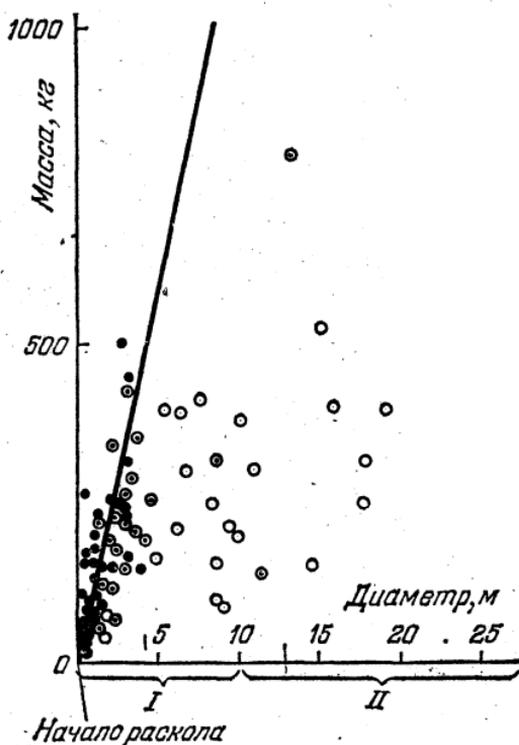


Рис. 32. Диаграмма зависимости диаметра кратера или воронки от массы метеорита. Черные кружки — целые индивидуальные экземпляры, светлые — расколотые в воронке (I) и в кратере (II), кружки с точками — главная масса сохранилась.

осколков (рис. 32). Очевидно, что чем крупнее воронка или кратер, тем большее количество осколков из нее было выброшено.

В предположении, что линейный ход увеличения массы метеорита с увеличением размера воронки или кратера, установленный для лунок и малых воронок,

справедлив и для средних и крупных воронок и кратеров, мы экстраполировали диаграмму диаметр — масса до диаметров самых крупных кратеров. По этой диаграмме были получены значения средней массы метеорита для лунок, воронок и кратеров всех размеров (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Значения средней массы метеорита для лунок, воронок и кратеров разного размера

Диаметр, м	Масса, кг	Диаметр, м	Масса, кг	Диаметр, м	Масса, кг
0,5	60	10	1200	20	2400
1	120	11	1320	21	2530
2	240	12	1440	22	2650
3	360	13	1560	23	2770
4	480	14	1680	24	2900
5	600	15	1800	25	3020
6	720	16	1920	26	3140
7	840	17	2040	27	3260
8	960	18	2160	28	3390
9	1080	19	2290	29	3500

Соответствие приведенных в таблице данных действительным, по крайней мере для воронок и средних кратеров, подтверждается следующими двумя случаями. В воронке № 33 (92) диаметром 5,7 м был обнаружен довольно хорошо сохранившийся индивидуальный экземпляр массой примерно 700 кг. По диаграмме же такой воронке (с округлением 6 м) должен соответствовать метеорит массой 720 кг. В другом случае, в кратере № 14 (32) диаметром 11,2 м был обнаружен несколько обколотый метеорит массой приблизительно в 1000 кг. Массу же обколотых частей приблизительно можно определить в 300 кг. Следовательно, первоначальная масса метеорита была примерно 1300 кг. По диаграмме данному кратеру соответствует метеорит массой тоже около 1300 кг. Таким образом, в обоих случаях имеет место полное согласие.

Следует, однако, сказать, что самый крупный целый индивидуальный экземпляр из числа найденных имел массу 1745 кг. Такому метеориту по нашей диаграмме должен отвечать кратер диаметром около 14,5 м. Между тем этот метеорит был обнаружен в воронке диаметром лишь в 3,5 м (воронка № 45 (150)), кото-

рой должен был бы соответствовать метеорит массой около 400 кг. Такое несоответствие можно объяснить, во-первых, тем, что воронка была обнаружена и ее размеры были определены лишь в 1949 г., т. е. через два года после падения метеоритного дождя. Несомненно, за этот срок воронка сильно деформировалась, потеряла свою прежнюю четкость и ее диаметр заметно уменьшился (эта воронка образовалась в мягком грунте). Во-вторых, данный метеорит имел резко уплощенную форму и падал плашмя, вследствие чего его скорость падения у поверхности грунта могла быть значительно меньше ожидаемой.

С помощью приведенной выше шкалы были приближенно определены массы метеоритов для всех тех лунок, воронок и кратеров, в которых были обнаружены только осколки расколотых метеоритов. Сумма масс этих метеоритов, сумма масс собранных целых индивидуальных экземпляров и, наконец, сумма масс еще не собранных мелких индивидуальных экземпляров составит общую массу всего выпавшего железного дождя. Она приближенно определяется в 70—80 т.

Еще одной, резко выраженной особенностью Сихотэ-Алинского метеоритного дождя является обломочная форма индивидуальных экземпляров и резко выраженный регмаглиптовый рельеф, а также наличие разнообразных выступов и глубоких (иногда сквозных) проплавлений, наблюдаемых на многих индивидуальных экземплярах (см. рис. 14). Особенно интересным и важным для изучения процесса разрушения метеорного тела представляется различие в степени атмосферной обработки (абляции), наблюдаемое у разных индивидуальных экземпляров и даже зачастую у одного и того же экземпляра, но на разных участках его поверхности. Можно, например, увидеть так называемые поверхности второго рода (появившиеся в результате третьей стадии дробления — см. с. 46), на которых почти не заметны следы атмосферной обработки, но сохранились неровности излома, покрытые тонкой пленкой из подплавленного вещества метеорита (рис. 33). С другой стороны, у многих экземпляров наблюдается результат значительной атмосферной обработки с образованием полноразвитого регмаглиптового рельефа (рис. 34). Иногда на отдельных поверхностях видны особенно крупные регмаглипты. Для некоторых экзем-

пляр, в том числе и мелких, характерна значительная сглаженность их поверхностей, нередко с полным отсутствием регмаглиптов (рис. 35). В то же время на многих таких же по размерам мелких экземплярах на-

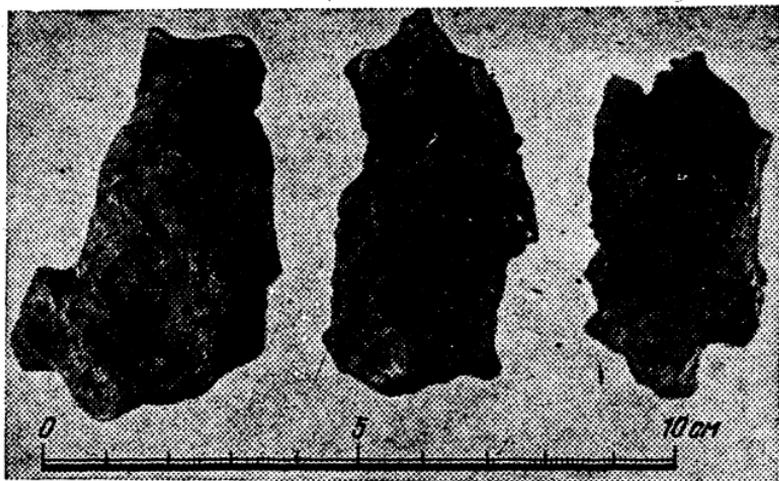


Рис. 33. Индивидуальные экземпляры третьей стадии дробления. На поверхности видны характерные неровности излома, покрытые корой плавления.

ряду с полноразвитым регмаглиптовым рельефом наблюдаются сохранившиеся, четко выраженные, хотя и слегка оплавленные, углы, выступы, ребра и т. д.

Все описанные различия в степени атмосферной обработки объясняются разной продолжительностью последней. Длительность ее в свою очередь зависит, с одной стороны, от массы индивидуального экземпляра (при большей массе экземпляр дольше сохранял космическую скорость после своего отделения от метеорного тела и, следовательно, дольше подвергался атмосферной обработке), а, с другой стороны, — от формы индивидуального экземпляра (чем более обтекаема эта форма, тем дольше экземпляр сохранял космическую скорость и тем значительнее была атмосферная обработка). Наконец, степень атмосферной обработки зависит и, по-видимому, в значительно большей мере, от скорости метеорного тела, при которой от него отделился индивидуальный экземпляр.

Таким образом, метеорное тело во время движения в земной атмосфере с космической скоростью подвер-

галось многократному дроблению и каждое последующее происходило при все меньшей скорости [17].

Дробление метеорного тела во время движения в земной атмосфере наблюдалось, как мы видели, и очевидцами падения метеоритного дождя.

На земную поверхность выпадали многочисленные обломки, отделявшиеся в разные моменты и от разных,

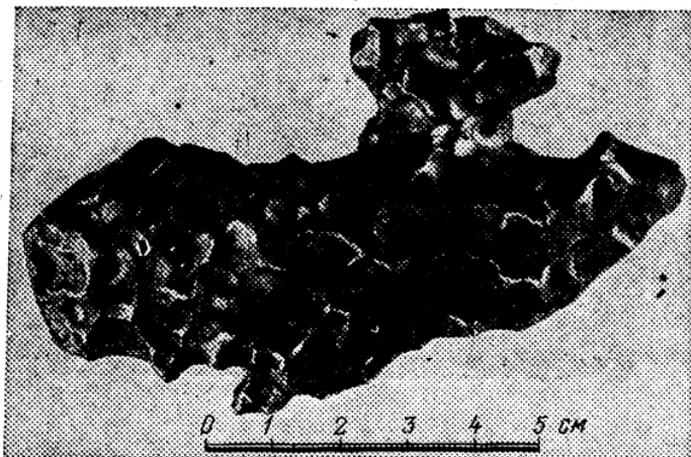


Рис. 34. Индивидуальный экземпляр второй стадии дробления, имеющий полноразвитый регмаглиптовый рельеф.

вторично и третично раздробившихся обломков метеорного тела, т. е. выпал настоящий железный дождь. Вследствие многократного дробления на главный эллипс рассеяния метеоритного дождя наложился вторичные и третичные эллипсы. Под главным эллипсом понимается тот эллипс, в пределах которого рассеялись обломки, отделившиеся при первичном дроблении первоначально цельного метеорного тела. Они имели самые различные размеры и в дальнейшем повторному дроблению не подвергались. Поэтому они должны были выпасть приблизительно в соответствии со своими размерами: впереди в направлении движения метеорного тела, т. е. в головной части эллипса рассеяния, должны были выпасть наибольшие индивидуальные экземпляры, в тыловой — наименьшие.

Изучая морфологические характеристики индивидуальных экземпляров, автор установил, что размеры регмаглиптов находятся в зависимости от размера ме-

теорита: на больших экземплярах наблюдаются более крупные регмаглипты и наоборот. В среднем, отношение поперечника регмаглипта к поперечнику метеорита, так называемый показатель рельефа, составляет 0,9. Однако с увеличением размера метеорита показатель рельефа уменьшается и, наоборот, возрастает с уменьшением размера экземпляра [8].

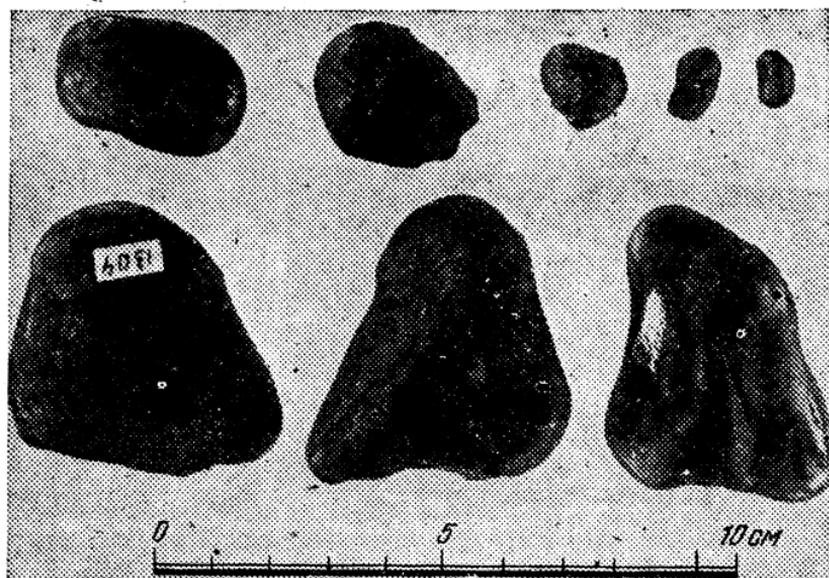


Рис. 35. Индивидуальные экземпляры первой стадии дробления со сглаженными поверхностями.

Наложение на главный эллипс рассеяния вторичных и третичных эллипсов приводит к появлению сложной картины рассеяния индивидуальных экземпляров на поверхности грунта, причем наблюдается несколько аномалий. Например, наибольшие кратеры, образованные падением наиболее крупных экземпляров, находились не в самой передней части эллипса (т. е. в головной — южной), а севернее, в центральной части кратерного поля. В самой же передней части эллипса оказалась расположенной группа из одного небольшого кратера и нескольких воронок.

Изучение регмаглиптового рельефа привело к выводу о том, что во время движения в земной атмосфере метеорного тела с космической скоростью имели место три главные стадии дробления.

На первой стадии раздробилось первоначально единое метеорное тело, обладавшее еще значительной космической скоростью. Поэтому отделившиеся обломки — индивидуальные экземпляры — подверглись наибольшей атмосферной обработке.

На второй стадии раскололись некоторые из более крупных обломков, отделившихся на первой стадии. Скорость этих обломков, хотя она и уменьшилась вследствие торможения в атмосфере, тем не менее была достаточной для образования регмаглиптового рельефа, но недостаточной для уничтожения выступов и сглаживания углов и ребер, как у обломков, отделившихся на первой стадии дробления.

Наконец, на третьей стадии раскололись более крупные обломки, отделившиеся при дроблении на второй стадии; раздробились и некоторые обломки первой стадии. Это дробление имело место уже на исходе космической скорости, т. е. перед областью задержки каждого расколовшегося обломка. Поэтому поверхности на новых обломках, образовавшиеся при дроблении на третьей стадии, не подверглись атмосферной обработке и являются поверхностями второго рода.

Описанные особенности регмаглиптового рельефа индивидуальных экземпляров разных стадий позволили проследить за процессом дробления метеорного тела и объяснить некоторые характерные особенности обстановки падения Сихотэ-Алинского метеоритного дождя. На рис. 36 схематически изображен процесс дробления метеорного тела. На схеме для иллюстрации показано только несколько обломков, расколовшихся на второй и третьей стадиях. В действительности раздробились, вероятно, сотни, если не тысячи, обломков первой и второй стадий.

На схеме также показано, что самый крупный обломок первой стадии не сохранился до удара о грунт и перед ударом, совсем низко над поверхностью грунта, раскололся на целый ряд обломков. При падении на грунт каждый обломок образовал кратер или воронку относительно небольших размеров. Вот почему в самой передней части эллипса рассеяния оказалась группа из одного кратера и нескольких воронок, а не самый крупный кратер (рис. 37).

Кроме многократных дроблений метеорного тела и его обломков во время движения с космической ско-

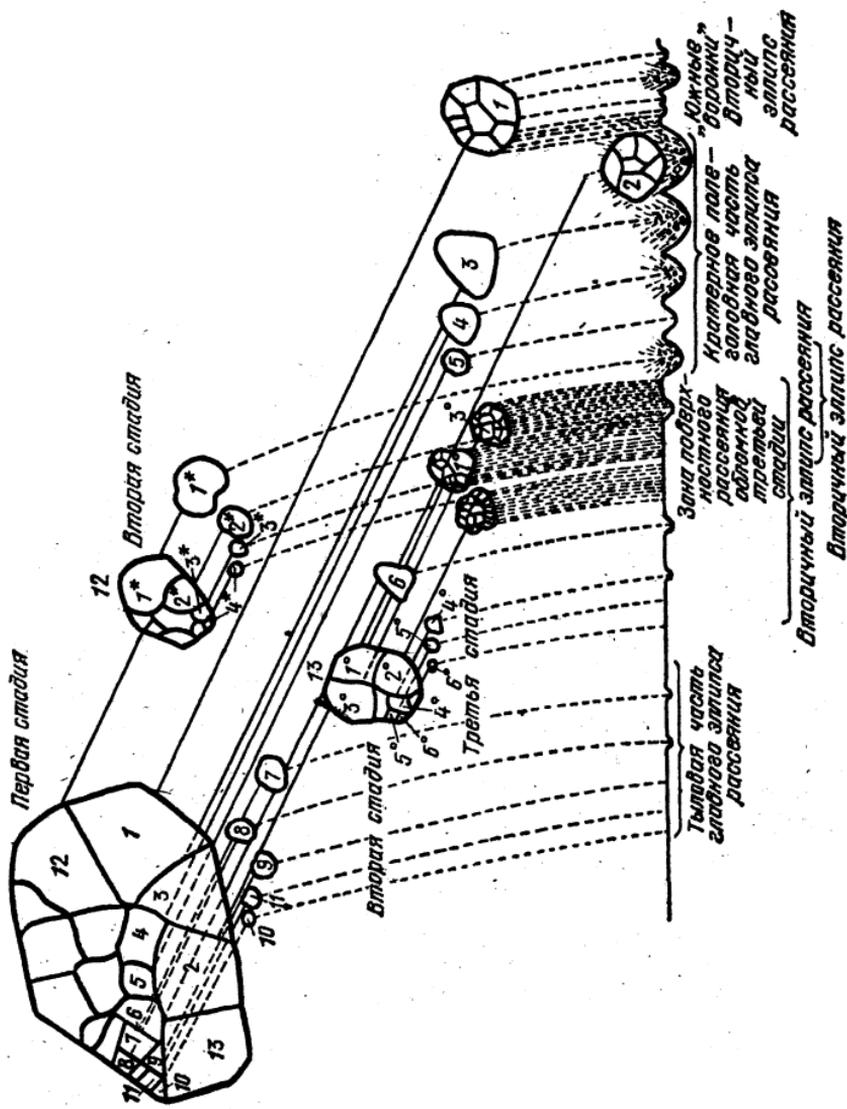


Рис. 36. Схема дробления метеорного тела во время движения в земной атмосфере с космической скоростью.

ростью, происходили отколы отдельных выступов, которые в качестве спутников продолжали движение и наблюдались во время движения болида как искры, непрерывно отлетающие от болида. Эти мелкие экземпляры — искры — распределялись по всему эллипсу рас-

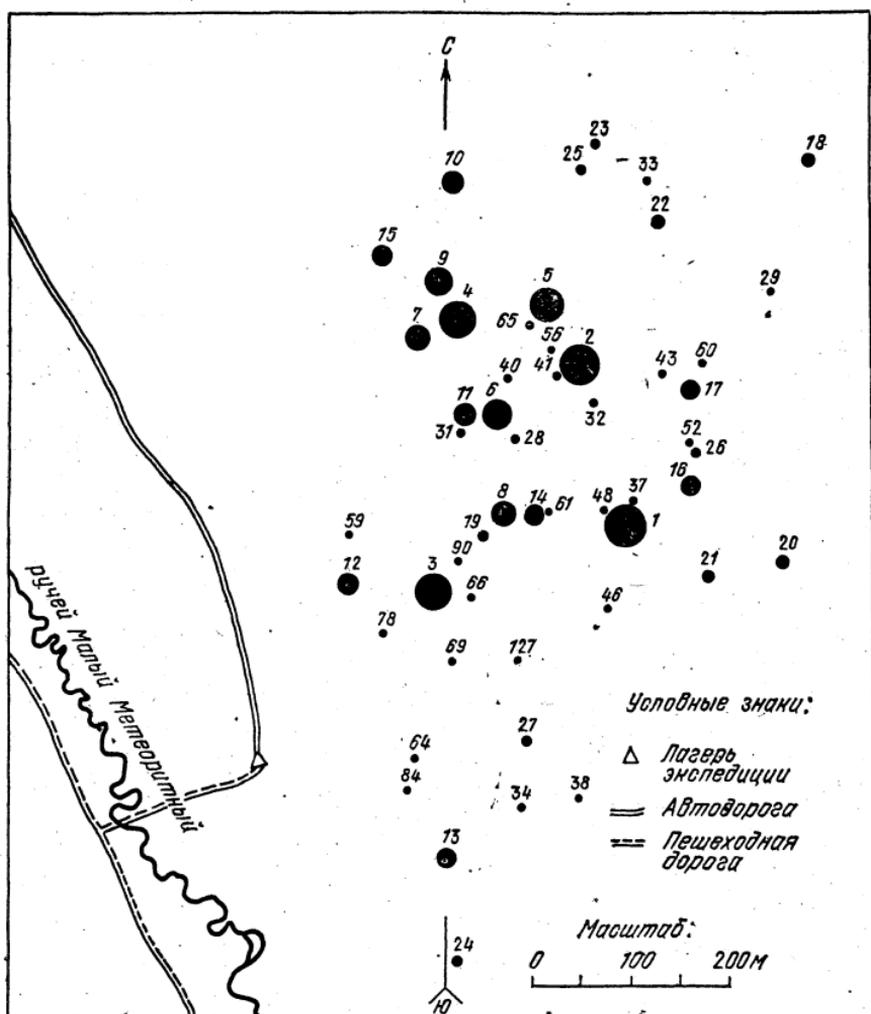


Рис. 37. Схематическая карта кратерного поля. Числа указывают номера кратеров и воронок.

сеяния независимо от размера, поскольку они скалывались на всем протяжении атмосферного пути болида и его обломков, вплоть до области задержки каждого обломка. Этим и объясняется другая анома-

лия, заключающаяся в том, что во многих случаях рядом с крупным кратером или даже на его борту располагалась совсем небольшая воронка или лунка.

Наконец, на всем атмосферном пути метеорного тела и его обломков с них скалывались небольшие частицы массой в десятки граммов и менее. Во время движения болида они наблюдались также в виде отлетавших от болида искр. Особенностью таких осколков является наличие на них небольших участков с характерной шероховатостью излома, покрытой пленкой из подплавленного вещества, как и на поверхностях второго рода.

Особый интерес представляет обнаружение среди мелких индивидуальных экземпляров третьей стадии дробления двух экземпляров, которые, оказалось возможным сложить поверхностями дробления (второго рода) (рис. 38). Один экземпляр (№ 11296) имел массу 217 г, другой (№ 11161) — 178 г. Они были найдены в сред-



Рис. 38. Два индивидуальных экземпляра массой 217 и 178 г, упавшие на расстоянии около 200 м один от другого и сложенные вместе поверхностями дробления.

ней части главного эллипса рассеяния, на расстоянии около 200 м один от другого. На каждом экземпляре видны три типа поверхностей. Во-первых, поверхности второго рода, которые образовались на третьей стадии дробления. Эти поверхности «подходили» друг к другу. Во-вторых, поверхности с резко выраженным регмаглиптовым рельефом с размерами регмаглиптов, соответствующими размерам найденных экземпляров. Эти поверхности образовались после второй стадии дробления. Наконец, на третьем типе поверхностей наблюдались крупные регмаглипты. Эти поверхности отвечают поверхностям «родоначальника» — обломка, отделившегося от метеорного тела на первой стадии.

Возможность совмещения поверхностей двух индивидуальных экземпляров наглядным образом свидетельствует об условиях дробления метеорного тела, которое происходило по границам структурных элементов. Как мы увидим далее, Сихотэ-Алинское метеорное тело и его обломки, естественно, имели кусковато-блочную структуру, причем отдельные структурные элементы были связаны недостаточно прочно.

Более детальное изучение морфологических характеристик обломков — индивидуальных экземпляров третьей стадии дробления, — позволит, как надеется автор, сложить друг с другом еще ряд экземпляров.

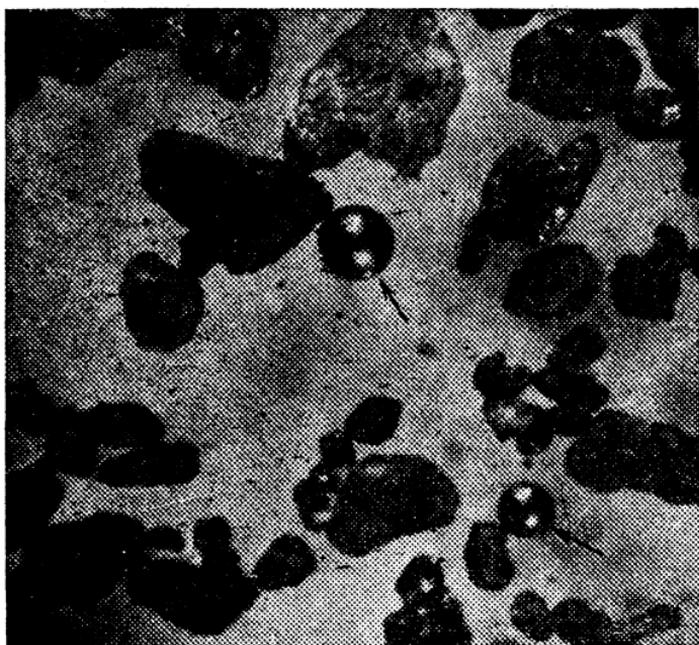


Рис. 39. Метеоритная (остроугольные и вообще неправильные по форме частицы) и метеорная (шарики, указаны стрелками) пыль. Увеличение около 100 раз.

Разрушение метеорного тела во время движения в земной атмосфере с космической скоростью происходило не только в результате дробления, но и вследствие абляции — расплавления поверхностных слоев метеорного тела и его обломков и сдувания расплавленного слоя и разбрызгивания в атмосфере с частичным испарением расплавленного вещества. Отдельные капельки

никелистого железа окислялись в воздухе и немедленно затвердевали, превращаясь в магнетитовые шарики и другие сфероидальные частицы диаметром от нескольких микрометров до десятых долей миллиметра. Из таких шариков и сфероидальных частиц, называемых частицами метеорной пыли, и был образован тот пылевой след болида, который наблюдался на небесном своде в виде дымной полосы вдоль траектории болида (см. рис. 1 и 2). Отдельные частицы-шарики увлекались крупными обломками метеорного тела — индивидуальными экземплярами, достигали земной поверхности и примешивались к грунту.

Крупные индивидуальные экземпляры, ударяясь о грунт, раскалывались на многочисленные осколки самых различных размеров вплоть до размера пылевых частиц. Образовавшаяся при расколе метеоритная пыль также примешалась к грунту. Эта пыль была обнаружена еще в начале работ первой экспедиции в 1947 г., о чем было сказано ранее. При изучении образцов грунта, собранных в районе падения железного дождя при помощи сильного магнита, выделялась магнитная фракция, состоявшая из частиц метеоритной и метеорной пыли (рис. 39). Подробно о распыленном веществе будет рассказано в гл. 12.

ГЛАВА 8

СОСТАВ, СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОГО ДОЖДЯ

Собранные многочисленные индивидуальные экземпляры и осколки метеоритов железного дождя подверглись всестороннему изучению. В этой работе принял участие коллектив ученых разных специальностей.

Химик Комитета по метеоритам М. И. Дьяконова [13] определила химический состав метеоритов. Вследствие их своеобразной структуры (см. далее) выполнение химического анализа оказалось довольно трудным. Дело в том, что метеоритное вещество сложено из отдельных кусков-балок, размерами от нескольких миллиметров до десятков сантиметров и, кроме того, содержит неравномерно распределенные и разные по разме-

рам включения минералов троилита, шрейберзита и др. Поэтому возникла трудность при отборе проб для анализа, которые отвечали бы среднему составу метеоритного вещества или же, наоборот, чистому никелистому железу и отдельным минералам. Для определения валового состава никелистого железа Дьяконова применила такой способ отбора проб. Было взято пять индивидуальных экземпляров массой от нескольких килограммов до нескольких десятков килограммов. Каждый из них распиливали приблизительно на десяток пластин. После распила образовалось достаточно большое количество опилок, в которых наряду с никелистым железом содержались опилки различных минеральных примесей. Для еще большего усреднения все опилки были тщательно перемешаны. После этого отдельно для каждого распиленного метеорита были взяты навески для анализа массой от нескольких сотен граммов до полутора килограммов. Далее опилки каждого экземпляра квартованием делили на навески массой приблизительно 35 г. Полученные навески смешивали между собой и уже из этой смеси брали материал для анализа. Перед анализом навеску очищали от примесей троилита. Как известно, троилит, в отличие от никелистого железа и шрейберзита, немагнитен. Поэтому после обработки пробы магнитом троилит оставался в остатке.

Очистка пробы от шрейберзита производилась отсеиванием и отбором частиц никелистого железа под бинокулярной лупой. После этого была получена навеска в 20,27 г, которая и была использована для анализа. Состав никелистого железа оказался следующим: железо 93,32, никель 6,00, кобальт 0,47, медь 0,03, фосфор 0,28 и сера меньше 0,01%. Плотность никелистого железа равнялась 7,76.

Для определения валового состава всего метеоритного вещества, а не только никелистого железа, были использованы те же опилки, которые были получены при распиловке семи метеоритов, но их не очищали от примесей. Валовый состав метеоритов был таким: железо 93,29, никель 5,94, кобальт 0,38, медь 0,03, фосфор 0,46, сера 0,28%; плотность метеоритов равнялась 7,78.

Далее было определено содержание никеля в камсите, составляющем основную массу метеоритов. Оно оказалось равным 5,9%.

Наконец, был определен состав отдельных минералов, входящих в метеориты в виде отдельных включений, иногда крупных размеров.

Были получены следующие результаты: троилит — железо 60,78, медь 0,04, сера 36,41, хром 2,08%; плотность 4,53; шрейберзит — железо 69,73, никель 14,64, кобальт 0,18, фосфор 15,64%; плотность 7,2; хромит — железо 12,38, хром 48,74, магний 7,16%; плотность 4,65.

Старший научный сотрудник Комитета по метеоритам А. А. Явнель [13, с. 351] продолжил исследование химического состава метеоритов и произвел определение содержания микроэлементов. Для этой цели он воспользовался методом спектрального анализа. Для получения средних результатов для всего метеоритного вещества в целом, а также для выяснения степени однородности распределения микроэлементов пробы для анализа были отобраны от нескольких десятков индивидуальных экземпляров, предположительно относящихся к различным участкам первоначального метеорного тела до его раздробления во время движения в земной атмосфере. Материал для пробы высверливали сверлом, а затем тщательно очищали при помощи магнита, а также механическим путем под бинокулярной лупой. Порошкообразные пробы массой 20 мг каждая помещали в отверстие электрода и сжигали; за 3 мин происходило полное испарение пробы. Регистрация спектра производилась на кварцевом спектрографе.

Анализ никелистого железа (камасит + 0,4% тэнита + 1,4% рабдита) дал следующий его состав: никель 5,68, кобальт 0,49, медь 0,03, германий 0,014, кремний < 0,001 и магния около 0,001%. Малые примеси содержатся в камасите в следующих количествах: золото $1,8 \cdot 10^{-4}$, платина $4,6 \cdot 10^{-4}$, радий $0,9 \cdot 10^{-4}$, палладий $6,9 \cdot 10^{-4}$, рутений $5,7 \cdot 10^{-4}$, молибден $< 1 \cdot 10^{-3}$, галлий $> 10 \cdot 10^{-4}\%$ и т. д.

А. А. Явнель установил неравномерность распределения малых примесей в троилитовых включениях. Выяснилось, что разные примеси распределены в отдельных включениях троилита по-разному. Содержание меди, хрома и марганца не зависит от места отбора пробы или величины включения. Наоборот, концентрация никеля растет от центра включения к краю.

Так, в центре включения содержание никеля равнялось 0,04%, а на периферии оно достигало 0,1%. Кроме того, на краю включения неоднородность его распределения значительно больше, чем в средней части. В малых включениях содержание никеля выше, чем в крупных, и достигает 0,3%.

Примеси большинства исследованных элементов в шрейберзитовых включениях распределены также неравномерно.

Определение содержания микроэлементов во включениях хромита показало почти полное отсутствие алюминия, являющегося одной из основных составляющих земного происхождения. Содержание никеля и кобальта в хромите меньше содержания этих элементов в хромшпинелидах.

В результате проведенного исследования А. А. Явнель пришел к следующему выводу.

Железо является главным компонентом камасита, троилита и шрейберзита, а также одной из основных составляющих хромита. Никель и кобальт содержатся главным образом в камасите, где они изоморфно замещают железо в кристаллической решетке, образуя твердый раствор.

Содержание меди примерно одинаково в камасите, шрейберзите и троилите, но она отсутствует в хромите. Германий присутствует в виде примеси во всех минералах. Хром составляет около 50% хромита и находится в виде Cr_2O_3 . Троилит содержит около 1% хрома, который находится в нем в виде сульфида.

В хромите присутствуют титан, ванадий и марганец. Почти весь фосфор находится в виде соединения, образующего шрейберзит и рабдит. Сера полностью связана (в виде моносulfидов железа) в троилите. Алюминий и кремний составляют незначительные примеси во всех минералах, причем наименьшие их количества наблюдаются в камасите.

Магний содержится в основном в хромите, где его концентрация составляет около 10%. Во всех остальных минералах магний присутствует в незначительных количествах, порядка тысячных долей процента. Кислород входит только в состав хромита.

Старший научный сотрудник Комитета по метеоритам Л. Г. Кваша [13, с. 280] определяла минеральный состав и строение частей железного дождя. Для исследова-

дования было отобрано около 50 индивидуальных экземпляров и осколков общей массой около 350 кг.

Крупные образцы были распилены на ряд пластин при помощи электроножовочной пилы и ручной ножовки. Полученные образцы и главным образом плоскости распила рассматривались без помощи оптических инструментов. Образцы, наиболее пригодные для изучения структуры и минерального состава, полировались. Для получения ровной поверхности выбранные плоскости распила обдирались на карборундовом и наждачном кругах. Выровненная поверхность — плоскость — шлифовалась на чугунном диске в течение нескольких минут 30- и 60-минутными наждаками. Затем образец доводился на стекле последовательно 120-, 240- и 1000-минутными наждаками*). «Темная» полировка, достаточная для макротравления, производилась на сукне окисью алюминия или окисью хрома. Травящим раствором служил спиртовой раствор азотной кислоты, составленный из двух частей азотной кислоты и пяти частей спирта. Раствор наносился мягкой кистью на предварительно промытую спиртом полированную поверхность и сменялся почти непрерывно во избежание загрязнения образующимися окислами железа.

Обычно после 4—10-минутного травления становились резкими границы между отдельными балками и кусками камасита, проявлялись незамётные на полированной поверхности границы между его более мелкими структурными элементами и возникал так называемый ориентированный блеск. Но полное проявление всех макроскопических структурных особенностей, определяющееся выделением на поверхности четко видимых систем неймановых линий, обычно требовало продолжительности травления от 25 до 40 мин в зависимости от образца.

Протравленная поверхность тщательно промывалась под струей водопроводной воды, затем под струей дистиллированной теплой воды, вытиралась мягким

*) 30-минутный наждак — это наждак, зерна которого, взболтанные в воде, оседают на дно сосуда за 30 мин. Вода со взвешенными в ней более мелкими зернами сливается в другой сосуд и этой смеси дают отстояться в течение 60 мин — получается 60-минутный наждак и т. д.

полотенцем и протиралась спиртом. После этого образец высушивался в течение 2—3 часов.

Такие протравленные поверхности позволили обнаружить главные макроскопические особенности железного дождя: слагающие его минералы, форму и характер расположения кусков камасита, его ориентированный блеск и неймановы линии, а также установить

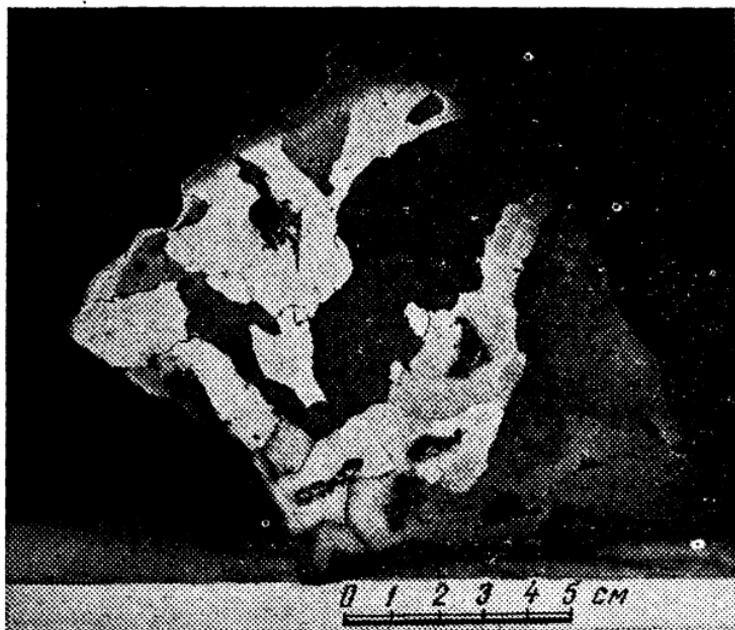


Рис. 40. Кусковато-балочная структура, наблюдаемая на протравленной поверхности распила одного из индивидуальных экземпляров железного дождя.

присутствие полосок тэнита, переходящих местами в плессит, характер распределения минералов (рис. 40).

Образцы, отобранные для микроскопических исследований, отличались главным образом более совершенной (зеркальной) полировкой, осуществлявшейся теми же материалами, но в течение значительно большего времени.

Индивидуальные экземпляры по своей внешней форме Л. Г. Кваша, как и ранее автор [11], подразделяет на два типа: тип первый представлен экземплярами, отчетливо отражающими октаэдрическое строение метеорита; к типу второму относят обычно экземп-

ляры неправильной формы, по которым трудно судить о наличии такой структуры.

Индивидуальные экземпляры первого типа весьма разнообразны. Они представляют собой различные части октаэдрической структуры, вплоть до отдельных его элементов — балок и пластин камасита.

Экземпляры второго типа также достаточно разнообразны, причем октаэдрическое строение метеорита заметно лишь на отдельных участках поверхности образца. Форма многих образцов является переходной от первого ко второму типу.

Осколки, образовавшиеся при ударе индивидуальных экземпляров о грунт, также подразделялись на два типа, различных по форме и структуре.

К первому типу относятся обломки индивидуальных экземпляров, внутренняя структура которых не изменена или слабо изменена в результате удара о твердый грунт. Следы удара видны только на поверхности и выражаются обычно в форме шрамов и полос. Элементы октаэдрической структуры в таких осколках не нарушены или почти не нарушены. Эти обломки образовались при жестком ударе, когда индивидуальный экземпляр раскололся, или точнее, рассыпался по границам отдельных структурных элементов. В них поэтому можно заметить наиболее свежие куски октаэдрического строения, поверхность которых не изменена атмосферной обработкой.

В общем формы осколков первого типа соответствуют почти всем формам индивидуальных экземпляров с октаэдрической структурой.

Ко второму типу относятся обломки индивидуальных экземпляров, изменившие свою первоначальную форму при ударе о грунт и напоминающие рваные осколки снарядов. По степени деформации все осколки этого типа образуют непрерывный ряд.

Некоторые осколки не только деформированы, но и, судя по цветам побежалости на их поверхности, нагревались.

Железный дождь состоит в основном из минералов группы железа, среди которых чаще всего встречаются минералы двух видов с тремя структурными единицами: камаситом, тэнитом и плесситом.

Наиболее распространен в метеоритах камасит, содержание которого по объему составляет около 90%.

Он встречается в виде крупных кусков монокристалла, обычно имеющих форму балок и пластин. Балки имеют в длину от долей сантиметра до десятков сантиметров, а их ширина варьирует от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

Срастаясь, балки образуют пластины; последние, срастаясь, в свою очередь образуют пачки, часто имеющие форму пирамидок, октаэдров или тетраэдров. Контур пластин обычно треугольный, четырехугольный, иногда ромбический с углами 60° и 120° . Встречается камасит и в виде неправильных зерен или кусков, размером от долей миллиметра до нескольких сантиметров, иногда округлых, а часто изогнутых. Внутри камасита встречаются крупные включения шрейберзита в форме иероглифов и округлые включения троилита.

Как было сказано ранее, в одном случае был обнаружен осколок, состоящий из камасита и имеющий форму правильного октаэдра (см. рис. 28). Диагонали по плоскости симметрии осколка, перпендикулярной к одной из четверных осей симметрии и имеющей форму ромба, равнялись 4,5 и 3,2 см; высота октаэдра — 5 см. Вершины кристалла, доступные наблюдению, представлены не точками, а ребрами длиной 0,8—1 см.

Кристалл был распилен почти точно по плоскости симметрии. Масса отпиленной части кристалла составляла 71,4 г; масса всего кристалла — около 156 г. Плоскость распила имела форму правильного ромба с длиной сторон 28 мм; углы ромба 60° и 120° . Цвет поверхности распила серебристый. Плоскость была отполирована, после чего в однородной массе камасита можно было увидеть тонкие вростки шрейберзита.

Неймановы линии, представляя собой одну из наиболее характерных особенностей камасита железного дождя, наблюдаются под микроскопом в виде одной, двух, трех, а иногда и большего числа систем параллельных линий с разными углами между ними.

Количественный минералогический состав метеоритов согласно данным Л. Г. Кваша оказался таким:

Минерал	Объемные %	Массовые %
Камасит (тэнит+плессит+рабдит)	97,86	98,34
Шрейберзит	1,60	1,36
Троилит	0,54	0,30
Сумма	100,00	100,00

Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь характеризуется вторичной структурой, возникшей в результате перекристаллизации высокотемпературной δ -фазы железоникелевого сплава с образованием α -фазы (камасита), располагающегося вдоль плоскостей октаэдра решетки γ -фазы (тэнита). При содержании никеля в сплаве около 6% тэнит при понижении температуры почти полностью превращается в камасит. Поэтому метеорит сложен из крупных кристаллов камасита с ничтожными остатками тэнита, сохранивших местами октаэдрическую структуру. Наличие ассоциатов камасит-рабдит следует объяснить частичным распадом твердого раствора фосфора в никелистом железе.

А. А. Явнель [13, с. 362] исследовал механические свойства частей железного дождя. Как было сказано ранее, Сихотэ-Алинское метеорное тело при движении в земной атмосфере с космической скоростью подверглось интенсивному дроблению. Это было связано с относительно малой прочностью связи между его отдельными структурными элементами. При ударе крупных метеоритных масс о грунт произошло вторичное, еще более интенсивное дробление.

А. А. Явнель при участии С. С. Фонтана исследовал прочность поликристаллических образцов метеорита на растяжение, сжатие и изгиб.

Для испытания на растяжение из индивидуального экземпляра был вырезан образец квадратного сечения со стороной 30 мм и общей длиной 160 мм с расширением на концах для обеспечения захвата. Разрыв образца на испытательной машине произошел при нагрузке 4000 кгс, что дало для прочности значение 4,4 кгс/мм².

При испытании на излом разрушение образца происходило в основном по границам между балками и лишь в одном месте наблюдался разрыв одной из балок по плоскости скольжения на площади 30 мм².

Деформации сжатия подверглись два образца метеорита кубической формы размерами 40 × 40 × 40 мм. Испытание производилось на прессе, причем варьировалась скорость нагружения. Разрушение одного образца началось при 60 000 кгс, другого — при 70 000 кгс. Средняя величина предела прочности при сжатии равнялась 40,6 кгс/мм². Максимальная скорость разрушения образцов отмечалась при нагрузке около

85 000 кгс, что соответствует пределу прочности, равному 53 кгс/мм².

В результате исследования было установлено, что механическая прочность поликристаллических образцов метеорита почти в 10 раз меньше прочности никелистого железа, и поэтому разрушение метеорного тела происходило в основном по границам кристаллов камасита.

В заключение следует сказать, что изучение вещественного состава и структуры частей железного дождя позволило отнести его к довольно редкому подтипу железных метеоритов — весьма грубоструктурных октаэдритов или к переходному типу между октаэдритами и гексаэдритами.

ГЛАВА 9

СНОВА НА СИХОТЭ-АЛИНЕ

В результате полевых работ, проведенных первыми четырьмя экспедициями (1947—1950 гг.), и последующей обработки собранных научных материалов были изучены в основном условия и обстановка падения Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя, а также его вещественный состав, структура и физические свойства. Было собрано огромное количество метеоритного вещества, насчитывающего многие тысячи образцов (целых индивидуальных экземпляров и их осколков), общая масса которых составляла более 23 т. Все результаты этой огромной работы были, как уже говорилось, опубликованы в двухтомной коллективной монографии [12, 13]. Однако целый ряд существенных исследований не был выполнен (частично или полностью). К этим исследованиям в первую очередь относятся следующие.

Сбор и изучение рассеянных мелких индивидуальных экземпляров, выпавших в тайге на поверхность грунта в тыловой части эллипса рассеяния. В первую экспедицию 1947 г. было собрано всего лишь 183 таких экземпляра, а в последующие три экспедиции не было найдено ни одного. В то же время выявленная в 1947 г. концентрация в опреде-

ленных участках эллипса рассеяния мелких индивидуальных экземпляров (а ведь тогда далеко не полностью была обследована вся площадь эллипса), позволяла с уверенностью считать, что после сбора 1947 г. в тайге остались лежать многие тысячи, если не десятки тысяч мелких индивидуальных экземпляров. Но они не были обнаружены тремя последующими экспедициями, так как были закрыты опавшими древесными листьями, различным лесным мусором, завалами и т. д. Никаких инструментальных средств для их обнаружения в то время не было. Правда, во всех трех экспедициях для обнаружения метеоритов и их осколков применялись миноискатели. Однако эти миноискатели были громоздкими и малочувствительными. Они позволяли обнаруживать метеориты и их осколки массой в килограммы и больше, но образцы массой в несколько граммов и даже в десятки и сотни граммов были для них недоступны.

Другой важной задачей было детальное изучение структуры метеоритных кратеров и воронок, изучение характера и степени разрушения скальных пород, вызванного ударами крупных метеоритов, масса которых достигала сотен и тысяч килограммов. Во время первых четырех экспедиций при раскопках кратеров и воронок и извлечении из них метеоритов сами кратеры и воронки были описаны только в общих чертах. Главное внимание в то время было обращено на определение при помощи магнитометров мест залегания метеоритов и их состояния, а также на выяснение степени эффективности данного метода и аппаратуры при поисках метеоритов и, конечно, на извлечение самих метеоритов и их осколков из кратеров и воронок.

Нужно сказать, что за два десятилетия после падения Сихотэ-Алинского метеоритного дождя были проведены многочисленные исследования многих метеоритных кратеров разного размера и типа, обнаруженных в разных странах. Были разработаны и методы их исследования. Подверглись детальному изучению и метеоритные кратеры, находящиеся на территории Советского Союза, и прежде всего классические кратеры Каали на острове Сааремаа в Эстонской ССР. Эти кратеры изучал И. А. Рейнвальд, а после его смерти (в 1941 г.) в течение ряда лет геолог А. О. Аалое. Деталь-

ное исследование структур Сихотэ-Алинских свежееобразованных метеоритных кратеров представлялось особенно интересным и важным. Следует при этом иметь в виду, что самые «молодые» метеоритные кратеры, обнаруженные до сих пор, насчитывают тысячелетия и даже десятки и сотни тысячелетий.

Третьей, столь же важной задачей являлось изучение вещества метеоритов, распыленного в грунте в районе падения железного дождя, детальное исследование его морфологических характеристик, состава, микроструктуры и т. д. Следует сказать, что проведенный во время второй и третьей экспедиций (в 1948 и 1949 гг.) сбор образцов грунта, содержащего распыленное метеоритное вещество, методически был недостаточно хорош, что объясняется полным отсутствием в то время опыта в такого рода работе. Поэтому обработка собранных тогда образцов грунта не позволила получить достаточно полные и надежные данные.

Наконец, выяснение степени сохранности и состояния метеоритных кратеров, воронок и лунок через два десятка лет после падения также представляло интерес, особенно с точки зрения возможности их консервации на длительный срок в связи с ожидаемым объявлением района падения железного дождя заказником.

Перечисленные задачи требовали возобновления экспедиционных работ. Поэтому Комитет по метеоритам АН СССР решил возобновить работы в 1966 г. Была подготовлена к выезду экспедиция, состав которой определялся в пятнадцать человек и были уже закуплены железнодорожные билеты и назначен день отъезда экспедиции из Москвы. Но за несколько дней до выезда из газет стало известно о происшедшем значительном наводнении во многих местах Приморского края, в том числе и в Дальнереченске, куда предстояло прибыть экспедиции и откуда она должна была выехать в тайгу. В газетах сообщалось, что ввиду сильного наводнения, вызванного прошедшими в течение ряда дней ливневыми дождями, город Дальнереченск оказался под водой и ведутся спасательные работы и эвакуация части населения в безопасные места. Поэтому экспедиция была отменена и перенесена на следующий год.

В начале августа 1967 г., спустя почти семнадцать лет после окончания четвертой экспедиции, поездом «Россия» из Москвы в Дальнереченск выехала под руководством автора этой книги пятая экспедиция.

Срок начала и конца работ в районе падения железного дождя был выбран на основе опыта предыдущих экспедиций. Тогда было выяснено, что конец лета и начало осени наиболее благоприятны для работ в уссурийской тайге.

Экспедиция состояла из пятнадцати человек, в том числе в нее входили геолог Академии наук Эстонской ССР А. О. Аалое, старший научный сотрудник Ботанического сада АН СССР ботаник В. И. Некрасов, петрограф Комитета по метеоритам АН СССР Н. И. Заславский, старший лаборант Комитета Е. И. Малинкин и др.

Из дневника автора

Е. И. Малинкин с лаборантом Комитета А. К. Сидоровым вылетели из Москвы самолетом во Владивосток, а оттуда поездом прибыли в Дальнереченск еще до прибытия экспедиции. Здесь Малинкин с Сидоровым подготовили помещение для участников и снаряжения экспедиции и выполнили некоторые другие подготовительные работы.

В середине августа экспедиция прибыла в Дальнереченск. Здесь пришлось провести целую неделю до выезда в тайгу. Дело в том, что еще до прибытия экспедиции в Приморском крае прошли продолжительные ливневые дожди. В результате реки, в том числе Уссури и Большая Уссурка с их притоками, вышли из берегов и затопили значительную территорию Приморского края. Наводнение оказалось более значительным, чем в прошлом году. Почти весь город Дальнереченск оказался под водой. Не залитой осталась лишь центральная и привокзальная площади. Затоплены были многие селения и шоссейная дорога, связывающая Дальнереченск с районным центром и селением Новопокровкой. Свыше десятка мостов на шоссе было снесено водой.

На следующий день по прибытии в Дальнереченск автор с Малинкиным отправился к председателю Дальнеречинского райисполкома Н. Н. Гусельникову. После разговора с ним была достигнута договоренность о предоставлении экспедиции транспорта для переезда в

тайгу в район падения железного дождя. Последний был расположен приблизительно в 100 км на восток от Дальнереченска в западных отрогах Сихотэ-Алиня. Однако с выездом в тайгу пришлось повременить, ожидая спада воды и восстановления шоссейной дороги и разрушенных мостов.

В связи с задержкой выезда в тайгу десять участников экспедиции с разрешения автора уехали во Владивосток для осмотра города со всеми его достопримечательностями. В Дальнереченске остался автор и четыре остальных участника, занявшиеся разными экспедиционными подготовительными делами, в том числе пополнением снаряжения за счет покупки в местных магазинах, закупкой продовольствия и т. д. Ботаник Некрасов совершал экскурсии в окрестный лес, собирая растения для гербария. Автор сделал целый ряд фотоснимков и испытал кинамку.

Дни стояли жаркие, и мы ежедневно купались в реке. Однажды автор встретился и разговорился со сторожем интерната, в помещении которого располагалась экспедиция, П. И. Журовым. Он рассказал о том, как резко со времени падения железного дождя изменилась тайга в районе его падения. Через реку Большую Уссурку, там, где вблизи деревни Муровки прежние экспедиции переправлялись на лодках, теперь построен мост. На всем протяжении от Дальнереченска до моста и затем дальше, по ту сторону реки, проложена шоссейная дорога, по которой ежедневно ходит пассажирский автобус. Возник целый ряд новых поселков. В одном из них, Измайлихе, находятся сельсовет, лесхоз и леспромхоз, имеется и почта. Леспромхозом проводится выборочная рубка леса: выбираются строевой кедр, ясень и некоторые другие ценные породы деревьев. Рубка в настоящее время ведется как раз в окрестностях района падения железного дождя. Рассказал Павел Илларионович и о нашем старом друге, леснике Федоре Семеновиче Ашлабане. Он уже теперь на пенсии и со своей женой живет в поселке Бейцухе *). Иногда в прошлые годы он проводил на место падения железного дождя экскурсии туристов,

*) Поселок, как и многие другие селения Приморского края, был переименован в 1972 г. и теперь он называется Метеоритный.

приезжавших из Владивостока и из других мест. Федор Семенович пользуется большой известностью в Приморском крае. Действительно, даже в «Московской правде» как-то была напечатана корреспонденция из Приморского края, в которой сообщалось об Ашлабанае, о проводимых им экскурсиях в район падения железного дождя.

К 15 августа в Дальнереченск вернулись участники экспедиции, побывавшие во Владивостоке, и экспедиция оказалась в полном составе. Вскоре и дорога была окончательно восстановлена, и 18 августа экспедиция на двух грузовых автомашинах выехала из Дальнереченска в тайгу. Путь шел по долине реки Большой Уссурки, через селения Звенигородку, Гоголевку, Гончаровку. Здесь проходил во время второй своей экспедиции в 1907 г. наш замечательный соотечественник, ученый и писатель Владимир Клавдиевич Арсеньев со своим верным спутником, гольдом Дерсу Узала.

Вблизи села Лукьяновки экспедиция свернула с основной шоссеиной дороги, идущей в районный центр Новопокровку, и тоже по шоссеиной, но уже менее благоустроенной дороге вскоре подъехала к мосту через реку. По ту сторону реки дорога стала еще хуже и приходилось нередко объезжать встречавшиеся неисправные мосты через мелкие, в большинстве случаев пересохшие реки и ручьи. После переезда по мосту через Большую Уссурку экспедиция вскоре въехала в тайгу. Правда, тайга здесь была еще редкая; попадались частые поляны и отдельные распаханнные участки. Но чем дальше, тем тайга становилась все более мощной.

Приблизительно через полсотни километров от Большой Уссурки экспедиция въехала в поселок Метеоритный, состоявший из трех-четырёх десятков домов. Поселок возник в связи с рубкой леса, и в нем живут лесорубы со своими семьями.

К полудню мы достигли другого поселка, Измайлихи. Здесь нам пришлось задержаться. По распоряжению директора лесхоза А. И. Вербицкого нам были предоставлены две комнаты в недостроенном доме — конторе лесхоза.

Разгрузив автомашины, которые отправились обратно в Дальнереченск, мы занялись благоустройством

нашей новой квартиры. В доме не было ни оконных рам, ни навешенных дверей, а на полу был мощный слой строительного мусора. Засучив рукава, все принялись за дело. Одни закрывали окна листами сухой штукатурки или марлей, другие навешивали двери; девушки убирали мусор с пола. К вечеру помещение было готово.

Утром на следующий день я снова побывал у Вербицкого. От него узнал, что лесовозной дороги непосредственно из Измайлихи к месту, где предстояло работать экспедиции, нет. Поэтому все снаряжение экспедиции нужно из Измайлихи доставить обратно в поселок Метеоритный и затем оттуда уже по лесовозной дороге перевезти в тайгу, километров за пятнадцать от поселка, к ручью Малому Метеоритному. Отсюда, на расстояние около пяти километров, весь груз можно доставить к месту работ и расположения будущего лагеря экспедиции целиком по тайге только на тракторе.

Механик лесхоза М. Г. Руденко рассказал о том, что район падения железного дождя по местной инициативе остолблен и в течение всего времени охранялся. Никакой рубки леса на территории этого участка не производилось. На имевшейся в лесхозе карте Вербицкий показал этот участок, отмеченный как метеоритный заказник. Руденко сообщил также, что в районе падения железного дождя бывало много туристов и он сам провожал туда несколько групп. Туристы иногда находили там метеоритные осколки. Кратеры и воронки, по словам Руденко, хорошо сохранились, но южные воронки, расположенные в низинном месте, залиты водой. Избы, построенные первыми экспедициями, в 1947 и 1948 гг., разрушились и к жилью не пригодны. Также разрушились и защитные шатры над кратерами.

Все эти рассказы, пребывание поблизости от района падения железного дождя настраивали всех нас на стремление скорей попасть в район падения. Схематическая его карта приведена на рис. 41. Однако нам пришлось здесь терпеливо прожить, пребывая в бездействии, еще несколько дней. Только 21 августа на грузовой автомашине леспромхоза экспедиция выехала из Измайлихи в поселок Метеоритный. Здесь по распоряжению Вербицкого к экспедиции присоединился в

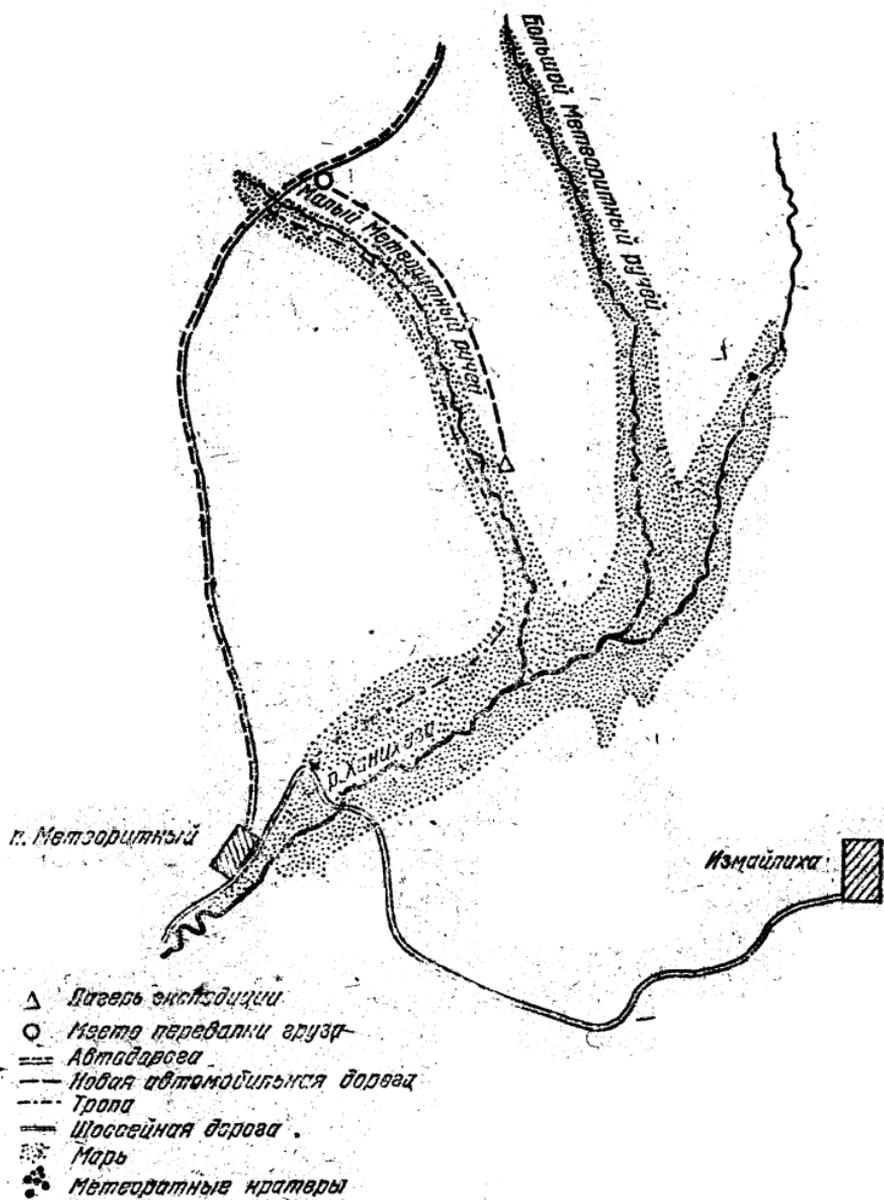


Рис. 41: Схематическая карта района падения железного дождя.

качестве проводника лесник Степан Александрович Ветрик.

Как уже было решено, из поселка Метеоритного по лесовозной дороге экспедиция отправилась на автомашине в тайгу. К полудню мы подъехали к ручью Малому Метеоритному. Здесь весь груз был снят с автомашины и временно сложен у дороги. Освобожденная автомашина отправилась в поселок, а часть груза была уложена на трактор. Пока происходила разгрузка и погрузка, автор в сопровождении Ветрика, Некрасова и Заславской отправился по тайге пешком к месту расположения кратеров и воронок, а также старых изб. Мы имели целью осмотреть место прежнего лагеря, определить степень пригодности изб для жилья и наметить место расположения нового лагеря.

Ветрик повел нас по гребню цепочки сопок, но по ошибке сильно уклонился к востоку. В результате мы шли не прямо к кратерному полю, а несколько в сторону от него. Прошло уже часа два, а признаков приближения к кратерному полю все не было видно. Тут мы поняли ошибку. Чтобы ускорить достижение кратерного поля, мы круто повернули к западу, быстро подошли к ручью и здесь мы с Заславской остались, а Ветрик с Некрасовым отправились к кратерам вдоль ручья. Часа через полтора они вернулись к нам, побывав на кратерном поле и на месте старого лагеря около изб. Лагерь находился приблизительно в километре от того места, где мы с Заславской ожидали Ветрика с Некрасовым. Теперь мы отправились обратно, к месту выгрузки снаряжения.

Не теряя времени, я распорядился отправить трактор к месту старого лагеря; с трактором пешком отправилась часть участников экспедиции, в том числе и я. Другие же участники остались около груза.

Пройдя метров двести, трактор правой гусеницей попал в яму и здесь застрял, гусеница соскочила с роликов, дальнейшее продвижение оказалось невозможным. Пришлось трактор разгрузить. Часть снаряжения и продовольствия была перенесена к ручью, поблизости от которого застрял трактор. Здесь был устроен временный лагерь, обозначенный № 2. Лагерем № 1 мы называли место разгрузки автомашины — склада части груза. Около ручья в лагере № 2 была поставлена десятиместная палатка, в которой и раз-

местились сопровождавшие трактор участники экспедиции. Ночью до самого утра шел дождь.

Наутро вместе с трактористом мы попытались вытащить из ямы трактор, но этого нам сделать не удалось. Стало ясно, что нужен второй трактор, чтобы вытащить застрявший. Тракторист пешком ушел в поселок, а мы стали обсуждать, как выйти из создавшегося положения. Некрасов предложил устроить здесь, в четырех километрах от кратерного поля, основной лагерь, собрать все снаряжение, инструменты и продовольствие и отсюда ежедневно совершать походы на места работ, т. е. на кратерное поле и другие участки. Емельянов предложил ожидать здесь, в течение, может быть, недели или больше, прибытия второго трактора, который и доставил бы все снаряжение из лагерей № 1 и № 2 в основной лагерь. Лесник Ветрик прямо сказал, что раньше, чем через недели две второй трактор не придет. Поэтому, чтобы не терять время на ожидание, он настоятельно советовал постепенно перенести на руках (в рюкзаках) силами молодых участников все основное снаряжение и часть продовольствия и сразу же начать работу. Я принял предложение Ветрика и распорядился отправить в основной лагерь группу из десяти человек. Из них четверо: Цветков, Гандель, Пухальская и автор должны будут остаться в основном лагере и начать его устройство, а остальные возвращаются в лагерь № 2. На следующий день эта группа снова переносит часть груза в основной лагерь и т. д.

После завтрака наш отряд отправился в путь. Была сплошная облачность, но без дождя. Такая погода нам благоприятствовала, так как не было жарко, солнце не пекло; что бывает при безоблачном небе, — мы ведь находились на широте Крыма. Однако из-за обильной росы на высокой, чуть ли не в рост человека траве вдоль ручья, т. е. на нашем пути, наша одежда быстро намочка. Продвигаться в мокрой одежде по густой и высокой траве, местами между высоких кочек, а местами через завалы, густые заросли кустарников, обвитых лианами, было, конечно, трудно. Тем не менее через два часа мы пришли в основной лагерь к избам наших первых экспедиций. С волнением я осмотрел давно оставленное нами место нашего старого лагеря.

Оставив рюкзаки и другие вещи, все мы пошли на кратер № 3 (см. рис. 37), один из самых крупных и ближайших к лагерю. Ветрик показал нам свежераскопанный медведем муравейник; медведь был здесь, может быть, за час или два до нашего прихода. Ветрик предупредил нас о том, что на кратерах развелось много ядовитых змей — щитомордника. Поэтому нужно быть внимательными и осторожными.

Стоя на дне кратера, Сидоров, Марков, Селиванов и Ветрик дали залп из четырех ружей. Потом мы вернулись в лагерь.

Итак, мы достигли цели — находимся на кратерном поле, увидели кратеры, узнали об их хорошей сохранности. Теперь мы имеем возможность начать запланированные работы, начать поиски и сбор метеоритов. То, чего автор ожидал в течение полутора десятков лет, наконец осуществилось.

Закусив наскоро, шестеро ушли обратно, в лагерь № 2, а мы, четверо, оставшиеся в основном лагере, принялись за его устройство. Около неглубокого колодца-родничка, вырытого еще прежними экспедициями и поддерживавшегося туристами при их посещениях района падения железного дождя, а также побывавшими здесь разными посторонними экспедициями (топографической, лесоустроительной и др.), мы разложили костер и поставили козлы для котлов. Колодец имел глубину всего лишь в полметра. Стенки колодца были выложены камнями, которые и поддерживают его сохранность. На костре был быстро приготовлен обед. После обеда в нескольких шагах от костра, около небольшой пихточки, мы поставили две небольшие палатки по обе стороны от пихточки. Одна палатка была предназначена для меня с аппаратурой, а в другой временно разместились Валя Цветков, Ина Гандель и Галя Пухальская. Экспедиционные избы действительно оказались совершенно непригодными для жилья. Однако часть бревен можно будет использовать для различных поделок: столов, скамеек, и т. п. но большая часть бревен, кроме как на дрова, ни на что другое уже не пригодна. Вечером, до наступления темноты, я еще раз побывал на кратере № 3. Он очень хорошо сохранился, но на внутренних склонах, по борту кратера и вокруг него, уже выросли молодые березки, аралия, черемуха Маака и другие деревца и кустарники. В

этом кратере оказалось особенно много щитомордников. В основном лагере вся площадка заросла высокой и густой травой, и нас встретили тучи комаров и мошки. Однако дня через два-три большая часть гнуса выгорела на костре и нам стало много легче. Но все же приходилось постоянно употреблять разные средства против него.

В первую ночь нашего пребывания в основном лагере прошла сильная гроза с дождем.

На следующий день, уже 23 августа, небо очистилось от облаков, стало совершенно тихо, и в тайге стояло полное безмолвие, лишь журчанье ручья, протекавшего метрах в восьмидесяти от лагеря, да редкий, но пронзительный крик соек нарушали тишину. Иногда слышался крик желны, а по ночам «ухал» филин.

После завтрака мы ушли осматривать кратеры и воронки. Мы осмотрели самый большой кратер № 1, диаметром 26,5 м, совсем заросший березками, образо-

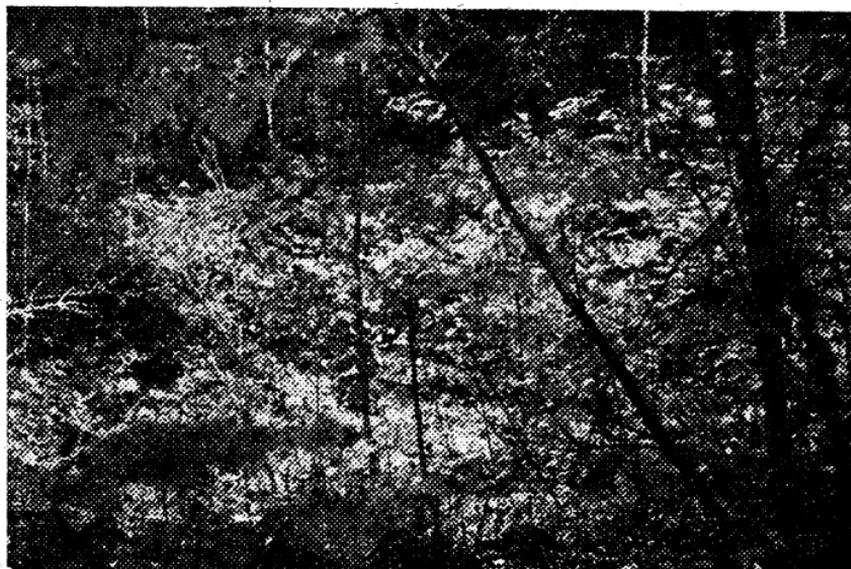


Рис. 42. Наибольший кратер № 1, заросший березками и аралией, в 1967 г. (ср. с рис. 10).

вавшими в кратере рощицу (рис. 42). Побывали на кратере среднего размера, № 12, диаметром около 12 м, на воронках №№ 48, 37, осмотрели еще несколько совсем небольших воронок поперечником около метра.

Все они хорошо сохранились, так же как и кратер № 3. Но все тоже заросло молодыми деревцами и кустарниками. Выбросов грунта и камней вокруг кратеров и воронок, столь четко наблюдавшихся в первые годы после падения железного дождя, сейчас уже совершенно не видно. Многие из поваленных деревьев вокруг кратеров, а особенно обломки древесных стволов, разбросанные по кратерному полю и наблюдавшиеся в первые годы, теперь уже сгнили или обросли мхом и можно было заметить только отдельные обломки.

Возвращаясь, мы заблудились, но, выйдя к ручью приблизительно в километре от лагеря, без труда пришли к нему.

В лагере мы застали Заславскую и Некрасова, которые пришли в основной лагерь на «постоянное» жительство, и сопровождавших их Сидорова, Маркова и Селиванова. Отдохнув, эти трое ушли обратно в лагерь № 2. Вновь пришедшие принесли в лагерь миноискатели, магнитные посохи, фотопленку, бинокль, мешок для перезарядки фото- и кинокассет и некоторые другие вещи.

Вечером мы обсудили программу работ на следующий день. Ночью снова была гроза с ливневым дождем, но к утру все прекратилось.

На следующий день, после завтрака, весь наш отряд из шести человек отправился на обследование кратерного поля и отдельных кратеров и воронок. Мы побывали также и на законсервированных в прежние годы кратерах №№ 4 и 10. Но построенные над ними павильоны (шатры) уже разрушились, бревна и доски заполнили кратеры. Почти разрушенным оказался и защитный павильон-«сарайчик», построенный над воронкой № 90, поперечником около метра. При раскопке этой воронки в прежнюю экспедицию, в 1950 г., на глубине около метра в воронке был обнаружен целый метеорит массой около 100 кг. Тогда он был оставлен на месте, так как предполагалось, что над воронкой будет построен постоянный павильон, и воронка с метеоритом должна была представлять один из экспонатов будущего заповедника. Но метеорита в воронке не оказалось; даже такой тяжелый метеорит кто-то из побывавших здесь туристов или работников экспедиций «уволок с собой». Это обстоятельство вызвало, конечно, у нас большое огорчение.

Будучи в самом большом кратере № 1, мы обнаружили, что в насыпном материале грунта в кратере до сих пор сохраняется распыленное метеоритное вещество. Достаточно было погрузить в грунт магнитный посох, как на полюсах магнита оказывались «щетки» из метеоритной пыли. На магните оказывались и мелкие метеоритные осколки. Мы взяли несколько образцов грунта из кратера и его окрестностей для более детального определения в лагерьной обстановке степени сохранности метеоритной пыли.

Обследуя кратеры и воронки, мы не смогли заметить ни одного затеса на деревьях около кратеров и воронок с номерами, сделанных прежними экспедициями. Затесы заросли, надписи исчезли, и оказалось необходимым заново восстанавливать нумерацию кратеров и воронок.

Вернувшись к вечеру в лагерь, мы снова встретили здесь вновь прибывших тоже на «постоянное» жительство эстонцев, членов геологического отряда, А. О. Аалое, Ю. В. Кестлане и М. Мягера. Аго Оттович сообщил, что в лагерь № 2 приходил из поселка Ветрик и сказал, что второй трактор на выручку застрявшего и для перевозки снаряжения в основной лагерь придет не раньше 29 августа, после окончания работ в тайге — рубки леса.

На следующий день после завтрака геологический отряд в сопровождении Некрасова, уже ознакомившегося с районом, отправился на осмотр кратеров и воронок. Аалое должен был определить, какие кратеры и воронки следует изучать в первую очередь. Некрасов, будучи проводником отряда, в то же время приступил к сбору растений для гербария. Заславская, Гандель и Цветков, составлявшие почвенный отряд, в задачу которого входил сбор образцов грунта для изучения распыленного метеоритного вещества, а также автор, пошли на сопку Кулика, в район наибольшей концентрации (по данным первой экспедиции) мелких индивидуальных экземпляров. Здесь была произведена попытка обнаружить при помощи миноискателей и магнитных посохов мелкие индивидуальные экземпляры. К сожалению, наша попытка не удалась и не было найдено ни одного экземпляра.

По сопке Кулика мы с трудом пробирались сквозь густые заросли аралии, элеутерококка и разной другой

молодой поросли и кустарников, обвитых лимонником, виноградом и актинидией (рис. 43—46). Местами нам преграждали путь мощные лесные завалы, и мы смогли установить, что предстоящий систематический сплошной поиск и сбор при помощи миноискателей мелких индивидуальных экземпляров, рассеявшихся в тыловой части эллипса рассеяния, будут очень трудными.

К концу дня мы пришли в лагерь; к этому времени вернулся и геологический отряд. Аалое восхищен прекрасной сохранностью кратеров и воронок и предвидит интересную работу по их изучению. В лагере мы встретили также Сидорова, Маркова и Селиванова, которые снова принесли часть снаряжения и пополнили наши запасы продовольствия; в основном лагере теперь нас стало восемь. Ночью снова прошла гроза с дождем.

26 августа после завтрака эстонцы, а с ними и Цветков, отправились в лагерь №№ 1 и 2 за необходимым для работы геологического отряда оборудованием: лопатами, топорами, ломами, кирками и т. д. Позднее Некрасов, Сидоров и Марков отправились на поиски зимней лесовозной дороги, которая, как нам говорили лесорубы, проходит где-то поблизости от нашего лагеря и ведет в поселок.

Проводив Некрасова с товарищами, оставшиеся Заславская, Гандель, Пухальская, Селиванов и автор отправились осматривать южные кратеры и воронки, расположенные в низинном месте. Некоторые кратеры и воронки оказались залитыми водой. Около воронки № 34 мы нашли сохранившийся кедр со сломанной ударом метеорита вершиной, и другой кедр, стоящий на восточном борту воронки, пробитый насквозь метеоритным осколком. Оба эти кедра были замечены еще в первую нашу экспедицию 1947 г. (см. выше). Второй кедр уже наполовину сгнил и часть его ствола, оторванная ветром, лежит в воронке.

Вечером эстонцы и Цветков вернулись в лагерь и принесли нужное им оборудование.

27 августа занимались устройством лагеря. Цветков с Селивановым соорудили павильон для работы с биноклярной лупой. Павильон представлял собой легкий каркас из тонких жердей, обтянутый с боков марлей, а сверху покрытый полиэтиленовой пленкой. Марля защищает от комаров и мошки и, кроме того, обеспечивает достаточное рассеянное освещение препарата,



Рис. 43. Заросли кустарников в районе падения железного дождя.

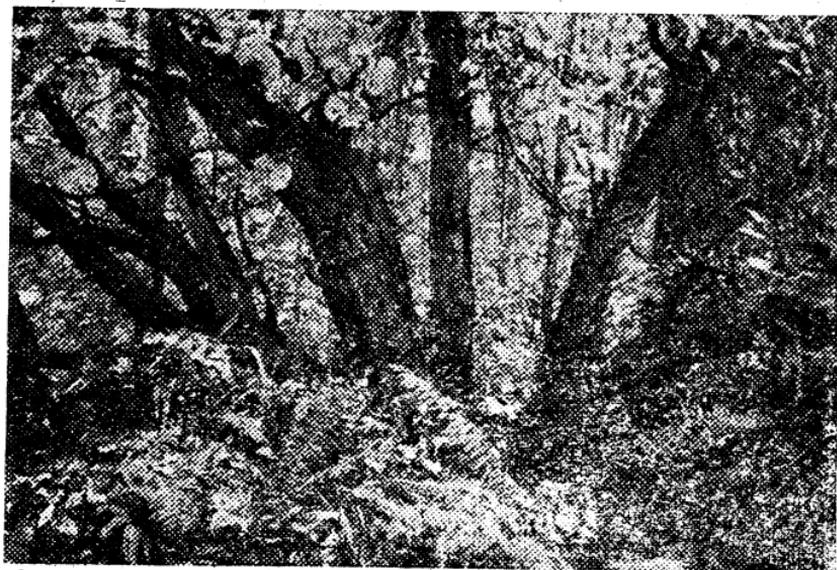


Рис. 44. Корни упавшего дерева, обвитые лимонником.



Рис. 45. Куст элеутерококка с ягодами.



Рис. 46. Аралия — уссурийская «пальма».

наблюдаемого под бинокулярной лупой. Полиэтиленовая пленка предохраняет от дождя. Из нар, находившихся в старых избах, был сделан столик для бинокулярной лупы, а также обеденный стол в столовой.

Итак, аппаратура для изучения распыленного метеоритного вещества в грунте была подготовлена к работе и теперь можно было заняться настоящим делом. Поэтому Заславская, просушив образцы грунта, доставленные нами из кратера № 1 и его окрестностей, выделила магнитную фракцию. Просмотр под бинокуляром показал высокое содержание метеоритной пыли. Достаточно много наблюдалось и метеорной пыли (шариков и других сфероидальных частиц).

Эстонцы натянули тент, устроили под ним стол и разложили на нем свои инструменты. Я привел в порядок свою палатку, подтянул стропы, разложил аппаратуру и подготовил ее к работе; просушил на солнце постельные принадлежности, белье и некоторые другие вещи. Влажность здесь весьма велика. Каждое утро, просыпаясь, мы слышим, как шумит дождь и по палатке ударяют крупные капли. Но, выйдя из палатки, видишь, как светит яркое солнце на совершенно безоблачном небе, а с деревьев падают частые и крупные капли росы, а вовсе не дождя.

Вечером Аалое познакомил меня с составленным им планом работ геологического отряда. В плане была предусмотрена прокладка траншеи до нетронутых скальных пород от центра кратера № 12 до его южного борта. Этот кратер не был еще раскопан в предыдущие экспедиции, и поэтому его изучение представлялось наиболее интересным и плодотворным. Далее была предусмотрена закладка шурфа в южном борту воронки № 27, расположенной в южной части и заполненной водой, и, наконец, раскопка воронки № 61, диаметром в 2,2 м, также ранее не раскапывавшаяся.

Вечером из лагеря № 2 пришли Малинкин, Некрасов, Сидоров и Марков. Некрасов рассказал, что, выйдя из основного лагеря 26 августа, через пять часов он со своими спутниками пришел в поселок Метеоритный. Лесовозной зимней дороги они не нашли и шли только по тайге, руководствуясь компасом. В поселке группа переночевала у Ветрика и на следующий день Некрасов с Ветриком на мотоцикле последнего съездили в Измайлиху. Там Некрасов сдал на почту для от-

сылки наши письма и получил корреспонденцию для экспедиции и ее участников. Вернувшись в поселок, Некрасов закупил некоторые продукты и вместе с Сидоровым и Марковым на грузовой автомашине, перевозящей лесорубов на лесозаготовительный участок и обратно в поселок, доставили их в лагерь № 2. Отсюда Некрасов со спутниками ушли в основной лагерь, принеся в рюкзаках продукты; в лагере № 2 к ним присоединился Малицкий, а охранять лагерь № 2 остались Емельянов с Шаповаловой.

На следующий день Малицкий с Сидоровым продолжали заниматься устройством лагеря, геологический отряд начал прокладку траншеи в кратере № 12, Некрасов с Марковым (разведывательный отряд) приступили к отождествлению, описанию и маркировке кратеров и воронок, пользуясь картой, составленной по данным первых экспедиций. Почвенный отряд, состоявший из Заславской, Пухальской и Цветкова, к которым временно присоединились Гандель и автор, приступили к систематическому сбору образцов грунта, начав с кратера № 14. В этом кратере было взято 43 образца общей массой около 40 кг. Один образец был взят в центральной части кратера и являлся контрольным. Все остальные образцы брали из разных точек (по сетке) на внутренних склонах кратера. Образцы тщательно очищали от мелких камней, щебенки, древесных корней и т. п. В одном месте на борту кратера, отвалив крупный камень, мы увидели лежавшего под ним щитомордника, который быстро скрылся в кустах. Пока мы собирали образцы на одном борту кратера, на другой на положенный нами рюкзак с образцами заполз второй щитомордник. Он также быстро уполз при нашем подходе.

На следующий день наш почвенный отряд продолжал сбор образцов; образцы были взяты в кратере № 2 диаметром 23 м. После сбора образцов, спустившись с сопки, мы пошли на восток от него. Пройдя через густые заросли, а потом, подходя к Большому Метеоритному ручью, миновали марь с высокими кочками и густой, в рост человека, травой. Ручей здесь очень живописный. В ряде пунктов вдоль этого маршрута мы взяли образцы грунта.

31 августа геологический, почвенный и разведывательный отряды продолжали работу по программе.

Малинкин с двумя участниками ушел в лагерь № 1, где он должен был встретить трактор. Заславская в течение всего дня занималась отмучиванием в ручье контрольных образцов грунта и их просушкой. Я просмотрел под биноклем метеоритную пыль, выделенную из образца, взятого в кратере № 2. Метеоритной пыли в этом образце много, встречаются и шарики. Один, наиболее крупный, шарик имел диаметр около 80 мкм.

Во второй половине дня я побывал на кратере № 1, где сделал ряд фотоснимков. На кратере № 12 геологический отряд, проводя работу, вырубил всю поросль



Рис. 47. Траншея, прорытая в южной половине кратера № 12. На переднем плане — А. О. Аалое.

и теперь кратер особенно хорошо заметен и четко видна его конусообразная форма. В южном борту кратера уже была вырыта траншея, шириной около метра и глубиной в два метра (рис. 47). Аалое сказал, что сегодня во время раскопок начали попадаться метеоритные осколки. Потом он показал в борту кратера складку в скальных породах, аналогичную складке, которую, по его словам, он наблюдал в Илуметсаасских кратерах в Эстонии. Я здесь сделал серию фотоснимков, снял и кинамкой.

В конце дня я возвратился в лагерь. К этому времени вернулся в лагерь и почвенный отряд, доставив-

ший образцы грунта из кратера № 2. Цветков и Пухальская ушли на ручей, а мы с Заславской, сидя за столом, обсуждали наши дела. Гандель в это время занималась делами в своей палатке. Вдруг мы услышали крик Гандель: «Нина! Воду!» — и увидели пламя, вырвавшееся из ее палатки. Заславская схватила банку и бросилась к роднику за водой. Я схватил ведро со щами, вылил из него щи и тоже бросился к роднику. Но когда мы подбежали с водой, палатка уже догорала, спасти ее не удалось, однако находившиеся в ней вещи уцелели, только у новой куртки Гандель выгорела спина. Сгоревшая палатка была изготовлена из перкаля — легко воспламеняющегося материала. Гандель, не зная этого, решила пламенем свечи выжечь на стенках палатки клещей.

Вечером Аалое с Мягером ушли на рыбную ловлю на Большой Метеоритный ручей, а мы в ожидании прихода из лагеря № 1 Емельянова с Шаповаловой оставались в лагере. Уже стало темнеть, но их все еще не было. Вернулись с рыбной ловли Аалое с Мягером, стало совсем темно и мы решили, что Емельянов и Шаповалова задержались в лагере № 1 и сегодня не придут. Но вдруг около 9 ч вечера мы услышали крик. Мы решили, что наши товарищи, потеряв тропу, зовут на выручку. Поэтому к ним навстречу вышла группа с фонарями. Вскоре группа вернулась и с нею пришли Емельянов с Шаповаловой, которых группа встретила в полукилометре от лагеря. Тут выяснилось, что Емельянов, обвешанный фотоаппаратом, кинамкой и другими вещами и несший в руках нелегкий чемодан, просто выбился из сил и с трудом передвигался по едва заметной тропе между высоких кочек.

На следующий день утром прошел сильный дождь, и поэтому на работу вышли только в полдень. Емельянов присоединился к разведывательному отряду; на него была возложена обязанность систематически фотографировать кратеры и воронки, а Некрасов занимался описанием. Марков делал затесы на деревьях и писал номера кратеров и воронок. Шаповалова вместе с Заславской занялись отмучиванием и промывкой в ручье образцов грунта; после отмучивания образцы просушивались.

Около 4 ч дня в лагерь прибыл трактор, значительно более мощный, чем первый, который застрял. Этот

трактор вытащил застрявший и доставил в основной лагерь часть снаряжения и продовольствия, остававшуюся в лагере № 1. Не задерживаясь, тракторист из лагеря отправился в поселок. С ним я отослал для отправки по почте в редакцию газеты «Красное Знамя» статью об экспедиции, ее задачах и работе. Статья была опубликована в двадцатых числах сентября.

Вечером, когда уже стемнело, в лагерь пришли Малинкин, Сидоров и тракторист Руденко с первого трактора. Они сопровождали нагруженный трактор, который шел по тайге без дороги с большой осторожностью, чтобы снова не застрять. Не успев до темноты добраться до лагеря, тракторист оставил трактор в тайге до следующего дня и все пришли в лагерь на ночлег.

На следующий день, около 3 ч дня мы услышали звуки мотора приближающегося трактора. Трактор был быстро разгружен и на следующий день отбыл в поселок.

Итак, теперь, 1 сентября, через десять дней после прибытия в тайгу экспедиция оказалась в полном сборе и все ее снаряжение и продовольствие было собрано в основном лагере (рис. 48). Окончились волнения, тревоги, ожидания...

Вечером у костра мы долго беседовали о метеоритах, всем хотелось больше узнать о Сихотэ-Алинском метеоритном дожде, о Тунгусском метеорите. Тракторист Руденко рассказывал нам о природе и животном мире уссурийской тайги.

На следующий день с трактористом Руденко в поселок на тракторе отправились Малинкин с Марковым. Нужно было уже теперь договориться с леспромхозом о предоставлении трактора с грузовой автомашиной для вывоза снаряжения экспедиции из тайги после окончания работ, намеченного на начало октября. Днем шел дождь, и поэтому работа не производилась. 3 сентября температура воздуха ночью упала до 3°С.

Была поставлена десятиместная палатка, в которой мы поместили наши инструменты: миноискатели, магнитные посохи, лопаты, топоры, грабли и пр., а также собранные образцы грунта, число которых уже превысило сотню. Рядом с палаткой под тентом был поставлен магнитный сепаратор для сухой обработки грунта — выделения магнитной фракции. Однако применить в работе этот сепаратор так и не пришлось, так

как он обладал рядом недостатков. На освещаемой солнцем площадке лагеря был сделан настил из бревен от старых изб для просушки грунта.

4 сентября приступил к работе и последний, четвертый, отряд экспедиции, метеоритный, руководство



Рис. 48. Общий вид центральной части лагеря экспедиции. Справа видна часть столовой, вдали палатка автора книги, слева — кухня.

которым осуществлял я. Кроме меня, в нем было еще четыре человека. Мы начали поиск и сбор мелких индивидуальных экземпляров при помощи миноискателей на южном выступе вблизи вершины сопки Кулика (рис. 49). Этот участок был назван первым: на толстом кедре был сделан затес, на котором черной краской был обозначен номер участка. Мы начали с того, что на площадке приблизительно в три десятка квадратных метров граблями сняли с поверхности грунта между деревьями и кустарниками верхний покров из старых древесных листьев и разного лесного мусора. После этого поверхность грунта была обследована при помощи миноискателей. У нас было пять миноискателей: четыре старой конструкции и один полупроводниковый новой конструкции в виде хоккейной клюшки. Мы обследовали и тщательно обработали миноискателями

несколько площадок общей площадью около 150 кв. м, но ни одного метеорита не обнаружили. Мы попытались применить и магнитные посохи, но и с их помощью найти метеориты не удалось. Между тем как раз на вершине сопки Кулика и у ее подошвы в 1947 г. была



Рис. 49. Поиск метеоритов с помощью миноискателей и магнитных посохов.

обнаружена наибольшая концентрация мелких индивидуальных экземпляров. Следует сказать, что именно вследствие обилия здесь рассеянных мелких индивидуальных экземпляров она была названа автором сопкой Кулика по фамилии нашего энтузиаста-исследователя метеоритов Леонида Алексеевича Кулика. Мы попытались проверить чувствительность своих миноискателей. Для этой цели в разных, неизвестных сборщикам местах были положены и слегка засыпаны грунтом небольшие метеоритные осколки. Оказалось, что рамочные миноискатели не обнаруживают осколки массой менее 10 г. Работу миноискателей сильно затрудняли обломки скальных пород, рассеянные в большом количестве в грунте и содержащие в себе также множество включений магнетита. Присутствие магнетита в камнях и вызывало возникновение в наушниках миноискателей таких же сигналов, какие дают и метеоритные осколки. Впрочем, позднее мы научились все же различать сигналы от метеоритов и от камней, но в начале на-

шей работы испытывали сильные затруднения. Так, за весь день мы не обнаружили ни одного индивидуального экземпляра. Вечером из поселка вернулись Малинкин и Марков, доставившие в рюкзаках продовольствие и корреспонденцию.

5 сентября продолжалась в полном объеме вся плановая работа всех отрядов экспедиции. С этого времени начался массовый сбор метеоритных осколков, рассеянных в кратерах и воронках и в их окрестностях. Этим делом занимался разведывательный отряд, основной задачей которого все же было найти, отождествить местоположение по карте, описать, сфотографировать и промаркировать кратеры и воронки. С помощью одного рамочного миноискателя отряд ежедневно собирал много килограммов метеоритных осколков, обычно небольших размеров, но однажды был найден осколок массой около 15 кг.

При раскопке кратера № 12 геологическим отрядом тоже было собрано много мелких метеоритных осколков и два крупных осколка, массой 25—30 кг каждый.

Метеоритный отряд продолжал поиски и сбор метеоритов на первом участке. К концу дня участок снова был полностью обследован, но опять не было найдено ни одного метеорита. Но в самом конце дня, когда уже собирались заканчивать работу, Малинкин, взяв полупроводниковый миноискатель и выйдя метров на 50 за границу участка, возобновил поиски. И вдруг он обнаружил первый индивидуальный экземпляр. Последний имел уплощенную форму, хорошо сохранился и на большой площади его поверхности можно было увидеть характерный пепельно-серый цвет коры плавления. Метеорит имел массу 56 г и впоследствии был записан в инвентарную книгу под номером 11101. Он лежал под слоем старых древесных листьев и различного мусора, на глубине всего лишь 2—3 см.

Итак, находка подтвердила наличие в данном районе рассеянных мелких индивидуальных экземпляров.

На следующий день метеоритный отряд приступил к поискам метеоритов в другом месте, расположенном на вершине сопки Кулика, метрах в ста от первого участка. На этом участке, обозначенном номером вторым, Сидоров нашел второй индивидуальный экземпляр массой около 200 г. Он лежал в грунте на глубине около 3 см.

Геологический отряд продолжал прокладку траншеи в кратере № 12. Однако вследствие прошедшего дождя в траншее появилась вода, которая сильно затрудняла работу. Пришлось ведром выливать воду из траншеи.

Разведывательный отряд с помощью рамочного миноискателя собирал метеоритные осколки, продолжая в то же время выполнять свою основную работу — отождествление кратеров и воронок.

После находки Сидоровым на втором участке индивидуального экземпляра здесь на следующий день не было найдено ни одного метеорита. Поэтому обследование и поиск метеоритов были перенесены на восточный склон сопки Кулика, на расстояние 200—300 м от первого участка. В 1947 г. здесь также было обнаружено сгущение рассеянных мелких индивидуальных экземпляров. На следующий день наш отряд отправился в этом направлении. Впереди шел Малинкин с полупроводниковым миноискателем. Задерживаясь по временам на очередной площадке, он обследовал ее миноискателем. И вот, отойдя метров на сто от первого участка, он обнаружил индивидуальный экземпляр. Это был уже третий экземпляр; он имел массу больше 2 кг. Мы остановились и приступили к более детальному обследованию этой площадки. Тотчас же последовала вторая, за ней третья, четвертая и пятая находки. Все пять экземпляров лежали под лесной подстилкой на глубине 2—3 см и их легко обнаруживал полупроводниковый миноискатель. Четыре метеорита из пяти были найдены на площадке поперечником около 40 метров. Было решено отсюда расширять площадь детального обследования и поисков метеоритов. Этот участок обозначили номером третьим и на толстом кедре, сделав затес, краской написали этот номер.

Итак, было установлено, что предположение о том, что в тыловой части эллипса рассеяния остались несобранными многие мелкие индивидуальные экземпляры, подтвердилось; теперь предстояло провести работу по поискам и сбору метеоритов.

Вечером я поручил Малинкину заняться подготовкой к выезду из тайги и вывозу всего собранного материала. Опыта в этом отношении у нас никакого не было, а вопрос с транспортом в тех таежных условиях довольно труден и сложен. Нужно было также договориться с директором леспромхоза об изготовлении

из досок ящиков для упаковки снаряжения и собранного материала.

С каждым днем коллекция индивидуальных экземпляров и метеоритных осколков пополнялась новыми находками. Мне все реже и реже удавалось пойти в тайгу на сбор метеоритов, так как приходилось подолгу заниматься их очисткой и каталогизацией, а также просмотром под биноклем собранных метеоритов.

Тайга между тем все больше и больше одевалась в осенний наряд и к середине сентября предстала во всей своей красе. Какие только краски и оттенки не наблюдались в тайге! Вот лимонно-желтая березовая роща, там видны яркокрасные клены, пурпурные кусты бересклета, словно костры, горят среди деревьев. А здесь высоко по березке взбирается медно-красная лоза винограда, переплетающаяся с желтыми ветвями лимонника, на котором словно на новогодней елке висят красные грозди ягод. А вот уже пожухлые, светлорыжие кроны дуба.

Начался массовый листопад, и тайга резко посветлела. Вот когда стало все легче и легче работать! В августе, когда мы прибыли в тайгу, в двух шагах ничего не было видно из-за густых зеленых кустарников, а на полянках — из-за высокой травы, кустов папоротника.

Резко уменьшилась и влажность воздуха. Зато по ночам стало прохладно и иногда даже совсем холодно.

По ночам все чаще стал раздаваться рев изюбрей. Иногда отдельные изюбри настолько приближались к лагерю; — вероятно, метров на 40—50, — что даже был слышен их топот. Подходили те животные, которых подманивал кто-либо из участников экспедиции, которые хорошо научились это делать, пользуясь ружейными стволами.

Однажды в лагерь из поселка пришел Ветрик со своим помощником Николаем. Они принесли корреспонденцию и собирались рано утром пойти на охоту на изюбря. Но уже в самом начале ночи пошел дождь, перешедший в обложной. Дождь шел до утра, и Ветрик с Николаем ни с чем ушли в поселок.

Ветрик посоветовал мне сделать силами участников экспедиции сани из кедровых стволов, растущих около лагеря, и на этих санях с помощью трактора вывезти имущество экспедиции из тайги. Так мы и поступили, и сани оказались великолепными.

С середины сентября началась особенно продуктивная работа метеоритного отряда. Каждый день сборщики приносили по десятку и больше индивидуальных экземпляров. Мы применяли такую процедуру. С помощью миноискателя обнаруживали место залегания метеорита. Затем магнитным посохом разрыхляли грунт в месте залегания метеорита и вынимали его. Была сделана попытка применить магнитные посохи и для обнаружения метеоритов без помощи миноискателя, что имело особое значение для обнаружения и извлечения из грунта микрометеоритов. И действительно, с помощью магнитных посохов за время работы экспедиции было найдено около десятка микрометеоритов. Был обнаружен и целый ряд индивидуальных экземпляров массой в десятки и сотни граммов. Несколько таких метеоритов обнаружил и я. Один из таких метеоритов имел массу около 200 г. Он плотно лежал в грунте, и когда я поднес к месту его залегания магнитный посох, не зная, конечно, что здесь лежит метеорит, то почувствовал, как магнитный посох дернуло из рук.

14 сентября Малинкин, Цветков и Некрасов ушли в Метеоритный и в Измайлиху за очередной порцией хлеба и за новой корреспонденцией. Малинкин, кроме того, должен был договориться в леспромхозе о вывозе из тайги снаряжения и собранного материала. С этой группой ушли также Пухальская и Шаповалова, которые, окончив работу в экспедиции, отправлялись домой.

Метеоритный отряд продолжал успешный сбор индивидуальных экземпляров, и к середине сентября общий счет собранных метеоритов достиг уже 53.

Геологический отряд полностью окончил раскопки и изучение кратера № 12, и все собранные в нем метеоритные осколки были перенесены в лагерь. После проливного дождя трампея в кратере обвалилась, но Аго Оттович успел описать строение кратера, сделать чертежи и фотоснимки.

Окончилась работа и по сбору образцов грунта почвенным отрядом, и Заславская занялась предварительной обработкой и просмотром под биноклем образцов грунта, из которых выделялась и затем просматривалась магнитная фракция, содержащая метеоритную и метеорную пыль.

16 сентября вечером в лагерь вернулся Малинкин. Он сообщил, что договорился в леспромхозе об изготовлении ящичков для упаковки и о предоставлении экспедиции 29 или 30 сентября трактора для вывоза из тайги имущества экспедиции.

17 сентября был выходной день. Шел с перерывами дождь, иногда переходивший в ливневый. Во время завтрака я от имени всего коллектива экспедиции поздравил Аго Оттовича с сорокалетием и пожелал ему здоровья и успеха в его деятельности. По случаю дня рождения был устроен праздничный обед. Некрасов приготовил жареных рябчиков, нашпигованных ягодами лимонника по его собственному рецепту. Рябчики оказались очень вкусными и на каждого четырех человек пришлось по три рябчика. Отмечая день рождения А. О. Аалое, мы решили 17 сентября считать днем метеоритики и праздновать его ежегодно.

На следующий день шел морозящий дождь и работа в тайге не производилась. Некоторые участники заготавливали дрова, другие занимались заготовкой бревен для тракторных саней.

19 сентября дождь прекратился, и работа в тайге возобновилась. Метеоритный отряд продолжил сбор метеоритов на участке № 3, но в работе применялся только один полупроводниковый миноискатель.

Густые заросли кустарников, переплетенных лианами, — лимонником, виноградом, актинидией, а также завалы бурелома не позволяли проводить сплошное обследование, и небольшие участки оставались неосмотренными. Хотя общая площадь таких участков относительно невелика, все же некоторое количество индивидуальных экземпляров при нашем сборе оставалось в грунте.

Во второй половине дня дождь возобновился, и работа снова была прервана. Несмотря на неполный день работы и притом с одним лишь миноискателем, все же было собрано 18 экземпляров, а общий счет достиг 109 метеоритов.

Цветков, ссылаясь на рекомендации сотрудника Комитета по метеоритам И. Т. Зоткина, попросил моего разрешения отправиться для обследования эллипса рассеяния в северном направлении, где, по предположению Зоткина, должно было проявиться действие баллистической волны. Хотя я и не считал такое пред-

положение обоснованным, тем не менее не стал препятствовать Цветкову, и последний в сопровождении Гандель ушел в северный маршрут.

На следующий день на третьем участке было произведено испытание чувствительности рамочных миноискателей. Это было вызвано утверждением Ю. М. Емельянова, что рамочные миноискатели столь же чувствительны, как и полупроводниковый. Емельянов говорил, что «нет плохих инструментов, а есть плохие экспериментаторы». Но дело здесь не в плохом инструменте или экспериментаторе, а просто в том, что нельзя получить от прибора того, что он технически не может дать. Мы решили опытным путем проверить чувствительность рамочных миноискателей. Испытание было проведено следующим образом. Емельянов с помощью рамочного миноискателя произвел обследование небольшой площадки. Через десять минут после начала работы он нашел здесь один индивидуальный экземпляр массой 100—150 г. После этого он в течение часа, продолжая обследование площадки, не сделал ни одной находки. Затем ту же площадку обследовал Селиванов с помощью полупроводникового миноискателя и нашел здесь еще десять индивидуальных экземпляров меньшего размера.

Мы продолжили испытание и проделали другой опыт. Найдя с помощью полупроводникового миноискателя индивидуальный экземпляр и не вынимая его из грунта, Селиванов указал Емельянову площадку около двух квадратных метров, на которой находился метеорит, и предложил найти его с помощью рамочного миноискателя. Емельянов быстро нашел метеорит, но последний оказался не мелким и имел массу около 300 г. После этого под лесную подстилку скрытно от Емельянова был положен небольшой индивидуальный экземпляр массой 30—40 г. Несмотря на все внимание и усилия обнаружить метеорит, Емельянову так и не удалось этого сделать. После Емельянова попытался найти метеорит Марков, но и он его не нашел. Таким образом, испытание окончательно подтвердило недостаточную чувствительность рамочных миноискателей. Следует отметить, что работа с рамочными миноискателями показала, что они обладают еще одним недостатком — требуют очень частой настройки, которая постоянно сбивается при работе в густой тайге.

За день было собрано 27 экземпляров, и общий счет достиг 136. В числе найденных четыре экземпляра были обнаружены при помощи использовавшихся магнитных посохов.

Возвращаясь с поисков и сбора метеоритов, мы снова подошли к воронке № 61. Она была уже полностью раскопана, и в ней на глубине около метра залёгал целый метеорит массой около 100 кг. Он лежал под юго-юго-западным бортом воронки. На следующий день геологи вынули метеорит из воронки и доставили его в лагерь.

После вскрытия воронки № 61 геологический отряд отправился на север, где в нескольких километрах от района падения железного дождя имеется обнажение скальных пород, ознакомление с которыми входило в программу работ отряда.

Метеоритный отряд, окончив обследование участка и поиски на нем индивидуальных экземпляров, заложил на некотором расстоянии от этого участка еще один, четвертый участок, потом был заложен еще пятый участок и, наконец, шестой. На каждом из этих участков было найдено по несколько метеоритов. Поскольку все три новых участка располагались в северном, северо-восточном и восточном направлениях относительно третьего участка, можно было заключить, что на всем пространстве сопки Кулика вплоть до ее подошвы в грунте рассеяны индивидуальные экземпляры.

Работа с миноискателями и магнитными посохами показала, что с помощью последних могут быть обнаружены и извлечены из грунта сколь угодно мелкие метеориты — микрометеориты. Однако производительность работы с посохом раз в двадцать меньше, чем с миноискателем. Действительно, при работе с миноискателем его поисковый элемент — «клюшка» — легко, быстро производит обследование грунта на значительном участке, между тем при работе с посохом поиск значительно медленнее, ибо приходится посохом непрерывно разрыхлять весь верхний слой грунта.

Разведывательный отряд практически окончил свою работу, так как остались неотожествленными лишь небольшое число малых воронок, которые вследствие своих малых размеров оказались засыпанными различным мусором, заросли кустарником и были невидны.

Не были найдены воронка № 35 диаметром 5,2 м, т. е. довольно крупная, и воронка № 45 диаметром 4 м, из которой в 1950 г. с глубины 3 м был извлечен самый крупный индивидуальный экземпляр массой 1745 кг. По-видимому, места расположения этих воронок на карте были показаны неправильно.

При поисках и сборе метеоритов на участке № 6 был проделан такой опыт. При помощи двух магнитных посохов двумя сборщиками была обследована полоса шириной в 3 м и длиной 25 м. На этой полосе одним из сборщиков был найден один индивидуальный экземпляр, причем обследование заняло 2 ч 20 мин. Следовательно, для обследования этой полосы одним сборщиком потребовалось бы 4 ч 40 мин. Между тем с помощью полупроводникового миноискателя эта работа была проделана одним человеком за 12 мин. Итак, наш опыт показал, что работа с магнитным посохом действительно идет в 20 раз медленнее, хотя при обследовании с посохом производится более полная выборка метеоритов за счет мелких экземпляров и микрометеоритов.

24 сентября в лагерь вернулись Цветков с Гандель и, как и следовало ожидать, никаких следов проявления баллистической волны они не обнаружили.

Тайга между тем полностью раскрасилась в осенние краски и сбросила значительную массу листвы. Поэтому в тайге резко посветлело и теперь кратеры и воронки были видны уже с расстояния десятков метров.

Я снял кинемкой все этапы поисков и сбора метеоритов. Работа протекает в таком порядке. Сначала производится поиск метеорита с помощью миноискателя. После того как миноискатель обнаружит метеорит, т. е. место его залегания в грунте, второй сборщик при помощи магнитного посоха разрыхляет грунт и метеорит тотчас же со стуком ударяется о магнит посоха, затем его вынимают из грунта. Третий человек записывает находку в дневник, предварительно измерив по компасу направления на место находки из места предыдущей находки, а также расстояние шагами, переводя их затем в метры. В дневнике указывается номер находки, направление и расстояние от предыдущей находки, глубина залегания, характер грунта и другие замеченные подробности. К метеори-

ту прикладывается этикетка с указанием номера, и он завертывается в минералогический пакет. После этого на ближайшем к месту находки метеорита дереве делается затес топором и пишется карандашом полевой номер найденного метеорита. Из сказанного видно, что все находки метеоритов привязаны друг к другу. Некоторые места находок привязаны еще к опорным топографическим знакам. Таким образом, получаются данные о рассеянии индивидуальных экземпляров, на основе которых впоследствии можно составить достаточно точную карту рассеяния.

26 сентября в лагерь из поселка вернулся Малинкин. Он сообщил, что трактор для вывоза из тайги экспедиционного снаряжения и собранного материала к лесовозной дороге прибудет в лагерь 29 сентября. Далее по лесовозной дороге весь груз экспедиции будет перевезен в поселок на грузовой автомашине. Ящики для упаковки уже готовы.

В один из последних дней работы метеоритного отряда я решил заснять кинамкой инсценировку процесса поисков метеоритов при помощи магнитного посоха. Выбрав площадку и вооружив Селиванова кинамкой, я взял в руки посох и начал поиск. Селиванов включил кинамку и начал киносъемку. Вдруг совершенно неожиданно я почувствовал, как о магнит посоха ударился маленький метеорит. Я поднял посох и снял с магнита метеорит массой в несколько десятков граммов. Таким образом, инсценировка превратилась в подлинный поиск.

Малинкин и три участника экспедиции в течение двух дней сделали из напиленных кедровых бревен отличные тракторные сани, которые похвалили и даже впоследствии использовали для своих целей работники леспромхоза. По подсчетам вес порожних саней (из сырых бревен) достигал приблизительно полутора тонн. 28 сентября был окончен сбор индивидуальных экземпляров. Всего оказались собранными 226 экземпляров, больше чем в первую экспедицию в 1947 г. Таким образом, окончательно подтвердилось наше предположение, что после сбора 1947 г. в тайге остались тысячи метеоритов. Огромное количество мелких индивидуальных экземпляров и теперь, после проведенного нами в эту экспедицию сбора, осталось лежать в тайге.

Мы приступили к упаковке снаряжения и сборов. Вечером 29 сентября в лагерь прибыл трактор. Его мы ожидали с большим нетерпением и тревогой, опасаясь, что он снова может застрять где-либо в тайге. Еще с утра мы стали прислушиваться, не послышится ли звук тракторного мотора. И вот, наконец, мы услышали рокот мотора, который показался нам прекрасной симфонией. Мы услышали звуки работающего трактора часа за два до его прибытия в лагерь. Они то затихали, вызывая у нас тревогу, то снова становились слышны в каждом разом все громче и громче. Около 7 ч вечера трактор прибыл в лагерь.

Утром на следующий день были сняты последние палатки, тенты, уложены спальные мешки, и все это было нагружено на тракторные сани, на которых образовалась целая пирамида.

Вот погрузка окончена, последний взгляд на опустевший лагерь и мы тронулись из тайги. Перейдя через ручей Малый Метеоритный около лагеря, трактор в сопровождении семи человек отправился направо к лесовозной дороге, а мы, пятеро, повернули налево и по тропе, сначала по тайге, потом через марь вышли на шоссе и пришли в поселок Метеоритный (см. рис. 41). Был теплый солнечный день. Тропа почти на всем протяжении (т. е. около 5 км) даже по мари была сухой и идти было и легко и приятно.

Мы вышли из лагеря около 12 часов, а к 14 часам уже пришли в поселок, расположившись в доме лесника Ветрика. И здесь, впервые после 1947 г., т. е. через двадцать лет, я встретился с нашим первым проводником, лесником Федором Семеновичем Ашлабаном. Он резко постарел, и теперь находится уже на пенсии. Из его рассказов я узнал, что он сильно болел и теперь еще не совсем поправился. После нашей первой экспедиции 1947 г. Ашлабан был проводником всех трех последующих экспедиций, которыми руководил С. С. Фонтон. А когда наши экспедиции окончили свои работы, он проводил здесь еще несколько других экспедиций (геофизическую, геологическую) и несколько групп туристов. Когда район заготовки леса приблизился к району падения железного дождя и нужно было выбрать место для строительства поселка лесорубов, это дело было поручено Ашлабану. И вот это место им было выбрано там, где

на реке Ханыхезе причаливали лодки наших экспедиций. Здесь раньше была пасека, на которой очевидец Загляда, опрошенный в свое время Дивари, наблюдал падение метеоритного дождя.

В конце дня в поселок пешком пришли по лесовозной дороге Сидоров и Селиванов. Они сообщили, что



Автор (в центре) с лесником С. А. Ветриком (слева) и Ф. С. Ашлабаном (справа).

трактор благополучно вывез нагруженные сани к лесовозной дороге, но здесь грузовой автомашины не оказалось. Между тем было условлено, что к моменту прибытия трактора сюда должна была прибыть автомашина. Все имущество с тракторных саней было сгружено и положено под брезент.

Я немедленно в сопровождении Ветрика отправился к техноруку леспромхоза И. Д. Швецу. Он местный житель и во время работ нашей первой экспедиции 1947 г. был еще подростком, но помнит экспедицию, помнит и нас. Швец быстро распорядился, и грузовая автомашина отправилась за грузом экспедиции. Около полуночи автомашина с грузом и в сопровождении участников экспедиции прибыла в поселок.

Рано утром на следующий день мы быстро разгрузили автомашину. В это время ко мне пришел куз-

нец леспромхоза Г. К. Шталун. По его просьбе я дал ему осколок метеорита для его личных целей: «Для сравнения с другими металлами» — сказал он.

Днем все участники экспедиции занимались перепакровкой и доупаковкой снаряжения и сборов и приготовления его к сдаче на железную дорогу для отправки в Москву. Я побывал в гостях у Федора Семеновича и встретился с его супругой, Ульяной Ивановной. Ашлабаны живут в отдельном доме из двух комнат и кухни. У них очень опрятно, чисто и весьма уютно. При доме участок огорода.

Из Измайлихи мне была доставлена телеграмма из Комитета по метеоритам. В ней сообщалось о находке нового железного метеорита. В телеграмме говорилось, что подробности сообщены в письме, которое послано в Дальнереченск.

Утром был мороз около -7°C , и отрицательная температура сохранялась в течение всего дня.

2 октября выяснилось, что грузовых автомашин для перевозки груза экспедиции и ее участников в Дальнереченск сегодня не будет, так как все машины заняты различными спешными перевозками для леспромхоза. В связи с задержкой восемь участников экспедиции, в том числе и я, уехали в Дальнереченск на пассажирском рейсовом автобусе. Пять человек осталось сопровождать груз экспедиции.

В 6 ч вечера автобус прибыл в Дальнереченск, и мы все устроились в гостинице. В Дальнереченске я получил подробное сообщение из Комитета по метеоритам о находке нового железного метеорита. Оказалось, что этот метеорит массой около 300 кг был найден геологической партией в районе реки Ясачной, вблизи поселка Сеймчай в Хабаровском крае. Сообщалось, что метеорит оставлен на месте находки. Я распорядился командировать за метеоритом В. И. Цветкова с И. Марковым. Вдвоем, взяв с собой полупроводниковый миноискатель, они отправились поездом до Хабаровска, а оттуда на самолете должны были добраться до геологической партии. Эта поездка Цветкова оказалась успешной, и он не только вывез и отправил в Комитет по метеоритам найденный метеорит, но с помощью миноискателя вблизи найденного обнаружил еще один железный метеорит массой 57 кг.

Вместе с Цветковым уехали поездом до Хабаровска еще несколько человек, спешивших вернуться в Москву, и поэтому из Хабаровска они улетели самолетом.

В полдень 3 октября в Дальнереченск прибыли обе грузовые автомашины с грузом экспедиции и с сопровождающими его участниками. К концу дня весь багаж экспедиции был сдан на железную дорогу.

4 октября в 7 ч 08 мин утра поездом «Россия» экспедиция выехала из Дальнереченска и 10 октября утром прибыла в Москву.

ГЛАВА 10

НОВЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ; ЖИЗНЬ И РАБОТА В ТАЙГЕ

Успех экспедиции 1967 г. показал целесообразность продолжения дальнейших экспедиционных работ в районе падения железного дождя. Действительно, сбор на очень ограниченной площади 226 индивидуальных экземпляров показал вероятность нахождения в тайге на еще не обследованной площади тыловой части эллипса рассеяния значительного числа индивидуальных экземпляров. Между тем эти экземпляры представляют особенно большую научную ценность для изучения механизма разрушения метеорного тела во время движения в земной атмосфере с космической скоростью. Сбор индивидуальных экземпляров был поставлен задачей следующих экспедиций.

Экспедицией 1967 г. была обнаружена прекрасная сохранность метеоритных кратеров и воронок. В результате изучения одного кратера и одной воронки были выявлены интересные детали, имеющие важное значение для понимания условий падения и разрушения крупных метеоритных масс. Было установлено, что кратеры и воронки подразделяются на ряд отдельных типов. Отсюда также следовала целесообразность продолжения их изучения. Это было поставлено второй главной задачей очередных экспедиций.

Наконец выявление степени сохранности распыленного в грунте метеоритного вещества показало обоснованность дальнейшего сбора образцов грунта для выделения и более детального изучения этого вещества.

Автор разработал программу полевых экспедиционных работ в районе падения железного дождя, рассчитанную по крайней мере на пятилетие. Поэтому в плане работ Комитета по метеоритам АН СССР на 1968 г., а потом и на последующие годы, вплоть до 1975 г., было предусмотрено проведение ежегодных экспедиций в этом районе. Кроме того, для выполнения дополнительно возникших задач были проведены еще две экспедиции, в 1977 и 1978 гг. Первыми девятью экспедициями руководил автор этой книги. Начальником двух последних экспедиций был старший научный сотрудник Комитета по метеоритам АН СССР, участник всех девяти предыдущих экспедиций В. И. Цветков, который осуществлял работы под общим руководством автора книги.

Всеми организационными делами и финансово-материальной отчетностью всех первых девяти экспедиций занимался старший лаборант Е. И. Малинкин. Временами Малинкин принимал участие также и в поисках и сборе индивидуальных экземпляров с помощью миноискателей.

Участники каждой экспедиции подразделялись на три категории: штатные сотрудники Комитета по метеоритам, прикомандированные к экспедиции научные сотрудники-специалисты в той или иной области из других научных учреждений и, наконец, лица, использовавшие для участия в экспедициях свои отпуска.

Из сотрудников Комитета по метеоритам в разные годы, кроме указанных выше Малинкина и Цветкова, принимали участие: старшие научные сотрудники петрографы О. А. Кирова и Н. И. Заславская, младший научный сотрудник геофизик А. И. Дабижа, старший научный сотрудник астроном И. Т. Зоткин, младшие научные сотрудники петрографы А. Я. Скрипник и Л. П. Хрянина, младшие научные сотрудники астрономы Р. Л. Хотинков и А. И. Еремеева, старшие лаборанты И. П. Калинина и Э. Хабибов, лаборанты А. К. Сидоров, В. И. Коваль и С. П. Лаврова и сотрудник библиотеки Н. Д. Саблина.

Прикомандированными к экспедиции в разные годы были следующие лица: А. О. Аалое — геолог, старший научный сотрудник Института геологии Академии наук Эстонской ССР, Ю. В. Кестлане — младший научный сотрудник того же института, Э. С. Горшков — магни-

толог, старший научный сотрудник Ленинградского отделения Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР; Е. Г. Гуськова, магнитолог, старший научный сотрудник того же института; А. К. Лаврухина, геохимик, старший научный сотрудник Института геохимии и аналитической химии АН СССР; В. А. Николов, геодезист, младший научный сотрудник Астрономического института имени Штернберга Московского государственного университета; В. И. Чикмачев, геодезист, младший научный сотрудник того же института; Н. Н. Чуйкова, гравиметрист, младший научный сотрудник того же института; Л. М. Шкерин, петрограф, старший научный сотрудник Геологического института АН СССР; В. И. Некрасов, ботаник, старший научный сотрудник Ботанического сада АН СССР; К. Н. Алексеева, минеролог, старший научный сотрудник Института геохимии и физики минералов Академии наук Украинской ССР; А. В. Смирнова, минеролог, младший научный сотрудник того же института; Т. П. Жолудь, минеролог, младший научный сотрудник Харьковского государственного университета.

Сотрудники разных других учреждений и разных профессий и специальностей, составлявшие большую часть состава каждой экспедиции, участвовали в экспедициях, используя свои отпуска. Поскольку большой объем работ составляли работы, не требовавшие какой-либо определенной специальности, например, поиски и сбор метеоритов при помощи миноискателей, сбор образцов грунта, раскопки кратеров и воронок и т. д., то эта категория участников вполне справлялась с работой.

Численный состав экспедиций второго периода работ был таким: 1967—15, 1968—23, 1969—19, 1970—26, 1971—29, 1972—28, 1973—36, 1974—40, 1975—46, 1977—9, 1978—14 человек. Всего же во всех одиннадцати экспедициях принимало участие 169 разных людей, из которых многие были по несколько раз.

В первых двух экспедициях второго периода (1967 и 1968 гг.) работали четыре отряда: метеоритный (начальник Е. И. Малинкин), геологический (начальник А. О. Аажое), почвенный (начальник Н. И. Заславская) и разведывательный (начальник В. И. Некрасов). Начиная со второй и почти во всех последующих экс-

педициях работал магнитный отряд (начальник Э. С. Горшков). Все отряды первых двух экспедиций, кроме разведывательного, работали во всех последующих экспедициях, причем возглавляли метеоритные отряды в разных экспедициях О. А. Кирова, Н. И. Заславская, Н. Д. Саблина, В. И. Цветков, Т. П. Жолудь, А. И. Еремеева и Р. Л. Хотинюк.

Как уже было сказано ранее, экспедиции начинались со второй половины августа и продолжались весь сентябрь. Указанный промежуток времени оказался наиболее благоприятным для работ в уссурийской тайге. Температура воздуха и влажность в это время заметно снижаются по сравнению с летним периодом, уменьшается численность гнуса, который летом образует целые тучи; светлеет тайга вследствие значительного опадения листьев с деревьев и кустарников, засыхания травы, что в совокупности значительно повышает проходимость и видимость в тайге.

Ежегодно основной состав экспедиций, кроме последних двух, выезжал из Москвы поездом «Россия» и на седьмые сутки прибывал в Дальнереченск. Е. И. Малинкин с одним из участников экспедиции вылетал самолетом из Москвы и, прибыв в Дальнереченск раньше, готовил помещение и транспорт для выезда экспедиции в тайгу, а также закупал продовольствие, снаряжение и разные материалы.

С самой первой экспедиции второго периода установилась следующая традиция: каждый раз те, кто впервые принимал в ней участие, ехали до Владивостока, минуя Дальнереченск. Здесь они знакомились с достопримечательностями города и его окрестностей, иногда даже бывали на островах или купались в океане и через день прибывали в Дальнереченск. За это время остававшиеся в Дальнереченске участники подготавливали экспедицию к выезду в тайгу.

К 1970 г. в Дальнереченске была построена новая каменная, четырехэтажная современная гостиница с номерами «люкс», рестораном и, конечно, со всеми удобствами. Вообще к указанному времени в Дальнереченске развернулось интенсивное строительство и город с каждым годом преображался. В течение нескольких лет были построены целые кварталы новых каменных четырех- и пятиэтажных домов, современное здание почты, телеграфа и телефона, оборудованное

современной техникой, три универмага, продуктовые магазины, автовокзал. Центральная и привокзальные площади и многие улицы были заасфальтированы.

После выполнения подготовительных работ, на что уходило два-три дня, и возвращения из Владивостока «новичков-экскурсантов» экспедиция выезжала из Дальнереченска в тайгу. В 1968 г. часть участников, в том числе и автор книги, уехали в поселок Метеоритный в пассажирском автобусе, а остальные прибыли туда на грузовых автомашинах вместе со снаряжением экспедиции. В поселке Метеоритном в доме лесника С. А. Ветрика была устроена перевалочная база экспедиции. Сюда впоследствии ежегодно доставлялся весь груз экспедиции, здесь еще раз пополнялось экспедиционное снаряжение и продовольствие и через день-два экспедиция на грузовых машинах и тракторах отправлялась в тайгу.

В 1969 г., на месяц раньше выезда третьей экспедиции, из Москвы на самолете вылетел в Хабаровский край отряд из шести человек для обследования кратера «Кондер», «заподозренного» в метеоритном происхождении. В отряде участвовали А. О. Аалое, В. И. Цветков и др. После обследования кратера, оказавшегося земным образованием, они должны были прибыть в Дальнереченск и присоединиться к экспедиции.

Основная часть экспедиция прибыла в Дальнереченск 16 августа.

В том году в Дальнереченске мы осмотрели братскую могилу с мемориалом, в которой похоронены четыре офицера, убитых в сражениях на острове Даманском. Вечером в клубе райкома КПСС для сотрудников местных советских и партийных учреждений я прочитал лекцию о метеоритах, в том числе и о падении Сихотэ-Алинского метеоритного дождя и о работах, проводимых нашими экспедициями. После лекции был показан кинофильм о железном дожде и о работах экспедиций.

На следующий день утром экспедиция выехала из Дальнереченска. Груз экспедиции с тремя сопровождавшими его участниками был отправлен на грузовой автомашине марки «Колхида». Весь же остальной состав экспедиции уехал на попутной автомашине марки

«ГАЗ». Но вследствие прошедших ливневых дождей произошло наводнение. Мы высадились около Лукьяновки и стали ожидать прибытия с той стороны разлившейся реки мощной грузовой автомашины, которая регулярно на буксире перевозила во время наводнения с берега на берег по залитому участку автомашины. Но вот пришел «МАЗ», подцепил нашу «Колхиду» с грузом и людьми и перевез сначала по залитому участку, а потом по мосту на другой берег реки. Там мы пересели в пассажирский автобус леспромхоза, высланный директором леспромхоза специально для перевозки участников экспедиции от реки до поселка Метеоритного. В автобусе до него мы быстро доехали; вскоре туда же прибыла своим ходом и наша «Колхида» с грузом.

В ожидании обещанных леспромхозом автомашины и трактора для перевозки экспедиции в район падения железного дождя, участники экспедиции занимались в течение двух дней копкой картофеля на огороде Ветрика, чтобы помочь ему в уборке урожая.

21 августа Горшков и еще двое уехали на грузовой автомашине по лесовозной дороге в тайгу к месту перегрузки снаряжения с автомашины на трактор, где находились наши тракторные сани. Вечером они вернулись и сообщили, что сани для перевозки груза пригодны, но требуют небольшого ремонта. Тракторная дорога до лагеря сильно залита водой и нужно подождать два-три дня, пока вода не спадет.

23 августа утром, несмотря на морозящий дождь, автомашина, нагруженная снаряжением и продовольствием, отправилась в тайгу. К концу дня с помощью двух тракторов груз экспедиции от места перегрузки был доставлен в лагерь; пришли пешком и все участники экспедиции.

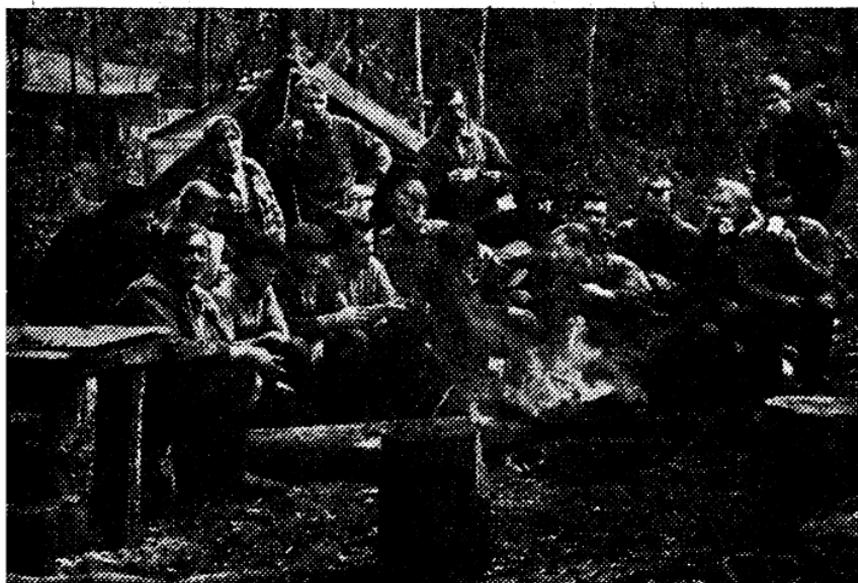
В следующем, 1970 г. экспедиция снова оказалась в затруднении вследствие наводнения. Утром 14 августа при морозящем дожде по-прежнему в грузовой автомашине марки «Колхида» было отправлено снаряжение и продовольствие. В то же время семеро участников, в том числе и автор книги, выехали в поселок пассажирским автобусом, который довез нас до с. Лукьяновки; здесь мы высадились, так как дальнейший маршрут автобуса шел в сторону села Новопокровки. Высадившись, мы стали ожидать попутных

автомашин, чтобы доехать до поселка. К вечеру все были в Метеоритном. Позже в поселок прибыли на попутных автомашинах и другие участники, которые раньше по разным причинам задержались в пути. Таким образом, весь состав экспедиции оказался в сборе. По договоренности с начальником лесозаготовительного участка Т. С. Гриценко было решено отправить из поселка все снаряжение и продовольствие до самого лагеря на грузовой автомашине, не прибегая к помощи трактора. Такое решение было вызвано тем, что после нескольких лет проезда тракторов от места разгрузки до лагеря дорога, проложенная тракторами, оказалась совсем непригодной. Для перевозки груза нужно было сначала проложить новую дорогу. Это можно было сделать только при помощи бульдозера.

16 августа, погрузив на две грузовые автомашины весь груз, экспедиция отправилась из поселка в район падения железного дождя. Одновременно из поселка пешком по южной тропе через марь отправился пеший отряд из 14 человек, в том числе и автор книги. К полудню отряд прибыл в лагерь. После кратковременного отдыха все занялись приведением в порядок территории лагеря. Около 4 ч дня в лагерь пришли В. И. Цветков и М. С. Роцин, сопровождавшие вместе с несколькими другими участниками автомашины с грузом. Они принесли несколько буханок хлеба, сахар, чай и кое-какую посуду. Цветков сообщил, что автомашины с грузом продвигаются по прокладываемой бульдозером дороге с большим трудом и очень медленно. Попив чаю, Цветков с Роциным ушли к автомашинам. Но вскоре в лагерь пришел Ветрик. Он предложил пойти к автомашинам, взять и принести в лагерь несколько палаток, спальных мешков и временно устроиться на ночлег, так как автомашины сегодня добраться до лагеря не смогут.

Между тем, несмотря на большие трудности, бульдозер все же преодолел все препятствия и проложил в течение дня всю дорогу длиной около 4 км от места перегрузки до лагеря. К 8 ч вечера обе нагруженные автомашины, шедшие вслед за бульдозером, прибыли в лагерь. Они были быстро разгружены и отправлены обратно в поселок. В лагере сразу же поставили несколько палаток и все временно разместились в них на ночлег. Следующий день выдался превосходным, небо

было совершенно безоблачным, было тихо и температура воздуха достигла 32°С. После завтрака все занялись устройством лагеря. Заново была устроена столовая — стол, скамейка и стропила крыши, на которые был натянут брезент. Заново была сложена из привезенных из поселка кирпичей печь. Укреплена поставленная вчера наскоро продовольственная палатка, подготовлены к пользованию медикаменты, вычищена посуда, приведен в порядок родник и т. д.



Участники одной из экспедиций на центральной площади лагеря у костра.

После окончания работ по лагерю все занялись устройством своих личных палаток и обстановки, проявляя при этом большую изобретательность в изготовлении мебели из напиленных древесных стволов. Вечером был устроен праздничный обед, а потом до полуночи на центральной площади горел большой костер. Шкерин играл на гитаре и все «голосистые» пели песни. Как и в прошлом году, солисткой была Надя Коваль, исполнявшая теперь обязанности повара.

Начиная с четвертой экспедиции и до последней на флагштоке, установленном при входе в столовую, служащую и аудиторией, и клубом, после устройства

лагеря вывешивался флаг экспедиции, на красном поле которого А. П. Пушель нашла изображение летящего болида (рис. 50).

Нужно сказать, что в экспедициях установился такой порядок. Сначала, в течение двух-трех дней после прибытия, устраивается лагерь, затем (или одновременно) разбиваются личные палатки и после окончания

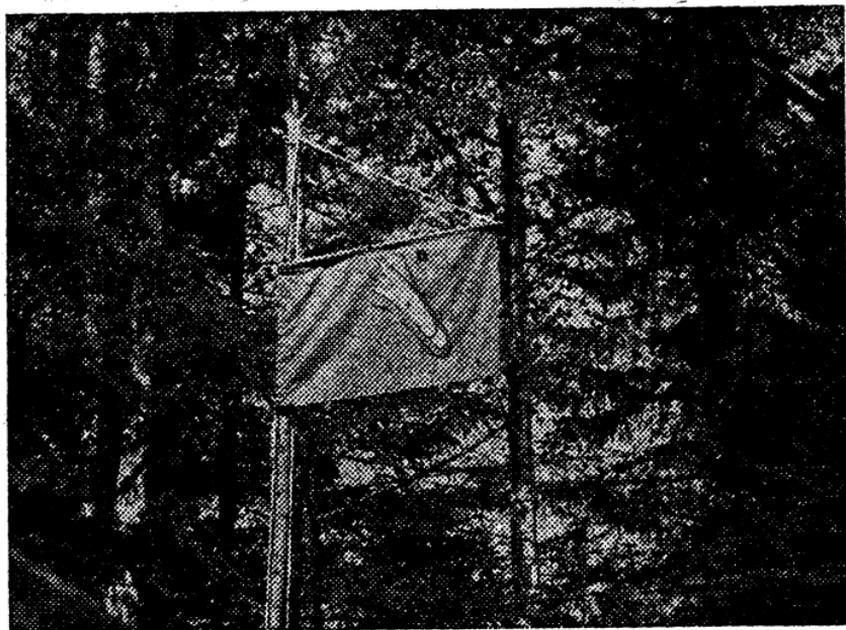


Рис. 50. Флаг экспедиции с изображением болида.

всех этих работ устраивается праздничный обед, после которого зажигается большой костер и исполняются песни. Впрочем, костер на центральной площади, так же как и песни, бывали по вечерам почти каждый день, но лишь в меньшем масштабе.

Прокладка в 1970 г. автомобильной дороги от места перегрузки до лагеря протяжением около 4 км явилась крупным успехом. Теперь мы смогли доставлять груз экспедиций от самого поселка до лагеря на автомашине.

В 1971 г. экспедиция прибыла в Дальнереченск 13 августа. Подъезжая к городу, мы из окон вагона видели наводнение — залитые водой луга, поля, селения. Встретившие нас в Дальнереченске Малинкин с

Цветковым сообщили, что автобусное сообщение с Новопокровкой и поселком Метеоритным из-за наводнения прервано. Автобусы с пассажирами ходят только до Лукьяновки. В то же время ожидается еще больший подъем воды, в связи с чем ведутся работы по борьбе с наводнением. 14 и 15 августа дождь продолжался, и наводнение действительно приняло еще большие размеры.

16 августа автор книги побывал у председателя Дальнереченского райисполкома Н. Н. Гусельникова. Последний сообщил, что наводнение 1971 г. оказалось более значительным, чем даже наводнение 1967 г. В результате телефонного разговора Гусельникова с заместителем председателя Красноармейского райисполкома выяснилось, что единственный возможный путь в поселок Метеоритный — через село Рошино, круглым путем по новой шоссейной дороге и по новому мосту через реку Большую Уссурку, но и при этом условии можно проехать только на автомашинах высокой проходимости. На автомашине марки «Колхида», которой пользовалась наша экспедиция раньше, теперь проехать нельзя.

На следующий день утром с первым утренним пассажирским автобусом Цветков с Горшковым уехали по моему поручению в Рошино для выяснения в Постоянной геологической экспедиции возможности содействия нашей экспедиции в переезде из Дальнереченска в поселок Метеоритный. Вечером они вернулись и сообщили, что по распоряжению начальника экспедиции А. А. Бабаева, проявившего большой интерес к нашим работам, 19 августа в Дальнереченск прибудет автомашина высокой проходимости.

Действительно, в назначенный день рано утром в Дальнереченск пришла грузовая автомашина марки «Уралец» с прицепом. Быстро погрузив снаряжение и продовольствие, экспедиция в полном составе выехала из Дальнеречейска. Очень часто дорога на значительном протяжении была залита водой. Около полудня мы прибыли в Новопокровку. Здесь тоже многие улицы были залиты водой. К райкому КПСС мне пришлось идти по деревянному мостику. В Новопокровке Маликин получил в банке экспедиционные деньги, и мы все пообедали в местной столовой. К 3 ч дня мы подъехали к еще недостроенному мосту через реку Большую

Уссурку, в двух километрах от Рошино. Как раз перед самым нашим приездом конец моста был залит бетоном, и надо было подождать несколько часов, пока бетон затвердеет и по нему можно будет проехать автомашине. Нас пропустили через мост только вечером.

После переезда через реку наш путь пошел по прекрасной шоссейной дороге. К сожалению, километрах в десяти от реки нам пришлось свернуть с шоссе и направиться по совершенно невообразимой таежной дороге в поселок Лимонники. Трудно себе представить, как могут выдерживать до отказа нагруженные автомашины езду по такой дороге и как ими могут управлять водители.

В Лимонниках мы попытались купить какие-либо продукты и хлеб, так как все проголодались, но было уже поздно и магазин был закрыт. Пришлось отправиться без задержки в поселок Метеоритный. Хотя наш путь из поселка Лимонники пошел по шоссейной дороге, но ехать было немногим лучше, так как шоссе почти на всем протяжении было разбито и требовало ремонта.

Вечером мы прибыли в Метеоритный. Здесь мы сразу же разгрузили автомашину, и она уже ночью уехала обратно в Рошино. Наша экспедиция, переночевав и проведя в поселке два дня, 21 августа выехала на автомашине и в тот же день прибыла в лагерь по сквозной автомобильной дороге до самого лагеря.

В другие годы экспедиции почти без особых трудностей и происшествий добирались до района падения железного дождя и проводили работы. Каждый раз после окончания устройства лагеря и установки палаток с участниками экспедиций, среди которых часть всегда была новичками, перед началом работ проводилась беседа. В ней рассказывалось о задачах и программе экспедиции. Затем устраивались тренировки по поиску метеоритов с помощью миноискателей.

В правилах внутреннего распорядка экспедиций, которые были обязательными для всех участников, предусматривался подъем в 8 ч утра, завтрак в 9 ч, выход на работу в 10 ч. Во время работы устраивался получасовой перерыв на чаепитие. Окончание работы в 17 ч, возвращение в лагерь к 18 ч, обед в 19 ч. Раз в неделю объявлялся выходной день, но так, чтобы он приходился на дождливое время. Поэтому некото-

рые недели были длиннее нормальных, и выходные дни приходились на разные дни недели. Правилами внутреннего распорядка категорически запрещалось ходить по тайге в одиночку, выходить из лагеря без спичек для разведения в случае необходимости костра, запрещалось лазить по деревьям для добывания кедровых шишек, стрелять в лагере и т. д.

Район падения железного дождя ограничен с востока и запада ручьями Большим Метеоритным и Малым Метеоритным, с севера лесовозной дорогой, проходящей в четырех километрах от кратерного поля, а с юга — марью, расположенной километрах в двух. При таких условиях, казалось бы, заблудиться здесь трудно. И тем не менее за одиннадцать экспедиций было несколько случаев, когда вышедшие в одиночку ее участники блуждали по тайге.

Так однажды, — это было во вторую экспедицию, — оба метеоритных отряда, окончив работу, возвращались в лагерь. Был уже конец дня. Когда отряды проходили около кратера № 2, окрестности которого изобиловали зарослями лимонника с гроздьями ярко-красных ягод, Нина Саблина свернула с тропы в тайгу, чтобы собрать ягод. Она задержалась, а отряды, учитывая, что лимонник расположен около тропы, ушли в лагерь. Оставшись одна, Саблина, собирая ягоды, незаметно уклонилась далеко в сторону от тропы и, наконец, потеряв ориентировку, пошла наугад. Через полчаса она собиралась вернуться в лагерь, но прошел час, другой, мы уже пообедали, а Нины все не было. Стало уже темнеть, наступил вечер и к тому же заморосил дождь. Стало очевидным, что Саблина заблудилась. На поиски ее было послано четыре отряда, по 2—3 человека. Отряды пошли в четырех разных направлениях: один вдоль тропы около Малого Метеоритного ручья, к северу от лагеря, другой по той же тропе, но к югу от лагеря. Два других отряда пошли вдоль Большого Метеоритного ручья и тоже один в северном направлении, а другой — в южном. Было условлено, что если отряд доходит до заранее определенного места, дальше которого не имеет смысла искать, и не встретит Нину, то дается один выстрел из ружья. Если же Нина будет найдена, то даются два выстрела.

Уже за полночь стали раздаваться то в одном, то в другом направлении одиночные выстрелы. Мое волне-

ние нарастало. Наконец, уже в половине второго ночи раздалась где-то далеко в южном направлении два выстрела. Значит, Саблина найдена! Через минут сорок в лагерь вернулся отряд Горшкова, а с ним и вся промокшая от дождя Саблина. Её нашли между протоками Большого Метеоритного ручья, километрах в полутора от лагеря. Было очень темно, поскольку была безлунная ночь и шел дождь. Саблина стояла около толстого кедра.

В другой раз заблудился впервые приехавший сюда эстонец Рейн Каск. В середине дня (был выходной) в солнечный безоблачный день Каск налегке отошел от лагеря и... потерял ориентировку. Это было вскоре после прибытия экспедиции, еще в августе, когда тайга была покрыта густой листвой. Поэтому ориентироваться было действительно очень трудно. Я узнал о случившемся уже в конце дня, причем еще не было определено установлено, действительно ли Каск заблудился и не мог вернуться в лагерь или он просто задержался в тайге на прогулке. Но когда и после обеда уже в начале вечера, Каск не появился в лагере, мы забеспокоились. Снова был организован поиск четырьмя отрядами. И снова отличился отряд Горшкова. Он нашел Каска в двух километрах к югу, около того же Большого Метеоритного ручья. Отряд вместе с Каском вернулся в лагерь уже около полуночи.

В экспедициях с самого начала установилась традиция отмечать праздничными обедами, большим костром на центральной площади и песнями дни рождения участников экспедиции, когда они приходились на это время. Кроме того, «новорожденному» дарили сувениры, изготовленные из таежных материалов, — шкатулки и бокалы для карандашей, сделанные из амурского бархата и бересты, срезы древесных стволов того же бархата, а также манчжурского ореха, клена и др.; иногда сувениры были изготовлены очень искусно. Не обходилось и без стихов, посвященных виновнику торжества и сочиненных обычно коллективно.

Установилась еще одна традиция: отмечать день 17 сентября как «День метеоритики». Этот день отмечался особенно торжественно с наиболее вкусным обедом, необыкновенно большим и продолжительным костром, громкими песнями и даже инсценировками, обычно талантливо придуманными. Столовая в этот

день украшалась листьями, приобретенными осенью раскраску самых разнообразных цветов и оттенков, на столе стояли «вазы» с букетами цветов. Каждый раз к обеду к нам из поселка приходил и наш старый друг Ашлабан, его преемник Ветрик, иногда приходил и начальник лесозаготовительного участка Т. С. Гриценко и кто-либо еще из леспромхоза и лесхоза. Они были у нас почетными гостями. Перед обедом автор книги сообщал о результатах работ экспедиции, достигнутых к 17 сентября, и об оставшихся невыполненными работах, призывая до окончания экспедиции завершить их. Таким образом, «День метеоритики» был развлечением и отдыхом и в то же время весьма полезным своеобразным производственным собранием.

После обеда в самом начале «художественной» части впервые участвовавшим в экспедиции выдавались значки «Участника Сихотэ-Алинской экспедиции». Такие значки были специально изготовлены при содействии А. О. Аалое в одной из эстонских мастерских. Значок представлял собой серебряную пластинку, размером $2 \times 1,5$ см, на которую напаян осколочек Сихотэ-Алинского метеорита; справа изображен болид, внизу — слова «Сихотэ-Алинь».

Во время почти каждой экспедиции для ознакомления с ходом работ и выяснением нужд экспедиции в лагерь приходили директор леспромхоза В. С. Трусов, начальник лесозаготовительного участка Т. С. Гриценко, техноруки И. Д. Швец и С. Е. Колочий и другие. Автор выражает всем им глубокую благодарность. Именно благодаря большому вниманию к нуждам экспедиции, щедрую помощь в выполнении работ все экспедиции были проведены без каких-либо происшествий и неудач, был собран огромный научный материал большой ценности и важности.

Во время некоторых экспедиций в лагерь из Измайлихи неоднократно приходили учащиеся старших классов средней школы под руководством зав. учебной частью Н. П. Сорокиной. Автор книги и участники экспедиций рассказывали о метеоритах вообще, о Сихотэ-Алинском метеорите в частности, о работах экспедиций, проводились и беседы по астрономии с показом звездного неба. Школьникам показывали кратеры и воронки и знакомили с работой с миноискателем.

Однажды автор в «День леса» выступал в местном клубе в поселке Метеоритном с докладом о Сихотэ-Алинском железном метеоритном дожде, о работах экспедиций и их результатах. После доклада был показан кинофильм о метеоритном дожде. Тот же доклад



Экскурсия школьников в лагере экспедиции, проводит беседу
Р. Л. Хотинюк, крайний справа в среднем ряду.

был прочитан в Измайловской средней школе в день открытия клуба «Наша Родина».

Нужно сказать, что и местные жители в поселках и учащиеся всегда проявляли живой интерес к железному дождю и к работам экспедиций.

Интересно рассказать еще об одном событии. В 1968 г. в начале сентября, во время работ экспедиции, в лагере появилось необычайное множество мышей и бурундуков. По-видимому, неурожай, вызвавший недостаток корма для них в тайге, заставил их устроить набег на наш лагерь. Зверюшки по ночам, да и днем с азартом опустошали наши мешки с крупами, макаронными изделиями, не пропускали и колбасные изделия, которые тоже были в экспедиции и предназначались для праздничных обедов. Нам пришлось перенести мешки с продовольствием из палатки и подвесить их на проволоке под тентом. Но и эта мера оказалась недостаточной. Мыши, а за ними и бурундуки ловко добирались по проволоке до мешков. Припи-

лось принять более серьезные меры. По вечерам некоторые сотрудники, вооружившись палками, с электрическими фонариками бегали по лагерю и палками убивали мышей. Таким образом, каждый вечер уничтожалось по нескольку десятков мышей. Такие суровые меры нам пришлось принять потому, что мыши не только уничтожали продовольствие, но и портили нужные вещи. Они грызли авторучки, карандаши, расчески, кошельки, бумажники, даже медикаменты и т. д. У М. Мягера они выгрызли карман куртки, в котором лежал сухарь. По ночам мыши, забравшись на верх палатки, скатывались с нее, как с горки. Они бегали по спальным мешкам и по лицам спящих людей. Иногда своим шумом они не давали заснуть.

Н. П. Пеньков придумал хитроумную мышеловку, но мыши его перехитрили. Он прикрепил к ручке ведра сверху деревянную планку так, что одним концом эта планка располагалась над центром дна ведра, а другим упиралась на его край. Свободный конец планки, располагавшийся над центром дна, опускался, если на нем оказывалась мышь. Чтобы заманить мышь, к этому концу планки подвязывался кусочек колбасы или какой-либо другой приманки. Подбегающая к приманке мышь наклоняла планку и должна была скатываться в ведро. Мышеловка была поставлена вечером около мешков с продовольствием под тентом. На следующий день рано утром Пеньков прибежал смотреть трофеи. Но... ни мышей, ни колбасы не оказалось. Пеньков догадался: мыши, падавшие в ведро, благополучно выбирались из него. Тогда на следующую ночь он налил в ведро воду и к утру в ведре оказалось шесть мышей. И так ежедневно, пока мыши находились в лагере. Впрочем, они пребывали в лагере до самого конца работ экспедиции, но, конечно, число их значительно сократилось.

К бурундукам у нас было другое отношение. Мы снисходительно следили за тем, как они пожирали макароны, вермишель и другие продукты. И нам доставляло удовольствие наблюдать, как они, проявляя свои акробатические способности, легко взбирались по проволоке и, присев на мешок около прогрызенного мышами отверстия, вытаскивали из мешка макароны (рис. 51). Они были настолько смелы, что совершенно не боялись нас и не убегали при приближении к ним

на расстояние меньше полуметра. Не раз случалось, что когда я сидел в «белом домике», занимаясь просмотром метеоритов или образцов грунта с распыленным метеоритным веществом, бурундук вбегал в домик, садился на задние лапки около моих ног и смотрел, нет

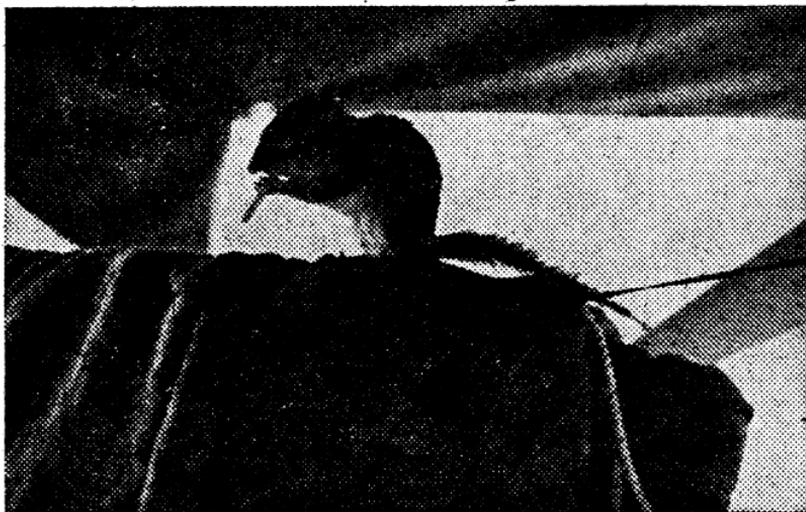


Рис. 51. Бурундук на мешке с макаронами.

ли чего-либо съедобного. А потом со свистом, но без испуга выбегал и направлялся под тент к мешкам с макаронами. Жили бурундуки и мыши в норах среди корней крупных деревьев прямо в лагере.

В тот год был большой урожай самых разнообразных грибов: боровиков, подосиновиков, подберезовиков, рыжиков, волнушек, груздей, моховиков и, конечно, сыроежек самых разных цветов и оттенков. Однажды, возвращаясь из поселка, Горшков и Пеньков в березовой рощице, что растет на опушке леса около мари, собрали три полных рюкзака одних только боровиков и подосиновиков. Наиболее крупные грибы достигали размера мужской шляпы. Но удивительно, что грибы, даже и такие огромные, всегда были чистыми, не пораженными червями и не размокшими от дождей. Однако сушить грибы нам не удавалось. Вследствие значительной влажности грибы не сохли, а плесневели и быстро портились.

Такого обилия мышей, бурундуков и грибов, как в 1968 г., ни в одну другую экспедицию не было. Более

того, во время некоторых экспедиций мыши совсем не встречались и бурундуки были редки.

Как уже говорилось, в районе падения железного дождя очень распространены пресмыкающиеся: ядовитые змеи и неядовитые полозы. Однажды во время работ второй экспедиции Борис Френкман, возвращаясь в свою палатку после ужина, заметил на траве ползущую змею. Он подумал, что это полоз и схватил змею левой рукой. Змея тотчас же укусила Бориса в большой палец левой руки. Тут только он понял, какую змею он схватил. Немедленно Аня Скрипник, исполнявшая обязанности медицинской сестры, оказала Борису первую помощь. В экспедициях всегда имелись ампулы со свежей сывороткой против змеиного укуса «антигюрзин», и Борису тут же ввели ее. Три дня после этого Борис ходил с распухшей рукой и ощущал боль. Других случаев укуса змеями во всех одиннадцати экспедициях не было.

Следует сказать, что фауна в районе падения железного дождя довольно богата. Бывали встречи участников экспедиций с бурыми медведями, причем однажды увидели медведицу с медвежатами, встречались кабаны, косули, кабарга, а одна участница экспедиции уверяла, что видела даже следы тигра.

В начале сентября обычно начинались по ночам заморозки, и температура опускалась до минус двух и трех градусов, хотя днем при безоблачном небе даже в тени температура поднималась до 25—27°C. Вот в это время начинают реветь изюбри, которых здесь, по-видимому, довольно много. Обычно поздно вечером (незадолго до полуночи) и до утренней зари во всех направлениях слышится то близкий, то весьма далекий призывный рев изюбря, хозяина уссурийской тайги. Некоторые изюбри иногда подходили на расстояние нескольких десятков метров от лагеря.

На протяжении всего периода работ каждой экспедиции два-три сотрудника через каждые три-четыре дня ходили в поселок за свежим хлебом и корреспонденцией и забирали из экспедиции почтовые отправления для отсылки.

Приблизительно в первой половине сентября созревают ягоды лимонника, этих замечательных по своим целебным свойствам плодов. Созревают и кедровые шишки, а несколько позднее и дикий виноград. Уча-

стники каждой экспедиции, начиная с первой декады сентября, приступали к заготовкам. Они задерживались после работы в тайге на час-другой, чтобы добыть ягод или насобирать кедровых шишек. После же обеда до полуночи были заняты заготовкой впрок собранных плодов: давили сок из ягод лимонника, а семена сушили, заливали водкой или засыпали сахарным песком, освобождали орехи из шишек и т. д. Многие занимались по вечерам изготовлением сувениров: шкатулок, бокалов, туесов, срезов древесных стволов и т. п.

Во время работ четвертой экспедиции эстонцы построили на берегу Малого Метеоритного ручья великолепную баню. Сначала была сложена из камней печь. С двух сторон от нее были сделаны две скамейки. Над печкой и над некоторой площадкой около печки был сделан деревянный каркас, на который натягивалась десятиместная палатка. На свободное место между печкой и скамейкой укладывался ряд тонких деревьев, образующих пол (рис. 52). Сначала в течение двух-

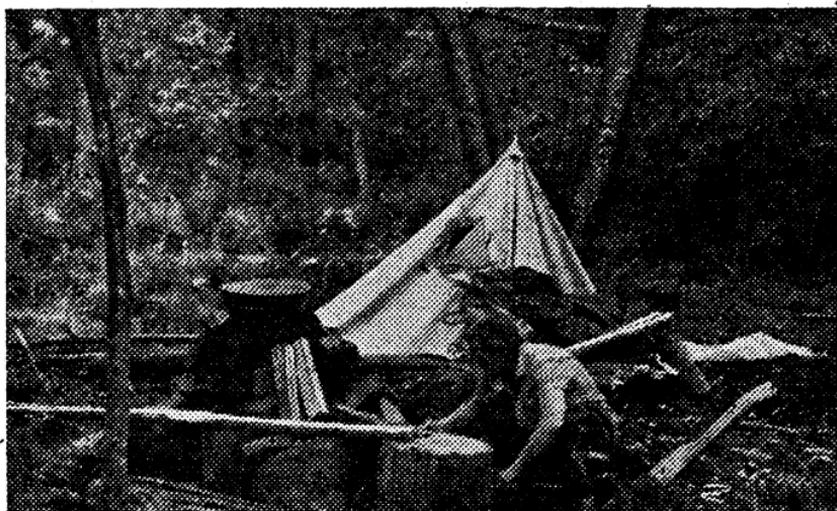


Рис. 52. Баня экспедиции; палатка снята, топится печь, у печи — Е. И.Малинкин.

трех часов при снятой палатке топилась печь, чтобы достаточно сильно нагреть камни. Дым из топившейся печи выходил через щели между камнями. После того как камни оказывались нагретыми достаточно сильно и при обливании их водой образовывалось большое

количество пара, натягивалась палатка, и баня была «готова к использованию». Температуру в палатке можно было регулировать открывая двери.

Довольно скоро, уже во время третьей экспедиции, был установлен постоянный срок окончания работ экспедиции: — 26—27 сентября. После окончания работ в течение двух-трех дней шла упаковка снаряжения и сборов. В это время обычно две-три небольшие группы по 3—5 человек в каждой уходили в экскурсии в окрестности, некоторые группы, захватив с собой палатки, ночевали где-либо вдали от лагеря. 29 или 30 сентября из поселка прибывал транспорт, сначала это были трактор и грузовая автомашина, а потом только одна или две грузовые автомашины. На следующий день экспедиция покидала тайгу. Сначала автомашины доставляли груз в поселок. Здесь устраивалась ночевка, а на следующий день на специально присланных из Дальнереченска двух грузовых автомашинах экспедиция прибывала в Дальнереченск. Здесь все снаряжение и сборы сдавались для отправки железной дорогой, часть участников уезжала в Москву поездом «Россия», а часть через Владивосток или Хабаровск улетала самолетом. К 8—10 октября экспедиция возвращалась в Москву.

ГЛАВА 11

РАССЕЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОГО ДОЖДЯ

После работ, проведенных первыми четырьмя экспедициями (1947—1950 гг.), казалось, что площадь эллипса рассеяния чрезвычайно мала и составляет приблизительно 2 км², а длина большой оси эллипса около 3 км. Тогда предполагалось, что восточная граница эллипса проходит вблизи Большого Метеоритного ручья, а западная несколько не достигает Малого Метеоритного ручья, северная граница расположена около подошвы Большой сопки, а южная — в полукилometре от кратерного поля к югу. При таких представлениях о размерах эллипса рассеяния и были начаты обследование и сбор мелких индивидуальных экземпляров поверхностного рассеяния.

Систематические поиски при сплошном обследовании поверхности грунта и сбор мелких индивидуальных экземпляров, начатый во вторую экспедицию второго периода, учитывал результаты первой экспедиции 1967 г. Поиски снова начались с третьего участка и шли в северном и западном направлениях. Для того чтобы не пропустить какой-либо участок, обследование проводилось полосами, границы которых фиксировались с помощью натянутого шпагата. Нужно сказать, что, начиная со второй экспедиции, в работах принимал участие магнитолог Э. С. Горшков. В первые же дни работ он установил, что извлечение из грунта метеоритов с помощью магнитного посоха сильно намагничивает метеориты и тем исключает возможность изучения их истинной намагниченности. Поэтому использование магнитного посоха было отменено, и метеориты стали выниматься руками. Все же метеориты, вынутые во время первой и в начале второй экспедиций с помощью магнитного посоха, были впоследствии размагничены Горшковым в лабораторных условиях. При этом была восстановлена их естественная намагниченность и, следовательно, обработанные таким образом метеориты можно было использовать для изучения их магнитных свойств.

Для поисков и сбора метеоритов во вторую экспедицию было использовано уже шесть полупроводниковых миноискателей. В последующих экспедициях количество миноискателей постоянно увеличивалось и к концу второго периода экспедиционных работ достигло 26 экземпляров.

В третью экспедицию, в 1969 г., были выделены ориентиры, для которых были определены при помощи теодолитной съемки горизонтальные координаты; таким образом обеспечивалась необходимая точность определения места нахождения каждого индивидуального экземпляра. При этом заново был пройден весь третий участок, затем примыкающий к нему четвертый, пятый и шестой, начатые обследованием еще в первую экспедицию в 1967 г. Затем были осмотрены пропущенные участки, в результате оказалась полностью обследованной площадь всех перечисленных участков. Начиная с третьей экспедиции, обследованием, поисками и сбором метеоритов непосредственно руководил В. И. Цветков.

В четвертой экспедиции в 1970 г. и в последующих сплошное обследование проводилось вплоть до кратерного поля (до кратера № 10), затем направлялось на север и северо-восток. Западная граница эллипса была уже установлена, она проходила по западным склонам сопок Кулика и Промежуточной. Граница эллипса считалась установленной, когда в данном направлении на протяжении 80 м после последней находки не было найдено ни одного метеорита. Место последней находки и принималось за границу эллипса.

Как уже говорилось, обследование проводилось полосами шириной в 20—25 м, примыкавшими друг к другу.

Еще во время работ второй экспедиции В. И. Цветков проложил главную просеку через весь эллипс рассеяния в меридиональном направлении, а затем еще несколько просек в широтном направлении. В результате была создана сеть просек, обеспечивающая надежное определение места нахождения каждого метеорита на всем протяжении эллипса рассеяния. Во время работ дальнейших экспедиций эта сеть непрерывно расширялась на всю вновь обследованную площадь.

С 1974 г. фронт обследования был ограничен двумя полосами: одна была направлена на север, другая на восток. В северном направлении граница в 1974 г. была установлена, а в восточном направлении она не только не была достигнута, но, наоборот, число индивидуальных экземпляров на единице площади возросло.

С целью быстрее достижения границы эллипса обследование в северо-восточном направлении стало проводиться выборочно, на отдельных площадках размером сначала 50×50 м, а затем 25×25 м, находящихся на определенных расстояниях одна от другой. Но и при таком выборочном обследовании к концу работ девятой экспедиции 1975 г. северо-восточная граница не была достигнута. Поэтому после отъезда из тайги основного состава экспедиции в районе падения железного дождя остался отряд из 10 человек под руководством В. И. Цветкова. В течение недели он продолжал выборочное обследование в северо-восточном направлении, но границы эллипса так и не достиг. Однако все же можно было заключить, что обследование вступило в самый крайний участок тыловой части

эллипса. Для окончательного решения вопроса в 1977 и 1978 гг. в районе падения железного дождя работали еще две небольшие экспедиции под руководством В. И. Цветкова, которые продолжили обследование. Хотя и в этом случае граница не была достигнута, несмотря на то, что последняя находка была сделана на расстоянии уже около 12 км от кратерного поля, число метеоритов на единицу поверхности значительно сократилось, и, очевидно, граница расположена где-то очень близко, может быть, всего лишь на расстоянии нескольких десятков метров.

В результате проведенного обследования и сбора индивидуальных экземпляров оказалось, что площадь рассеяния имеет не форму эллипса, а напоминает бумеранг: северо-восточный конец площади рассеяния повернут в направлении часовой стрелки (рис. 53). На собранных в северо-восточном направлении экземплярах, несмотря на их малые размеры и массу в десятки граммов и даже меньше, видна значительная атмосферная обработка, т. е. они относятся к экземплярам первой стадии дробления (см. рис. 35).

Подсчет количества выпавших индивидуальных экземпляров поверхностного рассеяния в северо-восточном конце эллипса, основанный на выявленной их плотности на выборочных площадках, показал, что здесь рассеяно по крайней мере сотня тысяч мелких индивидуальных экземпляров. Однако общая масса всех этих экземпляров составляет едва ли больше 5—7 т.

Общее число метеоритов, собранных за время работ всех пятнадцати экспедиций (т. е. в 1947—1950, 1967—1975 и 1977—1978 гг.), составляет 6072 индивидуальных экземпляра общей массой 13,3 т.

Общая площадь рассеяния оказалась равной приблизительно 14 км². Изучение распределения индивидуальных экземпляров в зависимости от стадии дробления и других факторов, проводимое автором, еще не окончено, так как требует изучения морфологических характеристик каждого из свыше 6000 собранных индивидуальных экземпляров. Можно только сказать, что на основании уже полученных данных видно, что картина рассеяния имеет очень сложный характер, в ней не просто разобраться и нелегко получить данные, имеющие какой-либо физический смысл. Тем не менее

исследование продолжается и потребует, вероятно, еще не один год работы.

Великолепная сохранность мелких и средних индивидуальных экземпляров, собранных во время работ самой первой экспедиции в 1947 г., позволила обнаружить разнообразный и порой очень сложный рисунок

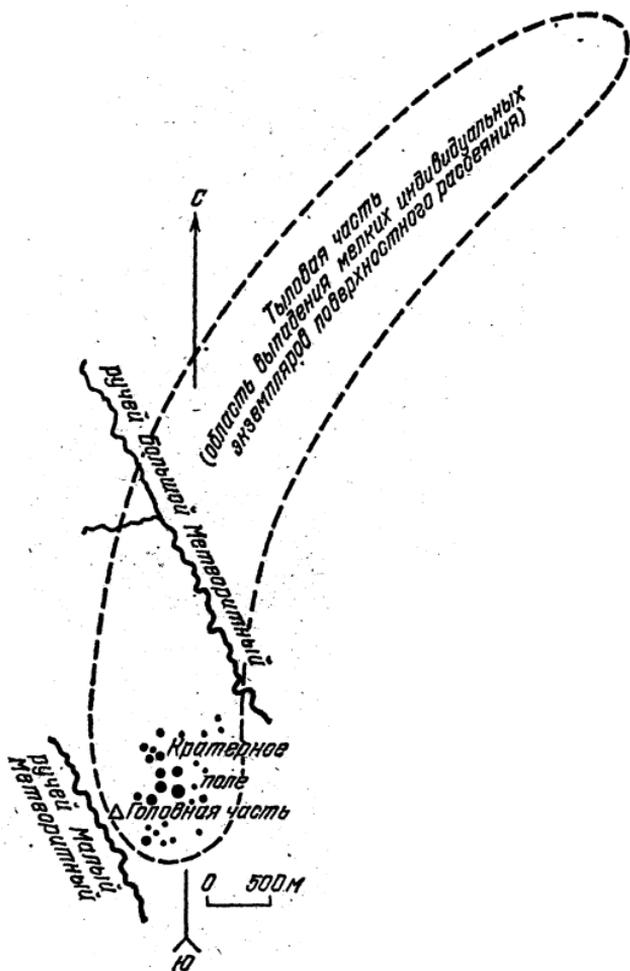


Рис. 53. Площадь рассеяния железного дождя.

поверхностной структуры их коры плавления. Это обстоятельство побудило автора книги подвергнуть детальному изучению поверхностную структуру коры плавления таких индивидуальных экземпляров. В результате было установлено, что для любого участка поверхности метеорита рисунок этой структуры тесно

связан с положением данного участка по отношению к направлению движения с космической скоростью в последний момент, т. е. перед областью задержки. Так, оказалось, что на передних поверхностях метеоритов кора гладкая, плотная, а на боковых — струйчатая (рис. 54). Хорошо видны отдельные струйки, растекающиеся и застывшие на боковых поверхностях в направлении от передней к тыловой поверхности. Очень часто на концах струек наблюдаются капельки-шарики.

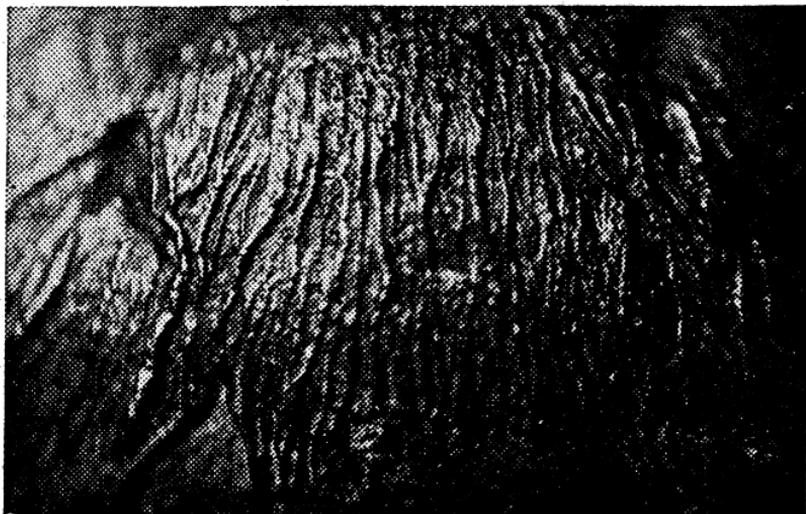


Рис. 54. Струйчатая кора плавления на одном из индивидуальных экземпляров. Увеличение около 30 раз.

Нередко струйки изогнуты, переплетены между собой, и отдельные системы струек наложены на другие. Некоторые струйки тонкие и округлые в сечении, другие — широкие, как бы сплюснутые. Временами можно видеть, как отдельные струйки резко, иногда под прямым (и большим) углом, меняют направление растекания (рис. 55). Наблюдаются и пучки струек, веером растекшиеся по поверхности метеорита. На тыловых поверхностях образуется бородавчатая кора плавления (рис. 56). В этом случае можно видеть отдельные участки поверхности, сплошь покрытые слоем комочков-бородавок. Местами бородавчатая структура коры переходит в шлакообразную, и тогда вместо бородавок появляются многочисленные отверстия на вспученной неровной поверхности метеорита. Как

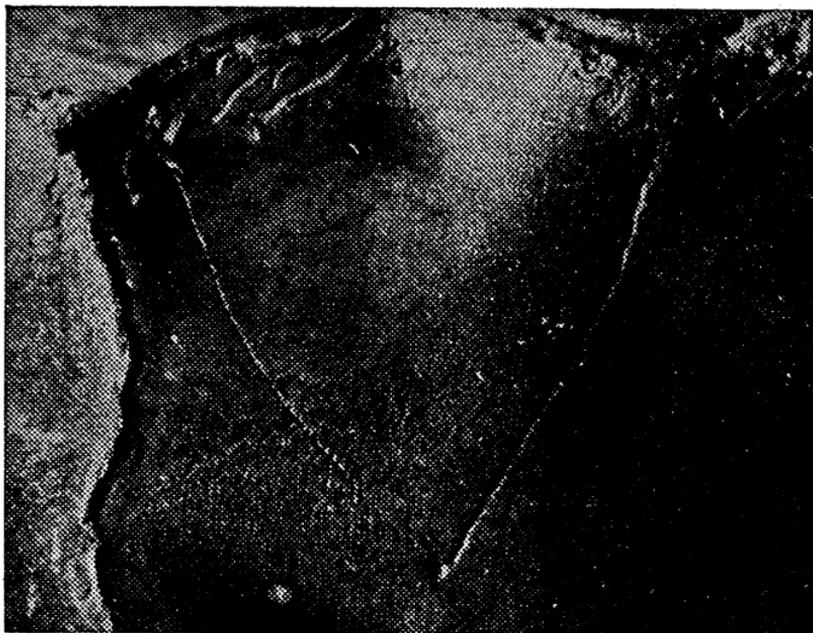


Рис. 55. Струйка, изменившая направление под углом около 100° , на одном из индивидуальных экземпляров. Увеличение около 30 раз.

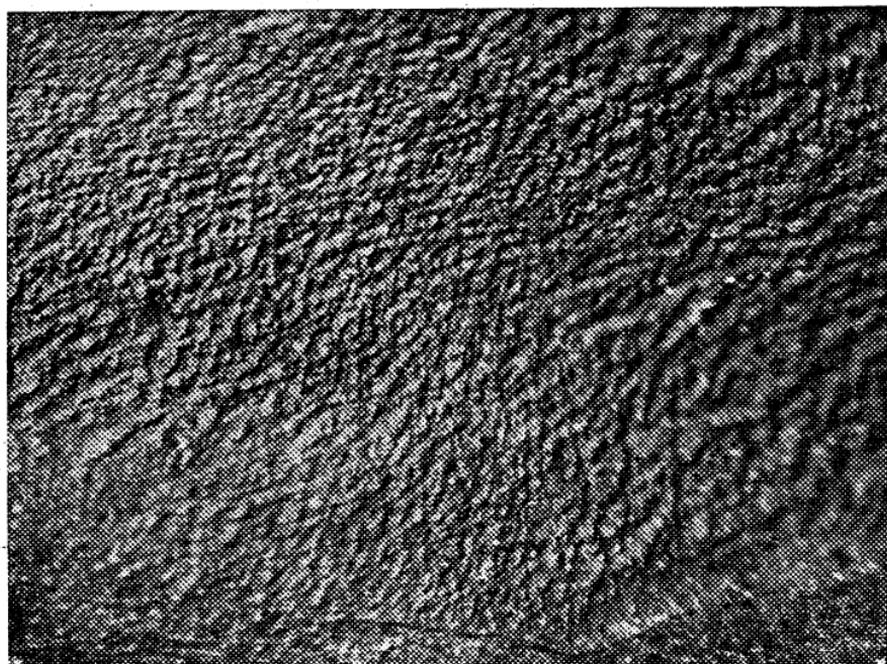


Рис. 56. Бородавчатая структура коры плавления на одном из индивидуальных экземпляров, Увеличение около 30 раз.

правило, на краях метеоритов, образованных пересечением боковых поверхностей с тыловой, наблюдается натечность в виде бахромки, нависающей над краем поверхности.

Изучение поверхностной структуры коры плавления позволяет практически для каждого индивидуального экземпляра определить ориентировку его во время движения перед областью задержки, т. е. положение относительно направления движения, даже если экземпляр и не имеет правильной формы, что наблюдается почти у всех индивидуальных экземпляров Сихотэ-Алинского метеоритного дождя.

Результаты изучения поверхностной структуры коры плавления индивидуальных экземплярах данного железного дождя были использованы при разработке морфологической классификации метеоритов [18].

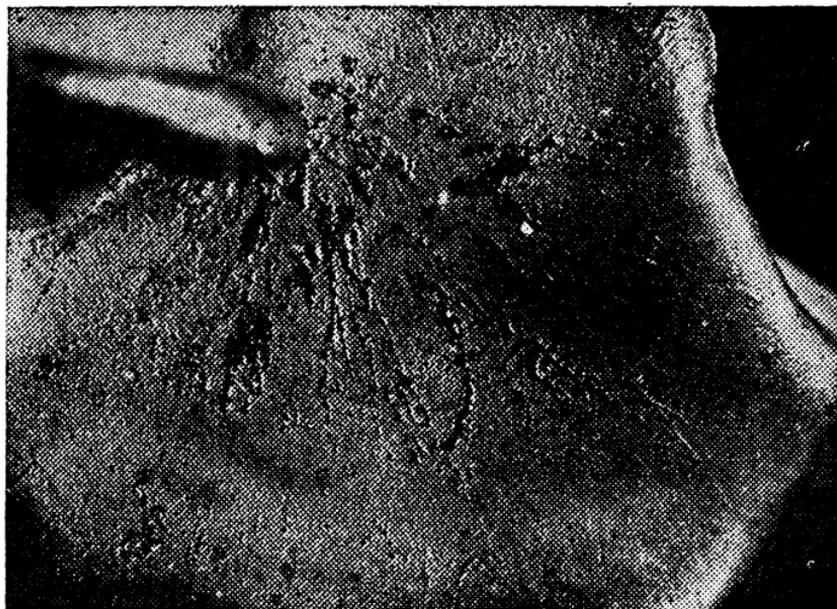


Рис. 57. Затвердевшие брызги на поверхности одного из индивидуальных экземпляров. Увеличение около 18 раз.

На поверхностях мелких индивидуальных экземпляров железного дождя наблюдается еще одна резко выраженная особенность — брызги. Особенно четкие брызги наблюдались на экземпляре № 1500 массой 56,0 г (рис. 57). Наличие этих брызг наглядным обра-

зом свидетельствует об абляции, т. е. о расплавлении, а также о сдувании и разбрызгивании расплавленного вещества метеоритов; вид самих брызг позволяет судить о механизме образования пылевого следа, наблюдавшегося после полета болида в земной атмосфере, его составе и структуре. Нередко на поверхностях других индивидуальных экземпляров наблюдаются рассеянные, налипшие на них шарики из пылевого следа. Таким образом, можно считать, что пылевой след болида состоял из капелек-шариков, сдутых с поверхностей метеоритов. Размеры шариков колеблются от 3—4 мкм (предел разрешения под бинокуляром при увеличении около 80 раз) почти до миллиметра. Частицы пылевого следа увлекались воздушными волнами, сопровождавшими падения крупных индивидуальных экземпляров вплоть до ударов о грунт, и примешивались к грунту.

Как уже было сказано ранее, впервые распыленное в грунте метеоритное вещество было обнаружено во время работ первой экспедиции 1947 г. Его присутствие тогда было обнаружено при помощи ручного магнита, погружаемого в грунт. Тогда же было установлено, что в грунте содержатся три формы распыленного вещества — метеоритная пыль, метеорная пыль и микрометеориты.

Для детального изучения распыленного вещества во время работ почти каждой экспедиции производился сбор образцов грунта. Обширный сбор образцов был произведен экспедициями в 1967 и 1968 гг. под руководством Н. И. Заславской с участием Г. М. Колесова. Образцы грунта были взяты на расстояниях около 1,5 км к югу и к северу и на 0,5 км к востоку и к западу от бортов кратера № 2, через каждые 100 м, затем в тех же направлениях от кратеров №№ 1, 3, 5 и 14 и от воронки № 53; далее между цепочками кратеров №№ 1—3—7 и 1—2 через каждые 20 м и по гребню сопки Кулика, а также на сопках вблизи предполагаемой границы эллипса рассеяния. Всего было собрано около 210 образцов грунта.

Отбор слоя грунта производился с площадки 0,04—0,1 м² в каждой точке сбора; толщина слоя была 1—3 см в зависимости от условий местности и типа грунта. Образцы с сопки по эллипсу рассеяния были взяты каждый с площадки в 1 м²; всего их было око-

ло 40 штук; контрольные образцы брали с площадок в 0,04—0,07 м². Масса каждого из этих 40 образцов колебалась от 2 до 5 кг, остальных образцов — от 0,2 до 1,0 кг.

При взятии каждого образца с поверхности грунта сначала снимался слой мусора и лесной подстилки толщиной до 1—3 см. После этого с площади в 1 м² снимался слой грунта толщиной около 2—3 см, который и представлял собой образец грунта. Контрольные образцы брались около одного из углов основной площадки, тоже с очищенной от мусора поверхности грунта.

После взвешивания каждого образца последние разделялись почвенными ситами на фракции +1, +0,5, +0,25-мм. Далее из каждой фракции магнитом Сочнева оттягивалась магнитная фракция. Как отмечает Заславская, при сухом способе деления во фракции +1-мм оставалось до 45% сфероидальных частиц, т. е. метеорной пыли. Это обстоятельство побудило проводить отмучивание указанной фракции с проведением последующего ситования и выделения магнитной фракции.

Магнитная фракция просматривалась под бинокулярным микроскопом при увеличениях в 32, 50 и 88 раз и измерялись диаметры обнаруженных сфероидальных частиц.

При обработке образцов грунта, собранных во время второй и третьей экспедиций первого периода, т. е. в 1948 и 1949 гг., автор книги установил, что основную часть большинства магнитных фракций составляет метеоритная пыль — мельчайшие осколки метеоритов, чаще всего деформированные, с загнутыми и заостренными уголками и краями, размером в доли миллиметра. Наряду с такими частицами в меньших количествах присутствуют кусочки коры плавления и зерна земного магнетита, выкрошившиеся из разбитых скальных пород. Шарики и другие сфероидальные частицы, т. е. метеорная пыль, встречаются в значительно меньших количествах, и притом в неодинаковых, в разных образцах (см. рис. 39). В некоторых образцах были обнаружены микрометеориты. Последними называются мельчайшие осколки метеорного тела, отколовшиеся от него при его дроблении во время движения в атмосфере с космической скоростью. Каждый

такой осколочек, подвергаясь оплавлению, быстро терял космическую скорость и не успевал полностью расплавиться. Затормозившись в атмосфере, эти осколки покрывались корой плавления, причем на некоторых даже успевали образоваться регмаглипты. Таким

Т а б л и ц а 3. Микрометеориты

№№	Размеры, мм	Масса, г	Инв. №
1	2,6×1,9×0,7	0,01	1861
2	2,8×1,8	0,0210	Препарат 53
3	2,4×1,9	0,0126	» 52
4	1,5×0,94	0,0058	» 40
5	1,5×0,68	0,0021	» 39
6	1,0×0,4	—	» 7(22)
7	0,83×0,49	0,0003	» 11(30)
8	0,4×0,2	—	» 54

образом, микрометеориты приобретали основные признаки метеоритов — кору плавления и регмаглипты, сохраняя внутри неизменными состав и структуру самих метеоритов. В табл. 3 приведен список нескольких обнаруженных автором микрометеоритов, имеющих особенно выразительные внешние признаки метеоритов (см. также рис. 58). Возможно, это единственная в мире коллекция микрометеоритов.



Рис. 58. Микрометеориты размером $1,5 \times 0,94$ мм массой 0,0058 г (1), $1,51 \times 0,68$ мм, 0,0021 г (2), $0,83 \times 0,49$ мм, 0,0003 г (3).

Метеорная пыль, как уже было сказано, представляет собой продукт разрушения метеорного тела и его обломков во время движения в атмосфере с космиче-

ской скоростью. Она образуется в результате расплавления и разбрызгивания в атмосфере поверхностного слоя метеорного тела и его обломков. Метеорная пыль состоит из сфероидальных частиц, в основном из шариков. Были выделены три типа частиц метеорной пыли: шарики, капли и колбочки.

Шарики. Частицы совершенно правильной сферической формы. Встречаются разновидности: шарики с гладкими поверхностями темно-серого цвета с сильным металлическим блеском и шарики с шероховатыми матовыми поверхностями черного цвета (рис. 59).

Капли. Частицы каплевидной формы — один конец таких слегка продолговатых частиц притуплен, а другой, противоположный, заострен.

Колбочки. Частицы с полостью внутри. Встречаются три разновидности колбочек: колбочки четко выраженной правильной формы, колбочки в виде колпачков, т. е. имеющие широкие горлышки, и, наконец, сферические колбочки, т. е. пустотелые шарики с узкими горлышками.

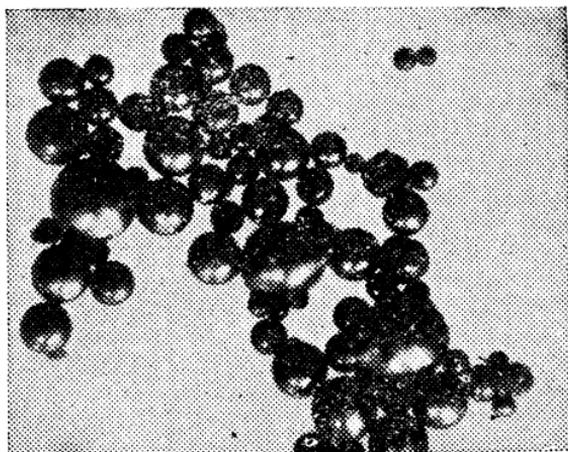


Рис. 59. Метеорная пыль: магнетитовые шарики. Увеличение около 100 раз.

Диаметр шариков колеблется от 4 мкм (предел разрешения под бинокулярной лупой при увеличении около 80 раз) до 0,7 мм. Самый крупный целый шарик из всех обнаруженных в грунте в районе падения железного дождя имел диаметр 0,68 мм и гладкую блестящую поверхность темно-серого цвета с заметным

синеватым оттенком. Были обнаружены осколки шарика, по кривизне поверхностей которых диаметр шарика был оценен приблизительно в 0,6 мм. По осколкам шарика видно, что внутри он имел полости вытянутой формы с гладкими поверхностями — стенками темно-серого цвета. Отдельные полости отделены одна от другой тонкими перегородками. Поперечник полостей достигал 0,08—0,16 мм. Одни полости имели эллипсоидальную или луковичную форму, другие — форму канала. Некоторые полости имели выходы наружу, образуя на поверхности шарика отверстия, другие полости были замкнутые.

Самая крупная капля оказалась размером 675×600 мкм; длина заостренного конца капли составляла около 75 мкм, а отношение длины капли к ее поперечному сечению — 1,12. Капля имела совершенно гладкую поверхность темно-серого цвета с металлическим блеском в отдельных участках. На капле наблюдались 3—4 небольшие вмятинки размером 225×75 и 150×45 мкм (наибольшие). Некоторые вмятинки были заполнены песчинками.

Была обнаружена разбитая капля размером 380×260 мкм. Длина заостренного конца составляла 120 мкм, а отношение длины капли к ее диаметру — 1,46. Были выделены и десятки других капель размерами от десятков до нескольких сотен мкм. Среднее отношение длины капель к их поперечнику составляло 1,24.

Колбочки, в отличие от шариков и капель, пустотелы. Размер наибольшей из выделенных колбочек равнялся 225×165 мкм, отношение длины к поперечнику — 1,36. Колбочка имела совершенно гладкую поверхность темно-серого цвета с сильным металлическим блеском и до края горлышка была заполнена песком.

Один из обнаруженных осколков другой колбочки представлял собой продольную ее часть, тянущуюся во всю длину колбочки. Он имел вид более или менее узкой полоски размером 450×200 мкм. По этому осколку можно заключить, что длина колбочки достигала 450 мкм. Наружная поверхность колбочки гладкая, темно-серого цвета с сильным металлическим блеском. Со стороны внутренней поверхности можно видеть также гладкую с металлическим блеском по-

верхность в форме желобка, представляющую собой часть стенки полости, имевшейся в колбочке. Эта полость простиралась во всю длину колбочки и на дне колбочки толщина стенки составляла всего лишь 5—10 мкм. В местах утолщения, приходящихся на расширенную часть колбочки, толщина стенки достигала 70—90 мкм; в горлышке толщина стенки едва ли превышала 1—2 мкм. В изломах стенок, в утолщенных местах, видны неровности, однако поры или шлакообразная структура не наблюдались. Форма полости представляла собой канал, постепенно сужающийся в направлении ко дну колбочки.

Был выделен и еще ряд колбочек и много их осколков. Большею частью осколки представляют собой продольные половинки колбочек и великолепно показывают как наружный, так и внутренний вид колбочек первых двух разновидностей.

Изучение распределения распыленного метеоритного вещества в грунте по кратерному полю показало, что максимальная концентрация метеоритной пыли наблюдается в кратерах и в тем-большем количестве, чем крупнее кратер. В окрестностях кратеров концентрация метеоритной пыли быстро убывала по мере удаления от их бортов. В кратерах обнаружена и повышенная концентрация метеорной пыли, т. е. шариков и других сфероидальных частиц. Это можно объяснить захватом частиц метеорной пыли из пылевого следа болида крупными индивидуальными экземплярами. Таким образом, в кратер, образовавшийся при ударе крупного обломка, попадали не только осколки последнего, а также образовавшаяся метеоритная пыль, но и увлеченные из пылевого следа частицы метеорной пыли.

В кратерном поле, в стороне от кратеров, но в пределах эллипса рассеяния в разных удаленных от кратеров пунктах было обнаружено совершенно незначительное содержание метеорной пыли. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что здесь осели частицы пыли непосредственно из пылевого следа. Но при оседании пылевой след был развеян воздушными течениями на огромной территории.

Н. И. Заславская при обработке образцов-грунта, собранных в 1967 и 1968 гг., установила, что размеры шариков, извлеченных из образцов, взятых в кратере-

рах, колеблются от 0,005 до 1,2 мм, а шариков, выделенных из образцов, взятых по эллипсу рассеяния,— от 0,005 до 0,07—0,1 мм, т. е. в последнем случае размер шариков меньше.

К ранее наблюдавшимся и описанным выше морфологическим характеристикам Заславская добавляет, что шарики подразделяются на матовые, обычно более крупные, и блестящие, у которых при увеличении в 56 раз видна пористость. Все шарики делятся на сплошные и полые. Последние имеют как толстые, так и тонкие очень хрупкие стенки. Очень редко встречаются шарики с металлическими ядрами, совершенно не отличающиеся по своему внешнему виду от шариков без ядер. По данным минералогического исследования, выполненного И. А. Юдиным, и рентгеновского анализа, проведенного В. Д. Коломенским и Н. И. Заславской, шарики состоят из оксимагнетита [28].

В образцах грунта, взятых из кратеров, были обнаружены и выделены три следующих микрометеорита:

1. $0,825 \times 0,655 \times 0,325$ мм, 0,55 мг (кратер № 5),
2. $0,95 \times 0,4 \times 0,2$ мм, 0,45 мг (кратер № 1),
3. $0,815 \times 0,55 \times 0,15$ мм, 0,55 мг (кратер № 1).

К сожалению, собранные образцы грунта не позволили получить количественные оценки рассеянного в грунте метеоритного вещества и его распределения по району падения железного дождя.

Следует заметить, что в некоторых образцах было обнаружено несколько силикатных шариков и силикатных, сплавленных с магнетитовыми, которые, по-видимому, не связаны с данным железным дождем. Никакого закономерного изменения в содержании частиц метеорной пыли с изменением расстояния от данного кратера установить не удалось. По-видимому, это объясняется перемешиванием всего разрыхленного материала грунта, выброшенного из соседних крупных кратеров.

Н. И. Заславская определила плотность шариков по методике В. А. Виленского [29], а также рассчитала ее по формуле Стокса. Была получена величина 4,7 с крайними значениями 2,25 и 7,13.

В 1970 г. во время работ четвертой экспедиции под руководством В. И. Цветкова и с его участием был произведен сбор образцов грунта с целью изучения состояния и миграции в грунте в вертикальном на-

правлении распыленного вещества под влиянием различных факторов, в том числе в результате смыва водами от таяния снегового покрова весной и выпадения дождей. Для изучения этого вопроса образцы грунта были взяты из траншеи, проложенной в меридиональном направлении через кратер № 1 в пяти местах — колонках (рис. 60). Образцы каждой колонки



Рис. 60. Сбор образцов грунта для изучения распыленного метеоритного вещества в траншее кратера № 1.

брались через 20 см, считая от поверхности грунта, до глубин 1,5—2,0 м. В каждой колонке, таким образом, имеется от 7 до 10 образцов. Первая колонка располагалась в стенке траншеи в северном борту кратера, вторая — в среднем участке северного склона кратера, третья — на дне кратера, четвертая — в среднем

участке южного склона и, наконец, пятая — на южном борту кратера. Кроме того, два образца грунта были взяты вблизи дна кратера с подстилающего крупного монолита скальных пород. Обработка всех этих образцов грунта пока еще не производилась. В одну из экспедиций образцы грунта для изучения распыленного метеоритного вещества брала А. К. Лаврухина. Пробы были взяты из кратеров и воронок разного размера, причем из крупных кратеров брали по несколько образцов из разных точек на бортах, внутренних склонах и на дне. Кроме того, образцы брали на кратерном поле. Наконец, проба грунта для изучения изменений концентраций распыленного вещества с удалением от крупного кратера собрала Г. М. Иванова. Для этой цели был выбран кратер № 2. Образцы брались из нескольких точек внутри кратера, на его бортах и — в восточном направлении — в нескольких точках через определенные расстояния. В этом направлении, ввиду отсутствия в окрестностях крупных кратеров, из которых мог бы быть выброшен разрыхленный материал, можно было ожидать получения наиболее достоверных результатов.

К настоящему времени результаты обработки образцов грунта, собранных А. К. Лаврухиной и Г. М. Ивановой, еще не опубликованы. Несомненно, что такая обработка может снабдить нас очень интересными данными.

ГЛАВА 12

ШРАМЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА

Выпадение железного дождя на скалистый грунт, слагающий западные отроги Сихотэ-Алиня, как мы видели, вызвало не только опустошение в тайге, но и оставило многочисленные шрамы на поверхности грунта в виде кратеров, воронок и лунок.

В результате довольно тщательного обследования района падения железного дождя еще во время работ первых четырех экспедиций в 1947—1950 гг. было выявлено 200 точек удара больших и меньших метеоритных масс, оставивших на поверхности грунта раз-

личные шрамы — от хорошо заметных лунок поперечником в два-три десятка сантиметров до резко выраженных кратеров в два с лишним десятка метров в диаметре. Указанное выше подразделение образований в грунте, вызванных ударами метеоритов, на лунки, воронки и кратеры, сделано автором книги и основано на следующих характерных особенностях каждой группы.

Лунки представляют собой вмятины в грунте округлой или неопределенной формы с размерами, сравнимыми с размерами метеоритов и варьирующими от двух-трех десятков сантиметров до полуметра; всего было обнаружено 78 лунок.

Воронки включают образования от 0,5 до 9,0 м в поперечнике. Они характеризуются хорошо выраженной воронкообразной формой, и размеры их заметно превосходят размеры образовавших их метеоритов. Меньшие воронки, поперечником до 3 м включительно, содержат целые или незначительно обколотые метеориты. Между тем в более крупных воронках с диаметром более 3 м метеориты оказывались расколотыми иногда на множество осколков. Однако среди осколков один резко выделяется среди остальных своим крупным размером и представляет собой так называемую «главную массу». Всего было обнаружено 98 воронок.

Кратеры — образования с резко выраженной формой и размерами, значительно превышающими размеры образовавших их метеоритов. Поперечник кратеров достигает 9 м (и более). В кратерах присутствуют многочисленные метеоритные осколки и среди них нет более или менее выделяющегося своим крупным размером осколка — главной массы. Это и является основным критерием для отнесения образования к категории кратеров. Всего было обнаружено 24 кратера, причем все они относятся к числу ударных. Кроме указанных трех категорий была выделена еще четвертая категория — места поверхностного рассеяния. К ним относятся места падений мелких индивидуальных экземпляров массой от долей грамма до массы, несколько превышающей один килограмм. Удар о поверхность грунта, притом покрытого слоем снега, таких мелких индивидуальных экземпляров не вызвал образования сколько-нибудь заметных углублений. Было выявлено

около 5500 точек удара при поверхностном рассеянии. Однако общее число таких мест падения вместе с невыявленными достигает, вероятно, сотни тысяч.

Как было указано автором [7], для ударных метеоритных кратеров характерны: 1) относительно небольшие размеры (диаметр меньше 100 м), 2) насыпной характер вала, 3) присутствие в кратере мелких метеоритных осколков и метеоритной пыли и 4) отсутствие каменной муки и импактитов, а тем более плотных модификаций кварца — коэсита и стишоверита (стишовита).

Детальное изучение структуры кратеров и воронок, образованных железным дождем, было выполнено А. О. Аалое, участвовавшим в большинстве Сихотэ-Алинских экспедиций.

Аалое дал следующую общую характеристику Сихотэ-Алинских кратеров [20]:

«1... кратеры представляют собой особый тип метеоритных кратеров, возникших при падении относительно больших метеоритных масс при относительно небольших скоростях.

2. В Сихотэ-Алинском кратерном поле представлен полный переход от метеоритной лунки до классического ударного кратера.

3. Кратеры образовались в различных геологических условиях — в скалистом грунте, в рыхлых отложениях и т. д., а также в различных участках рельефа, что открывает возможность изучить влияние этих факторов на структуру кратеров.

4. Сихотэ-Алинские кратеры — самые молодые метеоритные кратеры, почему в них великолепно сохранились все структуры, образовавшиеся при ударе, а также и метеоритный материал.»

В результате изучения группы кратеров Каали на острове Сааремаа в Эстонской ССР и особенно Сихотэ-Алинских метеоритных кратеров и воронок [19] А. О. Аалое пришел к заключению, что в первом приближении резких различий в геологической структуре ударных и взрывных метеоритных кратеров нет. Аалое считает это вполне естественным, поскольку при ударе о грунт при скоростях от нескольких сотен метров до нескольких километров в секунду происходят интенсивное дробление метеорита и среды и ненаправленный разлет образовавшихся осколков.

Далее Аалое указывает, что оба типа кратеров, т. е. взрывные и ударные, «в общем случае характеризуются чашеобразной, окруженной валом ложбиной (так называемый видимый кратер). Во внешнем строении кратеров можно выделить несколько зон, общих для взрывных и ударных кратеров. Самую верхнюю из них составляют отложения, возникшие после образования кратера — почва, делювий и т. д. Под этими отложениями выделяется линзовидная залежь аутигенной и аллогенной брекчии. Аутигенная брекчия состоит из обломков горных пород, раздробленных при ударе или взрыве метеорита; аллогенная брекчия, образованная преимущественно путем обратного выпадения выброшенного материала, отличается от первой своим составом — она сложена из смеси обломков коренных пород и современных рыхлых отложений. Из аллогенной брекчии состоят и выбросы на бортах кратера, образующие верхнюю часть вала». Далее Аалое указывает, что «под линзой брекчии, ниже дна истинного кратера, залегают разбитые трещинами дислоцированные слои коренных пород. Мощность этой зоны находится в прямой зависимости от размеров истинного кратера... На внутренних склонах кратеров выделяется характерная радиальная приподнятость слоев горных пород... Такими приподнятыми слоями сложена нижняя часть вала кратера. На границе между линзой брекчии и деформированными породами, особенно в боковой части кратера, под приподнятыми слоями встречаются местами залежи размельченных горных пород, так называемой горной муки. В более мелких ударных кратерах типичной горной муки нет».

Ударные метеоритные кратеры имеют и целый ряд отличий от взрывных, не позволяющих рассматривать оба типа кратеров как единый ряд. Аалое говорит: «...установить точные границы размерности ударных метеоритных кратеров нельзя. В случае относительно медленных ударов большую роль в образовании кратеров или воронок играют не только скорость и масса метеоритов, но и характер грунта, рельеф местности, даже форма и структура метеоритов и т. д.... Предпосылкой образования ударных кратеров является раскалывание метеорита и разлет его осколков. Таким образом, все те формы, при образовании которых метеорит оставался целым или разбился без разлета

осколков, следует считать ударными лунками или воронками. Опыт исследования ударных метеоритных кратеров и метеоритных воронок показывает, что между ними остается известная переходная зона, в пределах которой встречаются обе формы.

...между ударными и взрывными метеоритными кратерами явно имеется переходная зона. В последней могут встречаться оба типа кратеров, а также переходные кратеры в прямом смысле, возникшие не только при раскалывании метеорита, но и вследствие испарения небольшой части его массы... можно в первом приближении сказать, что размеры ударных кратеров колеблются в пределах от 5 до 100 м, но более распространены кратеры с размерами от 10 до 40 м.

Вторым существенным признаком ударных метеоритных кратеров является нахождение многочисленных метеоритных осколков, похороненных в заполняющих кратеры линзах брекчии...

Третьим отличием ударных метеоритных кратеров является отсутствие признаков больших давлений и высоких температур, характерных для взрывных метеоритных кратеров, т. е. отсутствие импактитов, конусов сотрясения, фазовых изменений, ударной витрификации минералов и т. д. Довольно редко встречаются в ударных кратерах грубые конические структурные образования, ориентированные в виде пика в общем в сторону центра раскола метеорита. Эти так называемые конусы раскалывания отличаются от конусов сотрясения отсутствием на поверхности главного конуса типичных паразитных полуконусов.

Четвертым характерным признаком ударного кратера можно считать встречающиеся на дне истинного кратера небольшие воронкообразные углубления, которые И. А. Рейнвальд назвал следами удара метеорита.

Последним, пятым, основным признаком является резкое отличие формы взрывных и ударных метеоритных кратеров. Известно, что форма взрывных кратеров... приближается, как результат неглубокого центрального взрыва, к полусфере. Полученные при исследовании метеоритных лунок, ударных воронок и ударных кратеров данные указывают, что форма этих образований прежде всего приближается к усеченному параболоиду.»

Во второй период экспедиционных работ, с 1967 по 1975 гг. и затем в 1977 и 1978 гг. было найдено 63 индивидуальных экземпляра массой от 5 до 65 кг.

Геологическим отрядом под руководством А. О. Аалое было детально исследовано девять кратеров и воронок, которые подверглись для этого полной или частичной раскопке.

В кратере № 1 были обнаружены следы ударов четырех метеоритных масс. Принимая во внимание, что следы удара можно было обнаружить (и они действительно были обнаружены) лишь вдоль двух перпендикулярных траншей шириной один-полтора метра, прорытых в меридиональном и широтном направлениях, а вся остальная часть кратера осталась неискрыванной, можно предполагать, что этот наибольший кратер был образован одновременным падением группы крупных метеоритных масс. Этим, очевидно, и можно объяснить следующую его особенность: на его видимом дне и на внутренних склонах (в отличие от всех других кратеров и воронок) в 1947 г. было замечено восемь отдельных ям. Можно предполагать, далее, что каждая яма была образована падением отдельной массы.

В противоположность данным по кратеру № 1, изучение кратера № 4, имевшего четкую конусообразную форму, показало, что он был образован падением одной метеоритной массы. Очевидно, масса и скорость падения этого метеорита были весьма значительны и достаточны, чтобы в обломках скальных пород могли образоваться структуры конусов раскалывания (неполно развитая структура конуса сотрясения), обнаруженные А. О. Аалое (см. выше).

Более точные измерения кратера № 12, спустя двадцать лет после падения, дали следующие результаты: размер по гребню вала в меридиональном направлении 12,5 м, в широтном — 11,8 м, максимальная глубина кратера в центре 2,8 м. Кратер окружен валом шириной 2—5 м и высотой до 0,5 м. Была заложена меридиональная траншея через центральную и южную части кратера и его вал. Длина траншеи 10 м, ширина 0,7—1,6 м, глубина достигала 3 м. Как указал Аалое [20], в центральной части были вскрыты коренные туффины, которые залежали на глубине 3,6 м от первоначальной поверхности. Они были сильно трещи-

новатыми, местами брекчированными. Над коренными туффидами залегал разрушенный слой элювия и брекчия, состоящий главным образом (около 80%) из остроугольных обломков туффита. Средняя мощность этого слоя 1 м. Над элювием в районе кратера залегали делювиальные отложения — коричневатые и серые суглинки с обилием обломков туффита. Общая мощность делювиальных отложений примерно 2,5 м. Указанные слои в периферийной части приподняты. В пределах кратера они покрылись линзовидным слоем перемешанных отложений мощностью до 0,7 м. Главная масса метеоритных осколков размещалась на глубине 3 м от первоначальной земной поверхности и на расстоянии 1 м к югу от центра кратера. Точное место удара метеорита о коренные породы, которых он, вероятно, достиг, установить не удалось. По-видимому, оно находилось несколько севернее центра кратера. При ударе метеорит раскололся, причем подавляющая часть осколков срикошетировала и проникла в толщу рыхлых пород в южном направлении. Общая масса собранных при раскопке кратера осколков метеорита составляла около 300 кг.

В воронке № 27 были проведены небольшие по объему работы. Воронка находится у южного подножия сопки Метеоритной, причем средняя ее часть заполнена водой. Диаметр ее в среднем равен 7 м, а глубина достигает 1,5 м; изучению подверглось только строение южного борта и части вала воронки. В пределах воронки непосредственно под почвой залегает разрушенный серый суглинок, перемешанный с обломками скальных пород. Мощность этой зоны доходит до 0,5 м.

Еще глубже были вскрыты погребенная почва, серая супесь и коричневатый суглинок с прослойками глины. Все эти слои были явно приподняты; метеоритных осколков найдено не было.

В воронке № 36 диаметром 5,2 м метеорит оказался расколотым на несколько крупных частей и большое количество более мелких осколков. Последние были обнаружены при прокладке двух взаимно перпендикулярных траншей, проходящих через центр воронки. Много осколков было найдено вокруг воронки. Эти рассеянные метеоритные осколки были обнаружены при помощи миноискателя.

В воронке № 37 диаметром 4,9 м был найден почти целый метеорит массой около 270 кг. Он лежал на глубине около 2 м под южным бортом воронки.

Воронка № 61 имела овальный контур и размеры в меридиональном направлении 2,7 м и в широтном 2,1 м. Наибольшая глубина воронки достигала 0,8 м. Северный склон был относительно пологим, южный — крутым. Через воронку в меридиональном направлении была проложена траншея длиной 3 м и глубиной до 1,8 м. При этом были вскрыты коренные породы, туффиты, залегавшие на глубине 1,5 м. Над коренными породами здесь залегают рыхлый элювий, состоящий главным образом из остроугольных обломков туффита. В самой воронке среди элювия была заметна линзовидная залежь более размельченного перемешанного с гумусом материала. Метеорит массой около 100 кг при падении пробил слой элювия и достиг коренных пород. На месте удара последние оказались брекчированными; была найдена и каменная мука. После удара метеорит, оставшийся целым, срикошетировал и частично проник в элювиальный слой под южным бортом воронки. Нижний край метеорита находился почти на 30 см выше поверхности коренных пород.

На основании своего изучения кратеров и воронок А. О. Аалое пришел к выводу о том, что в кратерах можно выделить четыре основные зоны (снизу вверх):

1. Породы, не затронутые ударом метеорита.
2. Породы, сильно сжатые, брекчированные или дислоцированные. Эта зона в кратере № 12 состояла из двух частей: а) из брекчированных или сильно трещиноватых коренных пород в нижней части кратера и б) дислоцированных современных рыхлых отложений, в пределах которых выявляется ясная приподнятость слоя.
3. Породы раздробленные и перемешанные.
4. Более поздние отложения — делювий, почва и т. д.

Подобное строение, говорит Аалое, ближе к строению классических взрывных метеоритных кратеров, таких, как Аризонский, Одесский, Каали и др. Аналогично и строение вала кратеров: он образован как приподнятыми слоями, так и залегающим над ними выброшенным из кратера материалом.

В заключение нужно сказать, что далеко еще не закончена полная обработка всех собранных научных материалов по кратерам и воронкам и в дальнейшем, несомненно, будут получены более детальные сведения о них. Следует также сказать, что совсем еще не опубликованы данные о результатах изучения кратера № 19 диаметром 9,2 м, полностью раскопанного Ю. В. Кестлане в 1974 и 1975 гг.

ГЛАВА 13.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОГО ДОЖДЯ

Собранный железный дождь, его вещественный состав и физические свойства подверглись детальному изучению целым рядом исследователей с применением разнообразных методов.



Рис. 61. Измерения магнитных свойств метеоритов; у магнитометра (впереди на снимке) — Э. С. Горшков.

Как уже говорилось, почти во все экспедиции входил магнитный отряд. Э. С. Горшков, Е. Г. Гуськова и др. провели исследование на месте падения (рис. 61), а затем и в лабораторных условиях физических свойств

железного дождя. Эти работы имели целью определить степень воздействия различных факторов — давления, температуры, магнитных полей — на физические свойства «родоначального» метеорного тела во время его нахождения в межпланетном пространстве, затем при вторжении в земную атмосферу, при ударе о поверхность грунта и последующем пребывании в грунте [21].

Для выполнения магнитных исследований в районе падения железного дождя был оборудован павильон (рис. 62), в котором устанавливался астатический магнитометр МГ-2. Во время измерений проводился непрерывный контроль нуля прибора и его чувствительности, поскольку, — отмечают исследователи, — в процессе работы в таежных условиях заметно изменялись температура и влажность. Погрешность измерений на магнитометре МГ-2 не превышала 5%.

Индивидуальные экземпляры железного дождя и осколки, образовавшиеся при расколе крупных метеоритных масс в момент их удара о поверхность грунта,

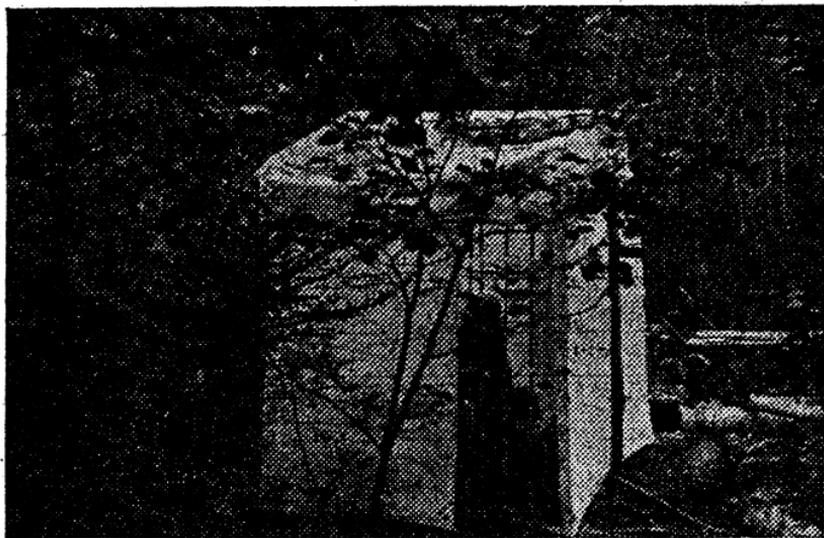


Рис. 62. Павильон для магнитных измерений в лагере экспедиции.

составляют две группы, различающиеся по степени воздействия, испытанного ими.

Были изучены магнитные свойства 430 индивидуальных экземпляров и 424 осколков. В результате было

установлено, что максимальное значение остаточной намагниченности для индивидуальных экземпляров оказалось равным $70 \cdot 10^{-3}$ единиц СГС; среди осколков наблюдались образцы с аномально высоким значением остаточной намагниченности, превышающей приведенную выше величину, что, возможно, объясняется особенно значительными деформациями, возникшими при ударе о грунт.

Интересные исследования были выполнены для выяснения влияния магнитного поля Земли на остаточную намагниченность на месте падения железного дождя. Для этого была выяснена ориентировка 140 индивидуальных экземпляров относительно магнитного поля Земли в момент обнаружения экземпляра при помощи миноискателя. Исследование показало, что никакой закономерной связи между направлением вектора остаточной намагниченности экземпляров и направлением магнитного поля Земли в месте падения не существует.

Далее, на 43 индивидуальных экземплярах изучались временные изменения естественной остаточной намагниченности. Для этого магнитометр МГ-2 устанавливался вблизи мест находки экземпляров. У пяти экземпляров наблюдалось изменение намагниченности после их извлечения из грунта. По мнению исследователей, это связано со спадом вязкой намагниченности, приобретенной в магнитном поле Земли в течение 20 лет после падения железного дождя. Скорость спада вязкой намагниченности была настолько велика, что через 4—6 мин она уже практически исчезала. Таким образом, было показано, что магнитное поле Земли не оказывает заметного влияния на магнитные свойства индивидуальных экземпляров.

Было еще установлено, что окисная пленка, образовавшаяся на осколках, не вносит существенных изменений в их магнитные свойства.

Е. Г. Гуськова выполнила исследования магнитных свойств частей железного дождя в лабораторных условиях [21]. В результате для индивидуальных экземпляров были получены средние значения естественной намагниченности — $25 \cdot 10^{-3}$ и магнитной восприимчивости — $960 \cdot 10^{-3}$ единиц СГС, а для осколков соответственно $25 \cdot 10^{-3}$ и $930 \cdot 10^{-3}$ единиц СГС. Таким образом, полученные данные показывают, что магнитные свойства как индивидуальных экземпляров, так и

осколков одинаковы. Далее было найдено, что ни удар метеоритов о поверхность грунта, ни атмосферное воздействие во время движения с космической скоростью не изменили существенно магнитные свойства частей железного дождя. Было еще установлено, что в метеоритах имеются два вида намагниченности: мягкая, размагничивающаяся в слабых полях, и жесткая, имеющая иную природу и стабильная для магнитных полей 275 Э. Она является той намагниченностью, которая возникает при охлаждении метеоритного вещества в магнитном поле родоначального тела. На основании данных об образцах Сихотэ-Алинского железного дождя магнитное поле его родоначального тела было оценено в 0,5—0,8 Э.

И. Е. Старик и М. М. Шац определили содержание урана в троилите и шрейберзите, содержащихся в железном дожде. Оно оказалось меньше $1 \cdot 10^{-3}$ г/г [22]. В другой работе И. Е. Старик и др. измерили содержание свинца в железном дожде. Для этой цели был применен новый метод выделения свинца, сущность которого состоит в химическом разложении образца с последующим пирохимическим выделением свинца. Для изучения был использован индивидуальный экземпляр массой около 6 кг. В результате оказалось, что содержание свинца падает по мере удаления от коры плавления вглубь метеорита. Вероятно, поверхностная зона метеорита в значительной степени загрязнена свинцом земного происхождения. Содержание свинца в троилите оказалось равным $1 \cdot 10^{-6}$ г/г [23].

Л. И. Генаева и др. [26] для определения содержания и исследования микрораспределения урана в ряде метеоритов, в том числе и в Сихотэ-Алинском железном дожде, применили трековую методику. Оказалось, что суммарная ошибка определения концентрации урана не превышает 25%. Содержание урана в метеорите в целом оказалось равным $1,8 \cdot 10^{-18}$ г/г, причем около 80% урана приходилось на долю шрейберзита. Содержание урана в троилите, полученное Генаевой и др. было значительно меньше, чем найденное Стариком и Шацем (см. выше).

А. А. Явнель выполнил и опубликовал в 1975 г. [31] полный обзор проведенных разными исследователями определений химического состава Сихотэ-Алинского железного дождя. В обзоре приведены таблицы

содержания химических элементов, в том числе и микроэлементов, отдельно в никелистом железе, троилите, шрейберзите и хромите.

Э. К. Герлинг и Л. К. Левский исследовали концентрацию в железном дожде продуктов космической радиации — гелия, неона и аргона [24]. Для изучения был использован индивидуальный экземпляр массой 284,10 кг. Этот экземпляр отличался наличием аномально крупных регмаглиптов, и, следовательно, можно было предполагать, что он представляет собой часть периферической зоны первоначального метеорного тела. Подтверждением такого предположения служит то обстоятельство, что в этом экземпляре оказалось наибольшее содержание инертных газов.

Исследователи указывают, что для изучения вопроса об изменении содержания изотопов инертных газов по глубине и для обнаружения возможного максимума их содержания из метеорита был взят керн в направлении, перпендикулярном к поверхности, покрытой аномально крупными регмаглиптами. Длина керна составила 24 см, диаметр 5,7 см. Из керна на расстоянии 0,6 см друг от друга были взяты пробы из превращенного в стружку материала. Для извлечения инертных газов пробы плавилась в тигле высокой частоты. В результате оказалось, что монотонного изменения содержания космогенных продуктов по глубине не наблюдается, не обнаружен и плоский максимум.

В наиболее богатом образце содержание космогенных продуктов в среднем в 15—20 раз больше, чем в наиболее бедном. Авторы считают, что образцы с низким содержанием космогенных продуктов принадлежат глубинным слоям метеорита.

Космогенные изотопы в железном дожде были также изучены А. К. Лаврухиной и др. [25]. Были получены следующие результаты: $^{10}\text{Be} - 9,6 \pm 2,6$, $^{36}\text{Cl} - 6,4 \pm 0,26$, $^{59}\text{Ni} - 53 \pm 6$ расп./ (мин · кг). Пять проб, анализировавшихся на марганец, были взяты на разных расстояниях от наружной поверхности метеорита и в них был обнаружен заметный глубинный эффект, т. е. уменьшение содержания ^{53}Mn с глубиной от $(54,2 \pm 0,03) \cdot 10^4$ до $(0,49 \pm 0,003) \cdot 10^4$ расп./ (мин · кг).

Е. М. Колесников и др. выполнили очень интересные и важные исследования [27]. Они изучили космическую историю метеорного тела, породившего желез-

ный дождь. Но прежде всего они составили сводку данных о космическом (или радиационном) возрасте метеорного тела по результатам 14 исследований, выполненных в период с 1957 по 1969 гг. Возраст метеорного тела оказался равным примерно 350 млн. лет. Следует сказать, что под космическим (или радиационным) возрастом подразумевается промежуток времени, прошедший от момента отделения данного метеорного тела от его родительского тела и до его падения на Землю. Иными словами, космический возраст определяет продолжительность существования метеорного тела в качестве самостоятельного космического тела; в этот промежуток времени он подвергается воздействию космических лучей.

Е. М. Колесников и др. провели измерения возраста аргоновым методом $^{39}\text{Ar} - ^{38}\text{Ar}$. Эта группа исследователей взяла для изучения шесть экземпляров железного дождя. Четыре экземпляра показали возраст, совпадающий в пределах ошибок измерений и равный, в среднем, 450 ± 20 млн. лет. Исследователи считают, что метеорное тело отделилось от родительского около 450 млн. лет назад. Затем, приблизительно 70 млн. лет назад метеорное тело подверглось новому дроблению и его осколок выпал на Землю, образовав железный дождь. Этим и объясняется, что два других экземпляра, находившиеся в родительском теле далеко от наружной поверхности, дали для возраста 68 и 71 млн. лет. Исследователи полагают, что полученные ими значения возраста наиболее точны.

В. Д. Коломенский и И. А. Юдин изучали минеральный состав коры плавления индивидуальных экземпляров железного дождя [28]. Для этой цели был использован один экземпляр массой 75 г, а также несколько кусочков коры, слущенной с других экземпляров. При микроскопическом определении толщина коры оказалась равной 0,1—1,0 мм. По минералогическому составу и структуре кора подразделяется на две зоны: внутреннюю и внешнюю. Исследования показали, что внешняя зона состоит из минерала оксимагнетита с небольшим количеством иоцита и редкими зернами никелистого железа. Граница между внутренней и внешней зонами выражена резко, иногда прямолинейна, а местами образует выступы и углубления в виде заливчиков. Внешняя зона коры имеет микропористую

структуру. Наблюдаются поры диаметром 2—8 мкм. Распространенность пор во внешней зоне коры колеблется от нескольких процентов до 10—15%.

Внутренняя зона коры плавления состоит из никелистого железа с редкими каплевидными зёрнами иоцита. Количество пор в ней меньше, чем во внешней зоне. В некоторых порах по периферии развиты каемки иоцита.

При рентгеновском исследовании коры, кроме ярких линий, соответствующих оксимагнетиту, на снимке оказалось много слабых линий, возникающих за счет минеральных примесей.

В связи с изучением коры плавления В. Д. Коломенский и И. А. Юдин исследовали минеральный состав распыленного вещества железного дождя: метеоритную и метеорную пыль. Метеоритная пыль состояла из мелких остроугольных частиц неправильной формы и размером от нескольких микрометров до 0,5 мм. Минералогический состав метеоритной пыли таков: никелистое железо, магнетит и гидроокислы железа (лимонит и гетит). Основная масса метеоритной пыли (до 85% по объему) состоит из обломков никелистого железа, которые в той или иной степени подверглись окислению с образованием минералов группы гидроокислов железа в результате экзогенных процессов.

Метеорная пыль в основном имеет такой же минералогический состав, что и внешняя зона коры плавления метеоритов. Метеорная пыль встречается в виде шариков, грушевидных образований и струек. При минералогическом исследовании в полированных шлифах метеорная пыль наблюдается в виде мелких шариков и грушевидных форм. Было найдено шесть таких образований диаметром от 0,2 до 0,04 мм. Минерал, составляющий шарики, представлен оксимагнетитом. В одном шарике диаметром 0,2 мм в центре обнаружена пустота. Два шарика, размером 0,08 и 0,06 мм, состояли также из оксимагнетита микрозернистого строения. Зёрна изометричны по форме и имеют размер в 3—8 мкм.

Г. М. Колесов и Н. И. Заславская [29] определяли также состав и структуру магнитных шариков — частиц метеорной пыли железного дождя. Для минералогического изучения, — пишут они, — были отобраны шарики размером около 100—500 мкм из магнитной

фракции образца грунта из числа взятых в кратерах и воронках. Каждый шарик затем монтировался в пашку из «норакрила-100», шлифовался вручную и полировался на станке. Далее шарики рассматривались под микроскопом, причем было установлено, что шарики пористые, иногда даже полые, и при этом полость часто расположена эксцентрично. Были случаи, когда в одном шарике наблюдалось несколько полостей. В шарике размером 195 мкм травлением концентрированной соляной кислотой было выявлено зернистое строение слагающего его магнетита с размерами 8—30 мкм. При увеличении в 1350 раз видны мелкие поры. Такое же строение имеют и другие шарики. В шарике диаметром 450 мкм обнаружена сеть линейно расположенных каверн размером 50—80 мкм и, кроме того, отдельные каверны размером около 20 мкм. Стенка шарика толщиной 75, 125 и 200 мкм в разных местах сложена скелетными кристаллами магнетита с отходящими тонкими кристаллитами размером около 0,5 и 1—2 мкм, вероятно, того же состава. Размеры крупных скелетных кристаллов магнетита колеблются в небольших пределах (10×12 , 11×15 , 16×20 мкм); в отдельных участках они переходят в более мелкие зерна размерами 2×8 и 3×10 мкм.

Данные рентгеновского анализа отдельных шариков показали магнетитовое сложение переменного состава (оксимагнетит). Редко встречающиеся шарики, имеющие ядро, состоят из магнетита, цинита и тэнита. С помощью электронного зонда «Самеса» был определен химический состав шариков, оказавшийся таким: железа 76,1, никеля 4,81 и кобальта 0,32% по весу.

В заключение приведем результаты выполненного Н. В. Дивари [30] изучения скорости падения некоторых индивидуальных экземпляров железного дождя у поверхности грунта, образовавших кратеры и воронки. Целые индивидуальные экземпляры, не расколовшиеся при ударе, имели скорости приблизительно от 100 до 1000 м/с. Эти значения не достигают той величины, которая вызывает взрыв при образовании кратера. Кратеры и воронки, образованные наиболее быстрыми экземплярами, имевшими скорости выше 500 м/с, располагаются в головной части эллипса рассеяния, а остальные расположены довольно равномерно по всему эллипсу рассеяния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь, как уже отмечалось, относится к числу уникальных явлений природы. Действительно, он представляет собой самый обильный и притом железный метеоритный дождь, далеко превосходящий все известные метеоритные дожди как по числу индивидуальных экземпляров, так и по их общей массе. Во время этого дождя выпало по крайней мере около ста тысяч индивидуальных экземпляров общей массой около 70 т. Между тем среди каменных метеоритных дождей даже самые обильные насчитывают менее двух десятков тысяч индивидуальных экземпляров общей массой в несколько тонн. Среди железных известны дожди, насчитывающие несколько десятков экземпляров с массой, значительно меньшей массы Сихотэ-Алинского дождя.

Особенностью Сихотэ-Алинского метеоритного дождя является огромный диапазон размеров и масс индивидуальных экземпляров — от нескольких миллиметров до нескольких метров и от долей грамма до нескольких тонн. Другая особенность данного метеоритного дождя — чрезвычайно разнообразные и притом резко выраженные морфологические характеристики индивидуальных экземпляров, проявляющиеся в формах, рельефе и поверхностной структуре коры плавления. Изучение морфологических характеристик позволило надежным образом установить, что метеоритный дождь образовался в результате раздробления (и притом многократного) первоначально единого метеоритного тела во время движения его с космической скоростью в земной атмосфере. В результате исследования морфологических характеристик индивидуальных экземпляров были выделены три главные стадии дробления, протекавшего при трех разных скоростях движения.

Четкий регмаглиптовый рельеф, наблюдаемый на индивидуальных экземплярах всех размеров, позволил установить зависимость размера регмаглиптов от размера индивидуальных экземпляров и впервые определить показатель рельефа для индивидуальных экземпляров разных размеров (32).

Работами пятнадцати экспедиций Комитета по метеоритам Академии наук СССР (1947—1950, 1967—1975, 1977 и 1978 гг.), длившимися в общей сложности

почти два года при средней численности состава экспедиций приблизительно в 30 человек, были достаточно полно изучены обстановка и условия падения железного дождя. В дальнейшем, возможно, могут возникнуть отдельные дополнительные задачи, требующие проведения новых экспедиций. Вероятно, целесообразно будет провести еще одну экспедицию для выборочного сбора индивидуальных экземпляров поверхностного рассеяния в северо-восточной части эллипса рассеяния для уточнения расположения его границы в этом участке. Интересно также провести тщательное обследование северо-восточной окраины кратерного поля, где пока совсем не были обнаружены индивидуальные экземпляры. Вследствие этого форма площади рассеяния оказывается не эллиптической, а имеет вид бумеранга. Подтверждение такой формы площади рассеяния укажет на проявление влияния ветра, под воздействием которого произошел снос тыловой части эллипса рассеяния и поворот его по часовой стрелке.

Здесь важно отметить еще то обстоятельство, что после проведенных экспедиционных работ, в результате которых было собрано в общей сложности свыше 27 т метеоритного дождя, в тайге осталось около сотни тысяч мелких индивидуальных экземпляров поверхностного рассеяния общей массой около пяти-семи тонн и около двух десятков тонн метеоритных осколков разных размеров, рассеянных в кратерном поле между кратерами и воронками.

В заключение следует сказать, что знаменитый Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь многообразными и важными сведениями пополнил наши знания о метеорных телах — метеоритах. Вследствие огромного научного значения Сихотэ-Алинского метеоритного дождя район его выпадения объявлен памятником природы и предстоит проведение некоторых работ по благоустройству района.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кринов Е. Л.* Основы метеоритики.— М.: Гостехиздат, 1955, 391 с.
2. *Кринов Е. Л.* Вестники Вселенной.— М.: Географгиз, 1963, 144 с.
3. *Мэйсон Б.* Метеориты: Пер. с англ.— М.: Мир, 1965, 308 с.
4. *Кринов Е. Л.* Терминология в метеоритике.— Метеоритика, 1975, вып. 34, с. 98—106.
5. *Левин Б. Ю.* Скорости, орбиты и массы метеоритов.— Астрон. журн., 1946, т. 23, вып. 2, с. 83—96.
6. *Кринов Е. Л.* Метеоритные дожди.— Астрон. вестн. 1979, т. XIII, № 2, с. 65—81.
7. *Кринов Е. Л.* Метеоритные кратеры на поверхности Земли.— Метеоритика, 1962, вып. 22, с. 3—30.
8. *Кринов Е. Л.* Регмаглиптовый рельеф метеоритов.— Астрон. вестн., 1979, т. XIII, № 1, с. 56—61.
9. *Кринов Е. Л.* Метеориты.— Краткая химическая энциклопедия, 1964, т. III, с. 174—178.
10. *Левин Б. Ю., Симоненко А. Н.* Вопросы происхождения метеоритов.— Метеоритика, 1977, вып. 36, с. 3—23.
11. *Кринов Е. Л.* Некоторые характерные черты Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя.— ДАН СССР, 1948, 59, № 3, с. 459—462.
12. Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь: Т. I/ Под ред. акад. В. Г. Фесенкова и Е. Л. Кринова.— М.: 1959, с. 304.
13. Там же.— Т. II, М., 1963, с. 372.
14. *Фесенков В. Г.* Орбита Сихотэ-Алинского метеорита.— Метеоритика, 1951, вып. 11, с. 27—31.
15. *Фонтен С. С.* Вторая экспедиция по изучению падения Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя.— Метеоритика, 1949, вып. 6, с. 13—25.
16. *Кринов Е. Л.* Итоги четырехлетних полевых работ по изучению падения и сбору Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя.— Метеоритика, 1952, вып. 10, с. 83—99.
17. *Кринов Е. Л.* Дробление Сихотэ-Алинского метеоритного тела.— Метеоритика, 1975, вып. 34, с. 3—14.
18. *Кринов Е. Л.* Морфология метеоритов, как метод изучения их падений на Землю.— Метеоритика, 1980, вып. 39.
19. *Аалов А. О.* Ударные метеоритные кратеры.— Метеоритика, 1972, вып. 31, с. 68—78.

20. *Аалое А. О.* Результаты геологических работ пятой Сихотэ-Алинской экспедиции.— Метеоритика, 1970, вып. 30, с. 53—57.

21. *Гуськова Е. Г.* Магнитные свойства метеоритов коллекции Комитета по метеоритам АН СССР.— Метеоритика, 1970, вып. 30, с. 74—87.

22. *Старик И. Е. и Шац М. М.* Новые данные по определению содержания урана в метеоритах.— Метеоритика, 1960, вып. 18, с. 83—87.

23. *Старик И. Е., Собонович Э. В. и Ловцюс Г. П.* Определение содержания свинца в железных метеоритах.— Метеоритика, 1960, вып. 19, с. 100—102.

24. *Герлинг Э. К. и Левский Л. К.* Продукты космической радиации в Сихотэ-Алинском метеорите.— Метеоритика, 1960, вып. 18, с. 100—105.

25. *Лавружина А. К., Ибраев Т. А., Зайцева А. П., Юкина Л. В., Малышева Т. В., Медников В. И., Медникова П. Г. и Дубинин И. Е.* Космогенные изотопы в Сихотэ-Алинском метеорите.— Метеоритика, 1972, вып. 31, с. 151—155.

26. *Генаева Л. И., Кошкарев Л. Л., Лавружина А. К., Юкина Л. В.* Распределение урана в различных минералах метеоритов Сихотэ-Алинь, Гресск и Арус.— Метеоритика, 1972, вып. 31, с. 137—140.

27. *Колесников Е. М., Лавружина А. К., Левский Л. К., Фисенко А. В.* О космической истории метеорита Сихотэ-Алинь.— Метеоритика, 1974, вып. 33, с. 106—108.

28. *Коломенский В. Д., Юдин И. А.* Минеральный состав коры плавления метеорита Сихотэ-Алинь, а также метеоритной и метеорной пыли.— Метеоритика, 1968, вып. 16, с. 59—66.

29. *Колесов Г. М., Заславская Н. И.* Состав и структура магнитных шариков с места падения Сихотэ-Алинского метеорита.— Метеоритика, 1976, вып. 36, с. 73—77.

30. *Дивари Н. В.* Оценка скорости падения некоторых экземпляров Сихотэ-Алинского метеоритного дождя.— Метеоритика, 1962, вып. 22, с. 31—41.

31. *Явнель А. А.* О химическом составе Сихотэ-Алинского метеорита.— Метеоритика, 1975, вып. 34, с. 21—26.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Глава 1. Метеориты — вестники космоса	5
Глава 2. Из космоса на Землю	23
Глава 3. По следам небесного странника	32
Глава 4. На могиле небесного странника	39
Глава 5. Космическая бомбардировка	58
Глава 6. В тайгу за железным дождем	66
Глава 7. Образование железного дождя	79
Глава 8. Состав, структура и физические свойства железного дождя	91
Глава 9. Снова на Сихотэ-Алине	100
Глава 10. Новые экспедиции; жизнь и работа в тайге	136
Глава 11. Рассеяние железного дождя	155
Глава 12. Шрамы на поверхности грунта	171
Глава 13. Специальные исследования железного дождя	179
Заключение	187
Литература	189

Евгений Леонидович Кривов

ЖЕЛЕЗНЫЙ ДОЖДЬ

М., 1981 г., 192 стр. с илл.

Редактор *Г. С. Куликов, Н. А. Райская*

Техн. редактор *Л. В. Лихачева*

Корректор *Н. Д. Дорохова*

ИБ № 11451

Сдано в набор 20.09.80. Подписано к печати 07.01.81.
Т-02904. Бумага 84×108¹/₃₂, тип. № 3. Обыкновенная
гарнитура. Высокая печать. Условн. печ. л.
10,08. Уч.-изд. л. 10,08. Тираж 60 000 экз. Заказ
№ 301. Цена книги 30 коп.

Издательство «Наука»

Главная редакция физико-математической
литературы

117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

4-я типография издательства «Наука»,
630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

30 коп.

