

L. Krinow



873

WYDAWNICTWO
MINISTERSTWA
OBRONY
NARODOWEJ

Meteory i meteoryty



P.L.H. 14. Wrocław

BIBLIOTEKA

873 118-36
Nr rej.

E. KRINOW

METEORY
i
METEORYTY



WYDAWNICTWO
MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

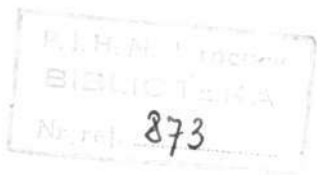
BIBLIOTEKA ŻOŁNIERZA
SERIA II
POPULARNO-NAUKOWA „POZNAJ ŚWIAT”
Tomik 48

Tytuł oryginału
„NIEBIESNYJE KAM NI”

Tłumaczył z rosyjskiego
TADEUSZ NIEWIADOMSKI

Okładka i winiety
MIROŚŁAWA POKORY

Redaktor
HENRYK LATOŚ



Redaktor techn. HELENA MALCZEWSKA
Korektor JULITTA RADZIKOWSKA

Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej
Warszawa 1955. Wydanie I

Nakład 5000 egz., 6,73 ark. wyd., 8,25 ark. druk.
Papier druk. sat. V ki. 70 g, Format 82X104/32
Oddano do składu 13.01.55. Podpisano do druku 30.03.55.

Zam. nr 1 z 13.01.55.
Wojskowa Drukarnia w Łodzi
D-6-1192



*„Nie ma na świecie rzeczy niepo-
znawalnych, są tylko rzeczy jeszcze
nie poznane, które zostaną odkryte
i poznane za pomocą nauki i prak-*

tyki „

J. STALIN

I. „SPADAJĄCE GWIAZDY” — METEORY

W ciemną, bezchmurną noc można zauważyć, jak po niebie przelatuje nagle „gwiazda” i za chwilę znika pozostawiając za sobą widoczny przez kilka sekund ślad (rys. 1).

Wielu spośród czytelników nieraz (prawdopodobnie widziało takie „spadające gwiazdy” albo jak nazywają je astronomowie, meteory. Wyraz „meteor”—prawidłowiej— „meteoros”—pochodzi z języka greckiego, a po polsku znaczy „lejący w powietrzu”.

Meteory wraz z innymi najróżnorodniejszymi zjawiskami przyrody od niepamiętnych czasów przykuwały do siebie uwagę człowieka. Jednak ludzie starożytni, nie umiając pojąć i objaśnić sobie istotnych przyczyn zaobserwowanych zjawisk, często wywołujących wśród nich paniczny lęk, przypisywali im nadprzyrodzone pochodzenie. Pierwotni ludzie ubóstwiali siły przyrody w jej różnych postaciach, nadawali im w swej wyobraźni cudotwórcze właściwości, tworzyli na przestrzeni wieków przeróżne wierzenia i legendy, tak zwane mity. Na przykład starożytne plemiona arabskie, prowadzące koczowniczy tryb życia, stworzyły legendę o meteorach, które według nich miały być ognistymi strzałami, mio-

tanymi przez aniołów podczas walk z demonami, to jest czartami, czyli diabłami.

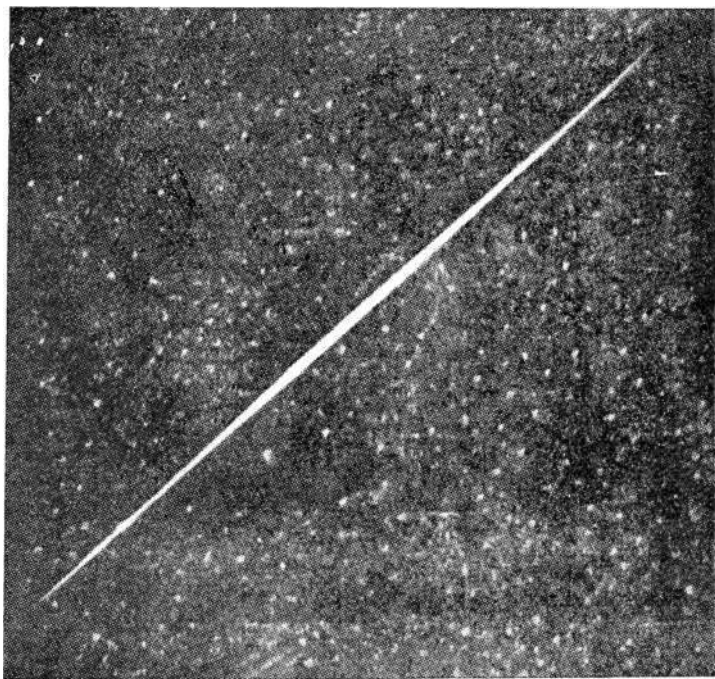
Wśród innych dawnych ludów szeroko znana i rozpowszechniana była legenda o kolbiecie>olbrzymce, która żyje na niebie i przędzie złote tkaniny ze złotej przędzy. Po jednej nitce przypadało na każdego rodzącego się człowieka. Gdy człowiek umiera, wtedy jego nić urywa się i właśnie strzępek tej nici spadając, widoczny jest w postaci meteor a. Szeroko rozpowszechnione było również wierzenie i do dziś jeszcze przetrwało ono w niektórych środowiskach ludzkich, że kiedy po niebie przebiegnie gwiazda, oznacza to, iż gdzieś zmarł człowiek. Zabobonni ludzie wierzyli, że każdy z żyjących na ziemi ludzi ma swoją gwiazdę. Dlatego też, kiedy człowiek umiera, spada z nieba również jego gwiazda.

W głębokiej starożytności i później, w okresie powstania i rozwoju społeczeństw klasowych, wszystkie te wierzenia i legendy znalazły silne oparcie w religii, która je utrzymywała, tworzyła nowe i rozpowszechniała. Wiadomo, że każda religia każe ludziom ślepo wierzyć w cuda, traktuje różne zjawiska przyrody jako znaki pochodzące od bogów, jako ich objawienie.

Nauka materialistyczna odrzuca wszelkiego rodzaju legendy o istnieniu świata nadprzyrodzonego, nie dopuszcza¹ prawdopodobieństwa żadnych cudów. Nauka materialistyczna opiera się na dogłębnym poznaniu zjawisk przyrody, na odkryciu praw nimi rządzących, na prawidłowych zależnościach i konsekwencjach panujących w przyrodzie. Ustrój socjalistyczny z całą oczywistością wykazał, że tylko ludzie uzbrojeni w oręż prawdziwej nauki mogą ujarzmić przyrodę, wykorzystywać jej siły dla dobra człowieka, dokładnie przepowiadać te czy inne zjawiska w przyrodzie. „Cudowne proroctwo jest bajką — pisał Lenin — ale naukowe proroctwo jest fakt&m”. Widzimy, jak w naszych oczach ludzie radzieccy, uzbrojeni w przodującą, materialistyczną naukę, przeobrażają przyrodę, wykorzystują jej niewyczerpane zasoby siły i bogactwa, wznoszą olbrzymie budowle komunizmu, opracowują naukowe prognozy, zawczasu przewidując te czy inne zjawiska przyrody.

Nauka odkryła również i owe przyczyny, którymi tłumaczy się zjawisko meteorów. Ale zanim będziemy mó-

wili o tym, powinniśmy wyjaśnić, że mało albo wcale nie obznajomieni z astronomią ludzie skłonni są przypuszczać, a nawet twierdzić, że meteory są tymi samymi gwiazdami, które widzimy na niebie, a które czasami z jakiejś przyczyny nagle „staczają” się ze swego stałego miejsca na firmamencie nieba. Nie jest to prawdą. Pogląd taki jest z gruntu fałszywy. Bowiem w rze-



Rys. 1. Zdjęcie meteoru

czywistości meteory nie mają nic wspólnego z tymi gwiazdami, które widzimy na niebieskim sklepieniu. Jeżeli meteory byłyby gwiazdami, to jak słusznie mówi profesor Woroncow-Wieliaminow w swojej podstawowej pracy pt. „Szkice o Wszechświecie” („Oczierki o wse-liennoj”), „niebo dawno już «osypałoby» się z gwiazd, jak drzewa z pożółkłych liści w jesienny, wietrzny dzień”, a jednak na niebie zawsze widzimy nie uzbrojonym

okiem nie wiele..ponad 3 000 gwiazd. Czytelnikowi może wydawać się dziwne, że na niebie jest tak mało gwiazd. Słusznie, bo jeżeli w bezchmurną noc wpatrzymy się w roziskrzone niebo, to jest na nim niezrównanie więcej gwiazd, których w żaden sposób nie można policzyć. Jest to jednak zwykłe złudzenie. W rzeczywistości wszystkie gwiazdy na niebie, nie tylko widoczne gołym okiem, ale nawet dające się zaobserwować tylko przez teleskop, to ziniaczy najślabiej świecące gwiazdy, zostały już dawno policzone przez astronomów. Astronomowie ponadto nie tylko policzyli wszystkie gwiazdy, lecz nawet wyznaczyli ich położenie na niebie*. W wyniku tych badań zestawiono mapy nieba. Na mapach tych możemy odnaleźć każdą dowolnie wybraną gwiazdę z tych, które widzimy na niebieskim sklepieniu, podobnie jak możemy wskazać na mapach geograficznych dowolny obszar, punkt, miasto czy jezioro, które istnieje w rzeczywistości i zostało przez kartografów naniesione na mapę). Dlatego powinniśmy znać dokładne położenie (koordynaty) gwiazdy, czy w wypadku, gdy mamy do czynienia z mapą geograficzną, położenie poszukiwanego punktu.

Wszystkie gwiazdy zachowują swoje niezmiennie położenie i swoje wzajemne punkty w stosunku do otoczenia na niebie. Wszystkie one stanowią takie same, olbrzymie, rozżarzone niebieskie ciała, jakim jest nasze Słońce. Jedynie z powodu kolosalnych odległości Ziemi do tych słońc, przekraczających miliony razy odległość Ziemi od Słońca (równą 149 milionów kilometrów), wydają się nam one tylko świetlistymi punktami.

Lecz czym są w swej istocie meteory?

Meteory — to zjawiska świetlne zachodzące w atmosferze ziemskiej. Wywołują je znikomo małe kruszyny materii kosmicznej, które dostają się do atmosfery otaczającej Ziemię. Drobne te okruchy w niezliczonych wprost ilościach krążą w przestrzeniach międzyplanetarnych z zawrotną prędkością dochodzącą do kilkudziesięciu kilometrów na sekundę. Zderzają się one nieustan-

* Autor ma tu zapewne na myśli jedynie gwiazdy skatalogowane (przyp. red).

I
nie, na orbicie Ziemi wokół Słońca z ziemską atmosferą. W wyniku ogromnej, jak to się określa—kosmicznej prędkości ciała meteorytowe napotyka w atmosferze! bardzo silny opór. Wpadając w atmosferę zderzają się one z molekułami powietrza, w które nieprzerwanie uderzają. Od tych uderzeń nagrzewają się do kilku tysięcy stopni, zapalają się jasnym światłem i przeistaczają w rozżarzony gaz rozpraszający się w atmosferze. W tym właśnie momencie ciała meteorytowe jonizują molekuły powietrza, to znaczy odrywają od ich atomów dające wytrącić się cząsteczki — elektrony. Zjonizowane molekuły na drodze przelotu meteora dają słabe światło, widoczne z Ziemi w postaci nikle świecącego śladu meteora.

Ciała meteorytowe zaczynają świecić na wysokości około 100—120 kilometrów nad powierzchnią Ziemi, a znikają, to jest w zupełności rozpadają się lub rozpylają, na wysokości około 80 kilometrów. Cały lot meteora po niebie trwa bardzo krótko, odbywa się on za ledwie w ciągu kilku dziesiątych części sekundy, a rzadko dochodzi do 3—4 sekund.

Uczeni obliczyli, że w ciągu jednej doby do atmosfery całej kuli ziemskiej wpada od 10 do 20 milionów ciał meteorytowych. Lecz tak jak nad każdym oddzielnym punktem na Ziemi można widzieć nad sobą tylko małeńki skrawek całej atmosfery, tak również liczba meteorów, które można zobaczyć w ciągu dnia z jednego, jakiegokolwiek punktu na Ziemi, jest bardzo mała. Według domysłów uczonych podczas każdej doby w ziemskiej atmosferze rozprasza się około 5—6 ton materii meteorytovej. Materia ta w postaci drobnego pyłu osiada na powierzchni Ziemi. Jednak wykryć ten tak zwany pył kosmiczny jest niezmiernie trudno. Trudność ta polega przede wszystkim na tym, że w niższych, przyziemnych warstwach powietrze jest bardzo zanieczyszczone pyłem ziemskim, z którym miesza się pył kosmiczny.

Czym większe rozmiary posiada ciało meteorytowe., a szczególnie z czym większą prędkością wpada ono w ziemską atmosferę, tym jaśniejszy obserwujemy meteor. Najszybszymi ciałami meteorytowymi są te, które lecą na spotkanie Ziemi, to znaczy poruszają się

w przeciwnym kierunku niż Ziemia. Jest to zupełnie jasne, wynika bowiem oczywiście zarówno z prędkości poruszania się ciała meteorytowego, jak również z ruchu Ziemi. W wyniku tych dwóch ruchów, prędkości, z jakimi owe ciała wpadają w atmosferę, mogą niejednokrotnie przekroczyć nawet 60 do 70 kilometrów na sekundę. Odwrotnie, najbardziej powolne są te ciała meteorytowe, które jak gdyby „doganiały” Ziemię, to znaczy poruszają się zgodnie z kierunkiem ruchu Ziemi; prędkość takich meteorytów równa jest w przybliżeniu zaledwie 13 kilometrom na sekundę.

Jasność meteorów określa się tak jak i jasność gwiazd tak zwanymi wielkościami gwiazdowymi*.

Najjaśniejsze meteory osiągają jasność takich planet jak na przykład *Jowisz* czy *Wenus*. W tym wypadku ich jasność równa się „minus drugiej” — „minus czwartej” wielkości gwiazdowej. Jasność meteorów, których blask w przybliżeniu równy jest blaskowi najjaśniejszych gwiazd na niebie, równa jest pierwszej gwiazdowej wielkości. Jasność zaś najsłabiej świecących meteorów, które możemy jeszcze' zcibaczyć nie uzbrojonym okiem, równa jest mniej więcej szóstej wielkości gwiazdowej. Przez teleskop czy lunetę możemy obserwować o wiele słabsze meteory, tak zwane meteory teleskopowe. Są to bardzo małe ciała meteorytowe — *p_v*ł.

Pierwsze słuszne naukowo objaśnienie zjawiska meteorów dał w końcu osiemnastego stulecia czeski uczyony, członek-korespondent Petersburskiej Akademii Nauk, E. Chlādni. Jako pierwszy wykazał on istotę zjawisk meteorowych; dowiódł, że są to zjawiska zachodzące w ziemskiej atmosferze i że meteoryty są stałymi cząsteczkami materii, wpadającymi w atmosferę

* Jednostki wielkości gwiazdowych Wprowadzili jeszcze starożytni astronomowie dla określania stopnia jasności gwiazd. Wszystkie zaobserwowane gołym okiem na niebie gwiazdy podzielili oni na sześć wielkości gwiazdowych. Najjaśniejsze gwiazdy oznaczali pierwszą wielkością gwiazdową, a najsłabsze — szóstą. Wszystkie gwiazdy średniej jasności oznaczono grupami gwiazdowych wielkości od drugiej do piątej. Dla oznaczenia jasności nielicznych, szczególnie jasnych gwiazd, bardziej jasnych niż gwiazdy pierwszej wielkości, a także dla oznaczenia kilku jasnych planet wprowadzono zerowe i ujemne wielkości gwiazdowe.

z przestrzeni międzyplanetarnej. Ale o tych zagadnieniach dokładnie mówić będziemy w innych rozdziałach. Teraz warto zaznaczyć, że słuszne twierdzenia E. Chludniego zostały uznane w pełni dopiero w pół wie-



Rys. 2. Deszcz „gwiazd” zaobserwowany w minionym stuleciu
(według rysunku naocznego świadka)

ku po ich ogłoszeniu, w połowie dziewiętnastego stulecia. Do tego czasu nagromadzono olbrzymi materiał obserwacyjny dotyczący zjawisk meteorowych. Naukowe opracowanie tego materiału pozwoliło określić odległość do meteorów. Zostały określone w kilometrach wysokości ich pojawiania się i znikania, w wyniku czego ostatecznie dowiedziono, że zjawiska meteorowe zachodzą w ziemskiej atmosferze.

Odległości do meteorów nie trudno jest określać znany trygonometrycznym sposobem, jakiego używa się do określania odległości do niedostępnego przedmiotu na powierzchni Ziemi.

Jeżeli będziemy obserwowali ten sam meteor z dwu punktów na Ziemi, znajdujących się od siebie o kilkadziesiąt kilometrów, i jeżeli linię drogi nakreślonej przez meteor naniesiemy na mapę nieba z zaznaczeniem, w jakim kierunku i w pobliżu jakich gwiazd on przeleciał, to łatwo będziemy mogli zauważyć przesunięcie drogi meteoru. Takie przesunięcie drogi meteoru obserwujemy dlatego, że meteor przelatuje w atmosferze ziemskiej znacznie bliżej od obserwatora, niż wynosi odległość do gwiazd, na tle których obserwowany jest meteor. Według przesunięcia drogi meteoru, wyrażonego w wielkościach kątowych*, i według znanej nam w kilometrach odległości pomiędzy obydwoma punktami obserwacyjnymi łatwo obliczyć odległość (w kilometrach) do meteora, a także wysokość jego pojawienia się i zniknięcia nad powierzchnią ziemską.

W wyniku systematycznych obserwacji i badań meteorów, w drugiej połowie ubiegłego stulecia zaznaczył się nowy dział nauki o budowie i rozwoju ciał niebieskich we Wszechświecie — astronomia meteorowa. Ojcem astronomii meteorowej był uczony rosyjski, F. Bredichin, odkrywca okresowości potoków meteorowych, o których będzie mowa w następnym rozdziale.

Na początku bieżącego stulecia również rosyjski astronom, obecnie profesor Uniwersytetu Moskiewskiego, S.

* Odległości do gwiazd określa się na podstawie jednostek kątowych (stopni).

Błaszko, pierwszy sfotografował widma* meteorów. Później widma te fotografowali również inni uczeni. Zbadanie wielu meteorów doprowadziło do ustalenia budowy, czyli składu tych ciał; stwierdzono mianowicie, że meteoryty składają się z materii kamienistej, tylko rzadko wśród nich spotkać można żelazo.

Systematyczne i dokładne obserwacje oraz poszukiwania meteorytów mają wielkie naukowe znaczenie i są bardzo ważne dla poznania licznych prawidłowości w budowie i rozwoju naszego układu słonecznego.

W obecnym wieku, a szczególnie w ostatnich dziesiątkach lat meteory tyka doczekała się wielkich osiągnięć. Najbardziej owocne jest rozpowszechnione w obecnym okresie fotografowanie meteorów; a w ostatnich latach radiolokacja. Urządzenie radiolokacyjne wysyła w przestrzeń fale radiowe, a potem przyjmuje ich odbicie, Okazało się, że za pomocą urządzeń radiolokacyjnych można wykrywać przelatujące meteory, które posiadają również zdolności odbijania fal radiowych. Za pomocą urządzeń radiolokacyjnych można obecnie wykrywać meteory także w dzień, zarówno gdy niebo jest bezchmurne, jak również podczas mgły i gęstego zadimurzenia. Tak więc zastosowany w ostatnich latach nowy, radiolokacyjny sposób wykrywania meteorów kilkakrotnie zwiększył możliwości ich badania i poznania.

Wielki rozwój osiągnęła obserwacja i wykrywanie meteorów w ostatnich latach w Związku Radzieckim, przy czym radziecka astronomia meteorowa zajęła przodujące miejsce w świecie. Obserwowaniem oraz badaniem meteorów zajmują się w Związku Radzieckim liczni uczeni, prowadzący swe prace w różnych punktach tego olbrzymiego kraju. Szczególnie należy wspomnieć o profesorze ze J. Asitapowiczu, który w ciągu ćwierćwiecza przeprowadził obserwację ponad 30 000 meteorów i odkrył niektóre cechy oraz prawa rządzące istnieniem oraz rozdzieleniem materii meteorowej w układzie słonecznym.

Szczególnie ważne obserwacje prowadzili tacy radzieccy uczeni, jak W. Fiedyński, B. Lewin, N. Sytiński.

* Widmem nazywa się rozszczerzone na siedem barw białe światło, przepuszczone przez szklaną bryłę tzw. pryzmat.

II. DESZCZ „GWIAZD” I METEOROWE POTOKI

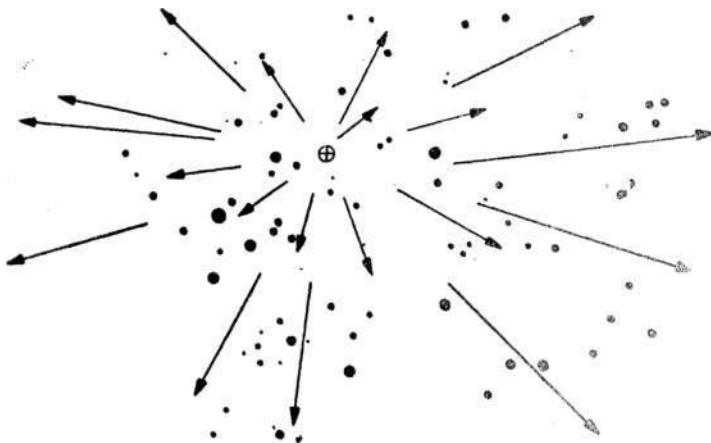
Wieczorem 9 października w 1933 roku w wielu miejscach Związku Radzieckiego dało się zaobserwować rzadkie i niezwykle zjawisko niebieskie — deszcz „gwiazd” (meteorów). Meteory setkami i tysiącami na minutę rozbiegły się po niebie, niektóre, większe meteory zostawiały za sobą ogniste ogony — ślady. Nie trudno było zauważyć, że meteory wylatywały jakby z jednego punktu na niebie; w miejscu tym widać było nieprzerwanie rozbłyski meteorów.

Deszcz „gwiazd” trwał około półtorej godziny. Zjawisko to przykuło do siebie uwagę niezliczonych przygodnych obserwatorów, naocznych świadków tego niecodziennego zjawiska. W Leningradzie na przykład, gdzie deszcz „gwiazd” obserwował autor tej broszury, tłumy ludzi zaległy ulice i place zachwycając się owym osobliwym i wielce efektownym „niebieskim fajerwerkiem”. Radzieccy uczeni w różnych miejscach kraju przeprowadzili niezwykle ciekawe i wszechstronne obserwacje tego deszczu „gwiazd”, osiągając ibardzo cenne dane naukowe.

Deszcz „gwiazd” widoczny był również w innych obcych krajach. Lecz tam duchowieństwo niezwłocznie wykorzystało to zjawisko w celach religijnych, starając się wmówić, że deszcz „gwiazd” to boski znak. W Portugalii, Islandii i innych krajach księża, rozwarłszy, bramy kościołów i obwieściwszy „koniec świata”, wzywali wiernych, aby upokorzyli się przed Bogiem i błagali o przebaczenie za swe grzechy.

W rzeczywistości opisany deszcz „gwiazd” to zupełnie prawidłowe zjawisko przyrody. Radzieccy uczeni dokładnie ustalili przyczyny powstawania tego zja-

jest jedynie złudzeniem. W rzeczywistości ciała meteorytowe, wywołujące zjawiska meteorów, poruszają się w przestrzeni międzyplanetarnej równolegle do siebie. mknąc jeden za drugim. Lecz gdy wlatują w atmosferę Ziemi i zbliżają się do obserwatora, stwarzają złudzenie, jak gdyby rozlatywały się w różne strony, podob-



Rys. 4. Schematyczny rysunek radiantu potoku meteorów (oznaczony krzyżykiem w kółku)

nie jak również odnosimy wrażenie, że wylatują one z jednego punktu (radiantu). W rzeczywistości jest inaczej. Wytlumaczmy to łatwo na przykładzie alei. Patrząc wzdłuż alei drzew wydaje się nam, że gdzieś w dali schodzą się one w jednym punkcie, chociaż wiemy, że drzewa biegną przez całą aleję równolegle. Tak też ma się rzecz z drogami meteorów, które również biegną równolegle db siebie, a złudzenie opisane wyżej 'pochodzi stąd, że ukazują się one w olbrzymiej odległości od nas.

Każdy potok meteorów przyjmuje łacińską lub inną nazwę tego gwiazdozbioru, w którym leży jego radiant.

Obecnie znamy olbrzymią ilość potoków meteorowych. Jednak tylko niewielka ich liczba jest dosta tecz-

nie aktywna (czynna). Poniżej zamieszczona jest tabela niektórych najbardziej aktywnych, tak zwanych wielkich, każdego roku dających się zaobserwować potoków meteorowych.

Tabela wielkich potoków meteorów

Dni działania potoku	Nazwa potoku	Nazwa gwiazdozbioru, w którym położony jest radiant potoku
1 — 4 stycznia	Kwadrantydy	Drako (Smok)
16 — 23 kwietnia	Lirydy	Lira
1 — 5 maja	Majorce Akwarydy	Wodnik
20 — 31 lipca	Lipcome Akwarydy	Wodnik
1 — 20 sierpnia	Perseidy	Persea
7 — 10 października	Drakonidy	Drako (Smok)
16 — 23 października	Orionidy	Orion
10 — 18 listopada	Leonidy	Lew
5 — 15 grudnia	Geminidy	Bliźnięta

Każdy potok meteorów jest czynny w ciągu wielu dni. Obserwując meteory jakiegokolwiek potoku w przeciągu kilku nocy, można zauważyć, że radiant nie leży zawsze w tym samym miejscu, lecz powoli, prawie nieznacznie, z nocy na noc przesuwają się po niebie. Zjawisko to wyjaśnia się tym, że w miarę przechodzenia Ziemi przez prąd potoku jego kierunek, a co za tym idzie i kierunek poszczególnych (meteorów nieustannie zmienia się w stosunku do Ziemi.

Dokładne określenie położenia radiantów na niebieskim sklepieniu i ich przesunięcia w okresie działania każdego oddzielnego potoku niezbędne jest w celu ustalenia orbit potoków, badania ich struktury i rozwoju oraz w celu odkrycia wielu innych ich własności.

Badania prowadzone nad potokami meteorów dawno już przywiodły uczonych do ustalenia faktu, że liczne potoki meteorów pozostają w ścisłym związku z ciekawymi zjawiskami niebieskimi, zwanymi kometami. Wykazał to uczony rosyjski F. Bredichin. Opracował on ze ścisłą dokładnością teorię powstawania potoków meteorów z komet. Owa teoria, opublikowana w końcu ubiegłego stulecia, stanowi poważny wkład w dziedzinę nauk astronomicznych.

Kometami nazywamy ciała niebieskie o swoistej postaci, składające się ze skupienia małych, stałych cząstek — pyłu i gazu. Komety w wyniku tego odróżniają się swym wyglądem od innych niebieskich ciał, na przykład gwiazd lub planet. Mają one tak zwany ogon, który u jaśniejszych komet rozciąga się daleko po niebieskim sklepieniu. Niektóre komety można obserwować w ciągu kilku nocy lub kilku miesięcy. Jeżeli obserwować będziemy uważnie jakąś kometę, to z łatwością stwierdzimy, że już przez, jedną noc, a czasem nawet po kilku godzinach znacznie przesunie się ona na



Rys. 5. Komet Donatiego

tle gwiazd. Komety, tak jak i planety, znajdują się daleko za warstwami ziemskiej atmosfery; odległość do nich od Ziemi liczy się na dziesiątki i setki milionów kilometrów.

Komety dają się obserwować corocznie. Jednak zwykle są one tak słabe, że oglądać je można tylko w teleskopie. Jedynie w rzadkich wypadkach, nie częściej niż raz na dziesięć lat, pojawia się na niebie jasna kometa z długim ogonem, widoczna nie uzbrojonym okiem.

Studia nad karnetami wykazały, że są one bardzo niestałe i z biegiem, czasu ulegają rozpadowi. Tworzące kometę stałe cząsteczki i gaz rozsiewają się wtedy po jej orbicie.

Szczególnie ciekawych danych w tej dziedzinie dostarczyła kometa nazwana kometą Bieli od imienia czeskiego miłośnika astronomii, który ową kometę odkrył. Gdy w roku 1846 kometa ukazała się, w przeciągu kilku dni na oczach astronomów rozdzieliła się ona na dwie części; w miejsce jednej na niebie pojawiły się dwie, bardzo do siebie podobne komety. Nieustannie oddalały się one od siebie. W roku 1852 kometę Bieli ponownie zauważono na niebie. Ciągłe jeszcze składała się właściwie z dwu komet, odległość między którymi zwiększyła się w przybliżeniu dziesięć razy w stosunku do odległości, jaką zaobserwowano w okresie pojawienia się tej komety. Niedługo potem kometa znikła. Lecz 27 listopada 1872 roku, kiedy kometa powinna była zbliżyć się do Ziemi, w wielu miejscach dał się zaobserwować obfity deszcz „gwiazd”. Obserwacje tego deszczu „gwiazd” wykazały, że został on wywołany przez potok meteorów, którego orbita dokładnie pokrywała się z orbitą komety Bieli. W momencie ukazania się owego deszczu „gwiazd” Ziemia przecięła jego orbitę.

*Na podstawie tego zjawiska stwierdzono, że również **inne** potoki meteorów związane są z odpowiednimi kometami i poruszają się po tych samych orbitach, po których krążą owe komety. Niektóre z komet istnieją jeszcze dłużej i w określonych odstępach czasu pojawiają się na niebie, chociaż stają się coraz mniejsze i słabsze. **Inne** komety już dawno przestały istnieć, w zupełności rozpadły się na potoki meteorów.

Opisany na początku tego **rozdziału** deszcz meteorów zdarzył się 9 października 1933 roku i został wywołany przejściem Ziemi przez zgęszczenie cząstek meteorowych oddzielających się **od** komety i poruszających się po jej orbicie. Opisany deszcz meteorów otrzymał nazwę *Drakonid* od gwiazdozbioru, w którym leżał **ra-**diant tego deszczu.

W nocy z 9 na 10 października 1946 roku Ziemia powinna była przeciąć orbitę komety i napotkać w swej drodze zgęszczenie cząstek meteorowych. Astronomowie oczekiwali dlatego obfitego deszczu meteorów. Do obserwacji tych poczyniono odpowiednie przygotowania, między innymi nastawiono aparaturę radiolokacyjną. Przewidywania astronomów rzeczywiście sprawdziły się, lecz deszcz meteorów spadł około godziny dziesiątej, przy pełnym dziennym świetle. Meteory nie były widoczne nie uzbrojonym okiem, lecz zarejestrowano je za pomocą urządzeń radiolokacyjnych.

Zgłębienie istoty potoków meteorów wykazuje, że nieprzerwanie powstają one i rozpadają się podlegając określonym prawom rozwoju materii. Ściśle związane są one, tak pod względem swego pochodzenia, jak również jeżeli idzie o dalszy ich rozwój, z całym układem słonecznym. Oto dlaczego radzieccy uczeni, badając potoki meteorów, równocześnie wyjaśniają **ich** rolę w rozwoju planet.

Ze wszystkiego, co powiedzieliśmy o potokach meteorów, wynika, że deszcze meteorowe, wywołujące w ciągu wielu wieków paniczny strach wśród ludzi, są całkowicie prawidłowym zjawiskiem przyrody.

III. OGNISTE KULE — BOLIDY

Zdarza się czasem nocą, że nagle wszystko wokół roz jaśnieje jaskrawym, migocącym blaskiem, podobnym do olbrzymiej łuny. W momencie tym przelatuje po niebie ognista kula z ogonem sypiącym iskrami (rys. 6), a za nią snuje się mglisty ślad (rys. 7). Ową ognistą kulę nazywamy *bolidem*. Jego lot po niebie trwa zaledwie kilka sekund. Po zniknięciu bolidu rozlegają się głuchoe wybuchy, a po **nich** następuje głośny trzask, potem zaś daje się słyszeć stopniowo **cichnące** wycie. Odgłosy są słyszalne niekiedy z odległości **ponad**



Rys. 6. Bolid (według rysunku naocznego świadka)



Rys. 7. Ślad bolidu zaobserwowany 19 października 1941 r.

stu kilometrów, a rozbłysła nagle łunę i przelatujący po niebie bolid można obserwować na jeszcze większym obszarze o promieniu kilkuset kilometrów.

Jasne bolidy bywają niekiedy widoczne również nawet w dzień, gdy niebo jest bezchmurne, pełne słonecznego blasku. Bolid może być nawet jaśniejszy od Słońca. Podczas jego przelotu pojawiają się wtedy szybko mknące po ziemi cienie, rzucone przez okoliczne przedmioty terenowe. Jednak nie zawsze można zoba-

czyć przelatujące dniem bolidy. Często na jasnym, dziennym niebie widoczny jest tylko świetlistoszary ślad z ciemnym, a niekiedy czarnym zagęszczeniem, w postaci obłoczka.

Siady bolidów możemy czasem obserwować nawet dość długo, przez kilkadziesiąt (minut lub kilka godzin. Początkowo ślad ma formę prostolinijną i przebiega zgodnie z trasą przelatującego bolidu. Ślad ów wtedy przypomina gazowe smugi ciągnące się niekiedy za lecącym samolotem. Jednak szybko, wskutek silnego wiatru wiejącego w górnych warstwach powietrza (w stratosferze), na różnych wysokościach i w wielu kierunkach ślad zaczyna wyginać się w fantastyczne węzowate kształty przyjmując formę zygzakową (rys. 8).

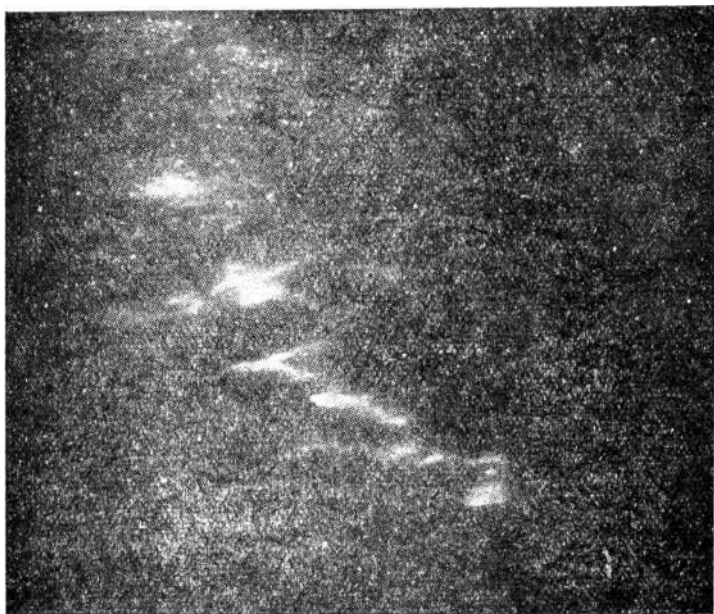
Szczególnie efektowne są ślady bolidów wtedy, gdy obserwujemy je na tle wieczornej lub porannej zorzy. Wtedy przybierają one żółta woróżowoczerwone odbłaski lub lśnią różowofioletowymi barwami promieni zachodzącego czy skrytego już za horyzontem słońca.

Bolidy i pozostawione przez nie ślady na niebieskim sklepieniu były przedmiotem powstających w odległych, starożytnych wiekach licznych legend o przelatujących po niebie smokach.

Zjawienie się bolidu religia na przestrzeni wielu stuleci wykorzystywała w celu podtrzymania lęku wśród ludu. Kapłani nauczali, że bolidy posłane zostały przez Boga jako znaki jego gniewu za grzechy ludzi, za upadek wiary, za wystąpienia ludu przeciw swoim ciemnym celom. Takie wymysły przetrwały w wielu kościelnych księgach, w których opisane są liczne wypadki zaobserwowania w różnych czasach i różnych krajach przelatujących bolidów.

W czym tkwią przyczyny ukazywania się bolidów?

Bolidy, tak jak i meteory, pojawiają się z chwilą wtargnięcia w atmosferę ziemską z międzyplanetarnych przestrzeni ciała meteorytowego. Jednak wymiary owego ciała w tym wypadku znacznie przewyższają te małe kruszyny, które powodują pojawienie się meteorów. Należy jednak zauważyć, że w rozmiarach meteorytowych ciał nie ma żadnych określonych granic wpływających na pojawienie się meteorów czy bolidów.



Rys. 8. Ten sam ślad po kilku minutach

Ciała meteorytowe, wpadające w atmosferę ziemską, mają najrozmaitsze rozmiary, od małych ziarenek do olbrzymich głazów. Odpowiednio do tego obserwujemy zarówno meteory, jak i bolidy o przeróżnych rozmiarach i jasnościach, od meteorów teleskopowych do bardzo jasnych, widocznych nawet w dzień, przy pełnym słonecznym blasku bolidów.

W następstwie olbrzymiej prędkości, z jaką ciała meteorytowe wlatują w ziemską atmosferę, napotykają one nawet w górnych warstwach atmosfery, które są nadzwyczaj rozrzedzone, silny opór powietrza. Przed mknącym ciałem meteorytowym tworzy się obszar mocno sprężonego powietrza. Powietrze to szybko nagrzewa się do kilku tysięcy stopni i zaczyna wysyłać jasne promienie świetlne. Nagrzewa się również i poczyną świecić powierzchnia spadającego ciała. W tym właśnie momencie pojawia się na niebie spadający bolid. Bolidy pojawiają się na niebie na wysokości

100—120 kilometrów nad powierzchnią Ziemi. Roztopione od powstałego żaru wierzchnie warstwy bolidu przechodzą w rozpalony gaz, zdmuchiwany przez zetknięcie ze strumieniami powietrza w tył, w odwrotnym kierunku lotu bolidu. Z tych właśnie rozżarzonych gazów tworzy się ognisty ogon bolidu. Następnie gazy te ochładzają się tworząc stopniowo zastygające, stałe pyłowe cząsteczki, które z kolei tworzą ślad bolidu. Cząsteczki owego śladu, stopniowo rozsiewają się w atmosferze i potem osiadają powoli na powierzchni Ziemi.

W miarę dalszego spadania ciała meteorytowego prędkość jego w atmosferze w wyniku oporu powietrza stopniowo maleje, szczególnie w niższych, bardziej gęstych warstwach atmosfery. Jednocześnie ze zmniejszaniem prędkości zmniejsza się również i ciało meteorytowe tracąc swą materię na wytworzenie gazów. Meteor jak gdyby spala się w atmosferze. W tym wypadku jeżeli pierwotny (w momencie zetknięcia się z ziemską atmosferą) rozmiar ciała meteorytowego nie był wielki albo w wypadku, gdy meteor miał większą prędkość pierwotną niż 20 kilometrów na sekundę, nie będzie on w stanie osiągnąć powierzchni Ziemi, zupełnie bowiem rozpadnie się w atmosferze na przestrzeni zaledwie kilkudziesięciu kilometrów.

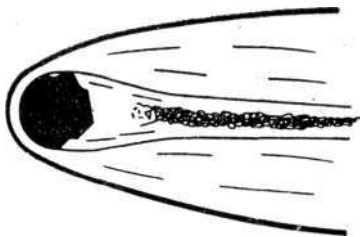
W ten oto sposób atmosfera ziemska spełnia jak gdyby rolę pancerza chroniącego powierzchnię ziemską od „kosmicznego bombardowania”.

Obserwacje, przeprowadzone przez radzieckich uczonych w ostatnich latach, wykazały, że atmosfera wywiera silne działanie niszczące na poruszające się w niej ciała; przy szybkości 20 kilometrów na sekundę zupełnie niszczy nie tylko kamienne, lecz nawet żelazne meteoryty, ważące przy tym dziesiątki, a czasem i setki ton.

W chwili gdy ciało meteorytowe posuwa się w atmosferze z kosmiczną prędkością, wkoło niego powstaje tak zwana fala balistyczna, to znaczy fala sprężonego powietrza, obejmująca kulisto przednią część ciała meteorytowego (rys. 9). Fala balistyczna, osiągając powierzchnię Ziemi, rodzi charakterystyczne dźwięki:

grzmoty, trzask itp. Fale balistyczne tworzą się wokół każdego stałego ciała poruszającego się w powietrzu szybciej od dźwięku, to znaczy z prędkością przekraczającą 330 metrów na sekundę. Takie fale balistycznie powstają na przykład wokół kul i pocisków. Jednak fale balistyczne, tworzące się wokoło ciał meteorytowych, w następstwie olbrzymiej ich prędkości mają znacznie większą moc. Są one w stanie nie tylko wywołać ostre, ogłuszające huki, lecz także wykonać pracę mechaniczną, na przykład zatrzasać drzewi czy nawet wybić szyby okienne. Najintensywniej zjawisko takie przebiega w tych miejscach, nad którymi przelatuje bolid.

Fale dźwiękowe powstają wtedy, gdy ciało osiągnie wysokość 50—60 kilometrów nad powierzchnią Ziemi, dopiero bowiem na tej wysokości i niżej atmosfera ma dostateczną gęstość, aby mogły się w niej rozchodzić fale dźwiękowe.

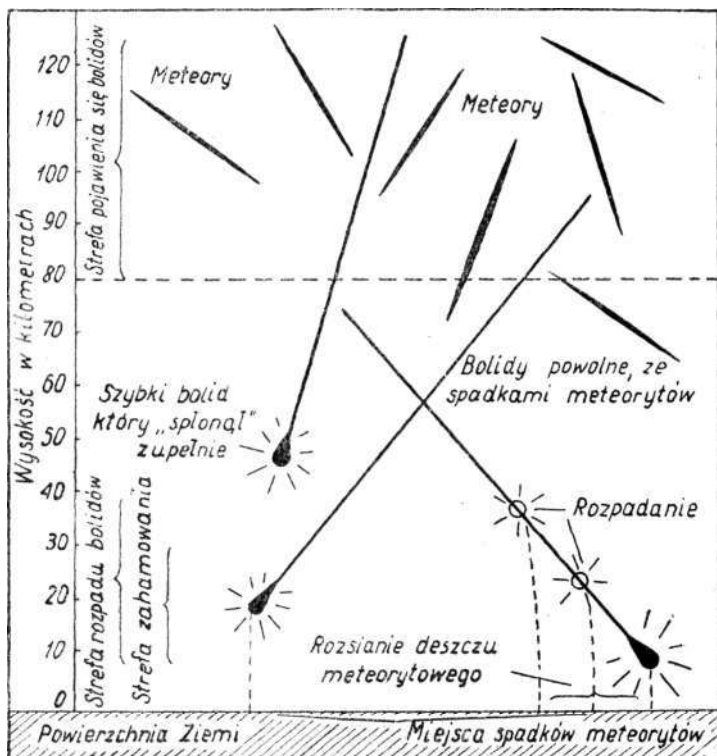


Rys. 9. Fala balistyczna wokół meteorytowego ciała, poruszającego się w ziemskiej atmosferze z kosmiczną prędkością (rysunek schematyczny)

IV. KAMIENIE NIEBIESKIE — METEORYTY

Czasem, zdarza się, że w tym lub innym miejscu na powierzchni Ziemi ludzie stają się świadkami spadku na Ziemię żelaznych lub kamiennych ciał, które nazywają się *meteorytami*. Meteoryty są to pozostałości tych ciał meteorowych, które nie zdażyły zupełnie rozpaść się w atmosferze i dzięki temu osiągnęły ziemską powierzchnię. Spadek meteorytu (poprzedza zawsze pojawienie się na niebie bolidu. Zwykle spadek meteorytu zdarza się Wtedy, gdy ciało meteorytowe, które zetknęło się z ziemską atmosferą, miało dostatecznie duże rozmiary i ponadto poruszało się zgodnie z kierunkiem ruchu Ziemi. Jak wiemy już, prędkość wlotu do atmosfery takich „doganiających” Ziemię ciał meteorytowych w przybliżeniu równa się 13—15 kilometrów na sekundę. W następstwie tego „doganiające” meteoryty znacznie słabiej podlegają burzącemu działaniu ziemskiej atmosfery. Ciało meteorytowe napotyka nieustannie wzrastający opór powietrza. W wyniku tego prędkość poruszania się meteorytu nieustannie zmniejsza się i na wysokości 5—20 kilometrów nad Ziemią traci on prawie zupełnie swoją prędkość kosmiczną. Ową część drogi ciała meteorytowego nazwano *strefą zahamowania*. W strefie zahamowania ustaje nagrzewanie pozostałości meteorytu, który nie rozpadł się w wyższych warstwach atmosfery. Zastyga szybko jego roztopiona wierzchnia skorupa tworząc jak gdyby pancerz. Część roztopionej materii rozpryskuje się z powierzchni meteora w otaczającą przestrzeń w postaci małych kropli, tworzących wspomniany wyżej ciemny obłok na końcu śladu bolidu. W momencie tym

lećący po niebie bolid znika z naszych OCTU, jasność oświetlająca okolicę podczas nocnego spadania meteorytu gaśnie, a pozostałość ciała meteorytowego, zmieniając kierunek swego lotu (który początkowo może być powolny), spada na powierzchnię Ziemi, podlegając jej przyciąganiu (rys. 10).



Rys. 10. Tory lotu ciał meteorytowych w ziemskiej atmosferze (rysunek schematyczny)

Spadanie resztki ciała meteorytowego po* minięciu przez niego strefy zahamowania przebiega bez jakichkolwiek zjawisk świetlnych. Dzieje się tak dlatego, że meteoryt już nie nagrzewa się, lecz odwrotnie—ochładza pokrywając się zastygającą skorupą.

Meteoryty spadające na powierzchnię Ziemi są zwykle jeszcze ciepłe lub nawet gorące, ale nie są wcale rozżarzone, jak wielu przypuszcza. Dzieje się tak dla tego, że meteoryty poniżej strefy zahamowania nieustannie ulegają chłodzeniu, o czym już była mowa. Całkowity lot ciała meteorytowego w ziemskiej atmosferze, przebiegający z kosmiczną prędkością, trwa bardzo krótko, a zachodzące podczas tego lotu nagrzewanie spadającej materii, powodujące w następstwie jej świecenie, trwa zaledwie kilka sekund. W tak małym okresie czasu ciało meteorytowe nie zdąży nagrzać się aż do swego wnętrza i dlatego jego wnętrze pozostaje chłodne, takie jakie było w momencie zetknięcia się z atmosferą ziemską.

Dlatego meteoryty nie mogą wywołać pożaru nawet w wypadku, gdy spadną na materiał łatwo palny. Zano-towano wiele wypadków, kiedy meteoryty spadły na słomę czy na strzechy chat i nie tylko że nie wywołały pożarów, ale nawet nie pozostawiały po sobie śladu zwęglenia. Dlatego wszystkie wieści o tym, że od padających meteorytów niby gdzieś spłonął doni lub cośkolwiek innego, nie zasługują na wiarę.

Atmosfera ziemską nie tylko stawia olbrzymi opór poruszającemu się w niej meteorytowi, lecz również wywiera wielkie ciśnienie na przednią powierzchnię ciała meteorytowego. W wyniku tego meteoryt posiadający pierwotnie kulistą formę nie wytrzymuje tego ciśnienia i rozdrabnia się na części. Odpadające od ciała meteorytowego odłamki przyjmują postać iskier. Zwykle meteoryty rozdrabniają się w pobliżu strefy zahamowania. Dlatego naoczni świadkowie spadania bolidu często obserwują, że zanim zniknie, rozsypuje się najpierw na części i rozsiewa na kaskady iskier.

W wyniku rozdrobnienia meteoryty najczęściej spadają grupami w postaci tak zwanego kamiennego czy żelaznego meteorytowego deszczu, po spadku którego można zebrać setki, a nawet tysiące meteorytów.

Deszcze meteorytów rozsiewają się po powierzchni Ziemi na przestrzeni kilku kilometrów kwadratowych w granicach zamkniętych w formie eliptyczną. Dlatego miejsca, na które spadły meteorytowe deszcze, nazy-

wają się *elipsami rozsiania*. Interesujący jest fakt, że w elipsie rozsiania meteory układają się z pewną prawidłowością. W przedniej (w odniesieniu do kierunku spadania bolidu) części elipsy padają największe meteoryty, a w przeciwległej tylnej—najmniejsze. Meteoryty o średnich rozmiarach spadają na środkową część elipsy. Wyjaśnić to zjawisko można tym, że po rozpadzie ciała meteorytowego hardziej małe jego odłamki szybciej tracą swą kosmiczną prędkość, wskutek czego wcześniej zatrzymują się one w powietrzu i dlatego spadają w tylnej części elipsy. Odwrotnie, największe części, powstałe wskutek rozdrobnienia się bolidu, dłużej zachowują prędkość kosmiczną. Dlatego też dalej polecą one w kierunku ruchu bolidu, a następnie* spadną w bardziej oddalonej części elipsy (rys. 11).

Na podstawie eliptycznej formy rozsiania można sądzić o kierunku ruchu ciała meteorytowego w ziemskiej atmosferze i o kącie jego nachylenia w stosunku do powierzchni Ziemi. I tak, kierunek ruchu ciała meteorytowego odpowiada w przybliżeniu kierunkowi Większej osi elipsy rozsiania. Dalej, czym większy jest kąt toru lotu ciała meteorytowego, to jest czym bardziej stromo, w stosunku do płaszczyzny horyzontalnej przebiega tor lotu bolidu, tym elipsa rozsiania w formie swej bardziej zbliżona jest do koła.

Po minięciu strefy zahamowania meteoryty spadają pod działaniem ziemskiego przyciągania, podobnie jak spada bomba lotnicza. Prędkość spadania meteorytów hamuje opór powietrza, dlatego też meteoryty spadają ze stosunkowo niedużą prędkością. Jednak prędkości ich spadania są różne u meteorytów różnego ciężaru. Olbrzymie meteoryty spadają z większą prędkością. Według obliczeń uczonych meteoryt o ciężarze jednej tony spada z prędkością 300—350 metrów na sekundę. Małe zaś meteoryty o ciężarze jednego grama spadają z prędkością zaledwie 35 metrów na sekundę.

Padając na powierzchnię Ziemi, meteoryty wybijają w niej niewielkie jamy, których średnica w przybliżeniu równa jest średnicy meteorytu. Głębokość owych jam w zależności od gruntu, ciężaru i formy meteorytu

może dochodzić niekiedy do 1—2 metrów. Rzadko tylko meteoryty wbijają się głębiej. Zwykle wkoło jamy zauważyć można rozrzucone na dziesiątki metrów grodki ziemi. Często zdarza się, że wielkie, kamieniste meteoryty o ciężarze setek lub więcej kilogramów podczas uderzenia o skorupę ziemską rozpadają się na części. Ciekawy jest fakt, że gdy meteoryt spadnie w zimie, w głęboki śnieg, to nie jest w stanie przebić skorupy śnieżnej, jeżeli ciężar jego nie przekracza kilograma. Dlatego najłatwiej jeist znaleźć meteoryty na wiosnę, po zejściu śniegu, ponieważ zwykle leżą one na powierzchni gruntu.

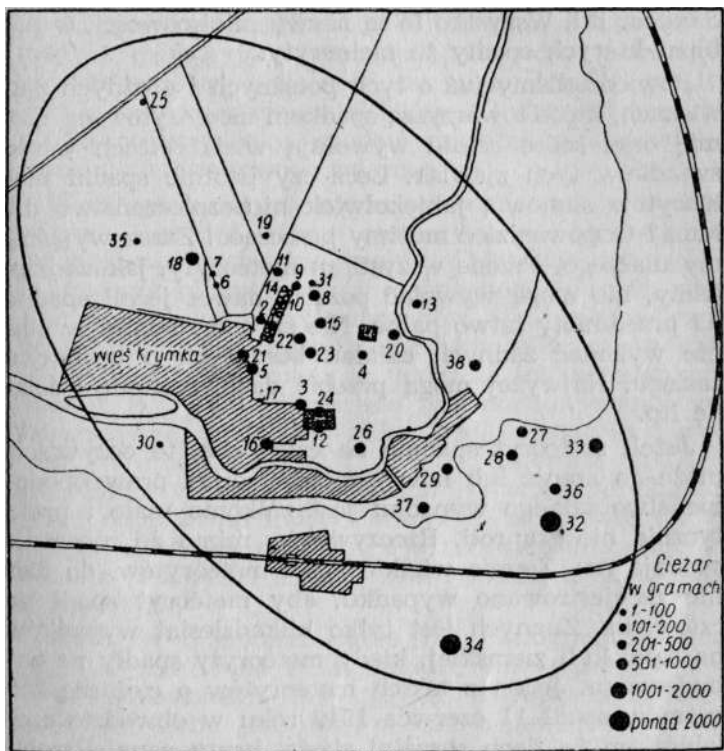
Odwrotnie, meteoryty, które spadły na wiosnę, w lecie lub jesieni, a więc zagłębiły się w grunt, znaleźć jest bardzo trudno-.

Według obliczeń uczonych, każdego roku na całą kulę ziemską spada około tysiąca meteorytów. Spośród tej liczby we wszystkich krajach świata zostaje znalezionych w ciągu roku 4—5 meteorytów. Wytłumaczyć to można tym, że meteoryty, które spadły daleko od zaludnionych terenów, znaleźć jest niezmiernie trudno, chociaż nawet zostanie zauważony lecący po niebie bolid. W ostatnich latach zdarzyło się wiele wypadków, kiedy liczni naoczni świadkowie w różnych punktach Związku Radzieckiego zaobserwowali przeloty bardzo jasnych bolidów, słyszeli również silne zjawiska dźwiękowe, połączone nawet czasem z drżeniem gruntu. Były to nieomyłne znaki świadczące, że na Ziemię spadły meteoryty. Mimo wszystko jednak nie udało się znaleźć ani jednego.

Olbrzymia ilość meteorytów spada w morza i oceany stanowiące więcej niż 70 % całej powierzchni kuli ziemskiej. Wiele meteorytów spada w pustyniach i krainach polarnych, w górzystych i lesistych rejonach oraz w innych niezamieszkałych terenach. Pozostają one tam i nie znalezione przez człowieka ulegają powolnemu, naturalnemu rozpadowi przepadając dla nauki.

Od czasów, gdy meteoryty uznano za ciała kosmiczne, na całej kuli ziemskiej do dziś zebrano je w przybliżeniu po 1 500 spadkach. Należy zaznaczyć przy tym, że w wielu wypadkach spadały deszcze meteory-

towe, po których zebrano setki, a nawet tysiące meteor-
 rytów. Dlatego ogólna ilość meteorytów, przechowywa-
 nych w różnych muzeach świata, wynosi wiele dzie-
 siątków tysięcy. W przybliżeniu połowę tych okazów
 znaleziono przypadkowo. Spadki tych meteorytów nie



Rys. 11. Mapa elipsy rozsiania kamiennego meteorowego deszczu, który spadł 21 stycznia 1946 r. w obwodzie Odesskim. Liczbami oznaczone są meteoryty w kolejności ich odnajdywania

były zaobserwowane i wiele z nich po spadku na Ziemię kilka stuleci przeleżało w gruncie.

W Związku Radzieckim zebrano ogólnie meteoryty ze 124 spadków, w czym około dziesięć z nich spadło podczas deszczu meteorytowych. O spadku niektórych

z nich będzie mowa dokładniej w następnych rozdziałach broszury.

Zgodnie z ogólnie przyjętym zwyczajem meteoryty otrzymują nazwę od najbliższego zamieszkanego punktu, obok którego spadł dany okaz. Tak na przykład, są meteoryty o nazwach *Bogusławka*, *Staroje Boriskino*, *Sungacz* itd. Wszystko to są nazwy miejscowości, w pobliżu których spadły te meteoryty.

Powiedzieliśmy już o tych potężnych i groźnych zjawiskach, które towarzyszą spadkom meteorytów na Ziemię oraz które często wywołują wielki strach wśród świadków tych zjawisk. Lecz czy istotnie spadki meteorytów stanowią jakiegokolwiek niebezpieczeństwo dla ludzi? Odpowiedzieć musimy przecząco! Zaraz wyjaśnimy dlaczego. Przede wszystkim meteoryty, jak widzieliśmy, nie mogą wywołać pożaru, nawet jeżeli spadną na przedmioty łatwo palne. Nie są one również w stanie wykonać żadnych działań burzących o większym zasięgu. Najwyżej mogą przebić dach, uszkodzić ścianę itp.

Jeżeli meteoryt spadnie na człowieka, to oczywiście może go zranić lub nawet zabić. Jednak prawdopodobieństwo takiego wypadku jest znikomo małe i praktycznie nie gra roli. Rzeczywiście, mimo że corocznie spadają na Ziemię wielkie ilości meteorytów, do dziś nie zarejestrowano wypadku, aby meteoryt spadł na człowieka. Znanych jest tylko kilkadziesiąt wypadków na całej kuli ziemskiej, kiedy meteoryty spadły na zabudowania. Jeden z takich meteorytów o ciężarze 250 gramów spadł 11 czerwca 1949 roku w obwodzie czelabińskim na dach suszalni zboża, kryty papą. Przebił dach oraz sufit i spadł na podłogę, od której odbił się i legł na półce suszalni, gdzie go potem znaleziono.

Chociaż meteoryty nie stanowią żadnego niebezpieczeństwa dla człowieka, od najdawniejszych czasów wywoływały one wśród ludzi strach, który wykorzystywały starożytne religie. Bolidy, jak również meteoryty uważano za widomy znak z nieba, za objawienie zwiastujące nieuniknione klęski: wojny, epidemie, nieurodzaj, głód itp.

Meteoritom oddawano cześć boską: umieszczano je w świątyniach, kładziono je przy trumnach grzebanych zwłok panujących. Świadczą o tym meteoryty znajdowane w wykopaliskach starożytnych grobowców.

Niektóre ludy starożytnie wykorzystywały meteoryty do produkcji przedmiotów kultury materialnej. Z żelaznych meteorytów sporządzali oni różne przedmioty użytku domowego, jak noże, ostrza do strzał i kopii itp. Nawet jeszcze obecnie u niektórych ludów, na przykład u Eskimosów, można spotkać przedmioty wyprodukowane z meteorytowego żelaza.

Wiele spadków meteorytów zarejestrowano w średniowieczu. Również wtedy meteoryty nie przedstawiano uważać, za „niebieskie znaki”. Duchowni wszystkich religii przy każdym spadku meteorytów ogłaszali, w zależności od aktualnych warunków i potrzeb, że oznaczają one nadchodzące nieszczęścia albo są znakiem bożej kary, spuszczonej na ludzi za ich przewinienia, upadek wiary itd. W okresie tym duchowieństwo wykorzystywało meteoryty jako źródło bogatych dochodów. W miejscowościach, w których spadł meteoryt, urządzano odpusty, budowano tymczasowe kaplice, gdzie odprawiano modły. Wszystko to dawało duchowieństwu • wielkie dochody, a wśród ludu wzniewało zabobonny lęk przed meteorytami i podtrzymywało uczucia religijne.

Meteoryt o ciężarze około 127 kilogramów, który spadł w roku 1492 w Niemczech, umieszczono w kościele w Ensisheim. Przykuto go łańcuchami do ścian świątyni, ażeby „nie mógł ulecieć z powrotem ku niebiosom”. Duchowieństwo, które uważało ów meteoryt za „boskiego posłańca”, wzywało wiernych, aby oddawali cześć „świętemu głazowi”. Można wyobrazić sobie, jak olbrzymi dochód uzyskali księża wyzyskując zabobonnych ludzi, przychodzących w przeciągu wielu lat składać pokłon temu meteorytowi.

W roku 1296 spadł na ziemiach ruskich olbrzymi meteoryt. Popi natychmiast zaczęli głosić wśród ludu, że meteoryt tętn został zesłany przez Boga jako kara za upadek wiary. I tylko dzięki modlitwom bogobojnego

mnicha z pobliskiego monasteru Prokopa „kamień” ten nie spadł w postaci „kamiennej burzy” na siedliska ludzkie, lecz z dala od nich. W miejscu, w którym spadł ów meteoryt, zbudowano kaplicę i corocznie odprawiano w niej nabożeństwa, organizowano odpusty, „dziękczyniono” Bogu za ocalenie siedlisk ludzkich. W przeciągu wielu lat to źródło dochodów bogaciło cerkiewne skarbcze.

Nawet w nowych czasach w kapitalistycznych krajach zdarzają się wypadki oddawania czci meteorytom. Szczególnie kult ten rozpowszechniony jest w Japonii, gdzie meteoryty traktuje się jako „święte kamienie”.

W mieście Mekce (w Arabii), w centrum religijnego kultu mahomeitańskiego, w ścianie świątyni od dawna wmurowany jest nieduży meteoryt tzw. „czarny kamień Kaaby”. Do chwili obecnej do Mekki przybywają tysiączne pielgrzymki wiernych muzułmanów, aby oddać cześć temu meteorytowi — wysłannikowi Allacha.

Liczni znachorzy i „lekarze” niejednokrotnie używają meteorytów jako nieodzownych, „cudownych” środków leczniczych przeciw niektórym chorobom. Tłuką oni kawałki meteorytu na proszek, rozpuszczają go w wodzie i tak przygotowane „leki” dają pić chorym. Oczywiście, pacjent po takim „leczeniu” wcale nie wraca do zdrowia, wiadomo bowiem, że meteoryty nie posiadają żadnych, a tym bardziej „cudownych” własności leczniczych. Dysponując małym kawałkiem meteorytu znachorzy-szarlatami zarabiają olbrzymie sumy.

Współczesna burżuazja i pozostający na jej służbie reakcyjni uczeni za wszelką cenę usiłują rozpowszechniać mgliste, religijne idee w celu zupełnego rozbicia ideologicznego mas pracujących. Na potwierdzenie tego przytoczymy pewien szczególnie charakterystyczny przykład.

W pewnym angielskim czasopiśmie, podpisanym przez pięciu profesorów, ukazał się artykuł o spadku kamiennego meteorytu w Anglii w roku 1949. Jednak nawet w tak specjalnym artykule, który zawierał wyniki naukowego badania budowy meteorytów, analiz chemicznych itp. ci „wielcy uczeni mężowie” nie omieszkali wysunąć wniosków o „końcu świata”, przepowiedzianym w „Piśmie świętym”.

Takie próby „godzenia” nauki z religią często można spotkać w angielskich i amerykańskich czasopismach naukowych. Przyświeca teim jeden cel; przemycić w naukowym wykładzie i wszczepić czytelnikowi myśl o nieuniknionych związkach zjawisk przyrody z wolą nadprzyrodzonych, boskich sił. Jak więc widzimy, reakcyjni uczeni dobrze rozumieją cele, jakie postawili przed nimi ich imperialistyczni protektorzy.

V. GIGANTYCZNE METEORYTY I KRATERY METEORYTOWE

30 czerwca 1908 roku około godziny 7 rano mieszkańcy osiedli środkowej Syberii, poczynając od brzegów Jenisjeju aż daleko do wschodnich krańców ZSRR, tj. na przestrzeni 1 500 kilometrów, byli świadkami przeletu po niebie oślepiająco jasnego bolidu, który zaćmił swym blaskiem światło słoneczne. Bolid przeniknął po niebie z południa na północ i po kilku sekundach skrył się za tajgą, w kierunku rzeki Podkamiennej Tunguski.

Po przelocie bolidu targnęły powietrzem ogłuszające odgłosy, podobne do wybuchu, a po chwili rozległ się potężny grzmot. W miejscowościach, nad którymi przeleciał bolid, potężny podmuch fali powietrznej zwałił z nóg wielu świadków tego zjawiska. Dało się również odczuć trzęsienie gruntu i zabudowań, słyszano ostry świst i wycie, pospadały różne przedmioty i domowe statki. Wybuchy były tak silne, że słyszać je było na przestrzeni o promieniu około 1 000 kilometrów. Specjalne przyrządy — sejsmografy — ustawione w Irkuckim Obserwatorium Geofizycznym, •przeznaczone do rejestrowania trzęsień ziemi, zanotowały niezwykle wielką falę wstrząsów skorupy ziemskiej. Również barografy gęsto rozsianych po Syberii stacji meteorologicznych zanotowały silną falę powietrzną. Fala ta została zarejestrowana także w Petersburgu i Słucku, jak również przez mikrobarografy niektórych angielskich stacji meteorologicznych.

W pierwszą noc po wyżej opisanym zjawisku zaobserwowano drugie niezwykle zjawisko przyrody. W całej Europie nocy tej było tak widno, że na południu,

na przykład na Kaukazie, można było swobodnie czytać, jak przy świetle dziennym. Na niebie można było zobaczyć bardzo jasne, tak zwane świecące (lufo srebrzyste), obłoki. Obłoki te, znajdujące się na wysokości 82 kilometrów nad powierzchnią Ziemi, co roku widoczne są w okresie letnich „białych nocy” na średnich szerokościach, na przykład w Moskwie, Leningradzie, Petrozawodzku. Zawsze widoczne są one tylko na tle zorzy wieczornej i są oświetlone przez promienie Słońca, które latem nie zachodzi zbyt głęboko za horyzont. Jednak w nocy po spadku meteorytu tunguskiego, świecące obłoki były widoczne nie tylko na północy, lecz także w południowych krańcach Rosji.

Kilka następnych nocy również jaśniała na niebie czerwcową zorza.

Wszystkie te zjawiska zostały wywołane przez spadek gigantycznego meteorytu, który później otrzymał nazwę *tunguskiego*.

O spadku meteorytu tunguskiego pisało wiele gazet sybirskich, ale miejsca, w którym meteoryt ten spadł nie odnaleziono. W reakcyjnych, carskich sferach rządowych nauka nie znajdowała uznania. Nie tylko meteorytyce, lecz także innym dziedzinom wiedzy reakcyjny rząd carski mało poświęcał uwagi. Dlatego o spadku meteorytu zapomniano zupełnie.

Badania nad meteorytem tunguskim rozpoczęto dopiero po Wielkiej Październikowej Rewolucji Socjalistycznej, kiedy dla rozwoju nauki władza radziecka stworzyła nieograniczone możliwości. W 1921 roku przy Muzeum Mineralogicznym Rosyjskiej Akademii Nauk utworzono specjalny oddział meteorytów. W tym samym roku uczony-entuzjasta Leonid Kulik wyjechał z ekspedycją naukową w poszukiwaniu meteorytów, które spadły na terenie Rosji w różnych czasach. Podróżując po Syberii zanotował on relacje wielu świadków przelotu po niebie bardzo jasnego bolidu. Wszystkie te relacje mówiły o tych niezwykle silnych świetlnych i dźwiękowych zjawiskach, które zawsze towarzyszą spadaniu meteorytów. Wiele z relacji mówiło o powaleniu drzew w tajdze, za rzeką Podkamienną Tuin-

guską, gdzie spadł meteoryt. Dowiedzieli się o tym naukowcy od ludów koczujących w tajdze.

Później, już po powrocie z ekspedycji, L. Kulik otrzymał od byłego dyrektora Irkuckiego Obserwatorium Geofizycznego A. Wozniesińskiego wiele listów korespondentów obserwatorium, naocznych świadków spadku tunguskiego meteorytu. W listach tych opisywali oni zaobserwowane przez siebie zjawiska, przy czym listy te były wysyłane zaraz po spadku meteorytu, tj. w roku 1908, i od tego czasu przeleżały w obserwatorium u Wozniesińskiego, który zanotował również, falę trzęsienia Ziemi zarejestrowanego przez seismograf. Wozniesiński na podstawie owych listów i badań własnych określił w przybliżeniu miejsce, w którym mógł spaść meteoryt. Spadł on, według Wozniesińskiego, w basenie Podkamiennej Tunguski, na północ od osiedla Wanowara.

W lecie 1924 roku geolog profesor S. Obruczew, prowadząc poszukiwanie w rejonie Tunguski i przejeżdżając przez osiedle Wanowara, spotkał tu ludzi, którzy pamiętali spadek meteorytu. Opowiedzieli oni Obruczewowi, że wiele lat temu, „na tajgę spadł ogień”, powalił na dużych obszarach drzewa, zburzył niektóre zabudowania i zabił kilka reniferów. Miejsce spadku meteorytu według nich powinno znajdować się na północ od osiedla Wanowara, w odległości 2—3 dób drogi.

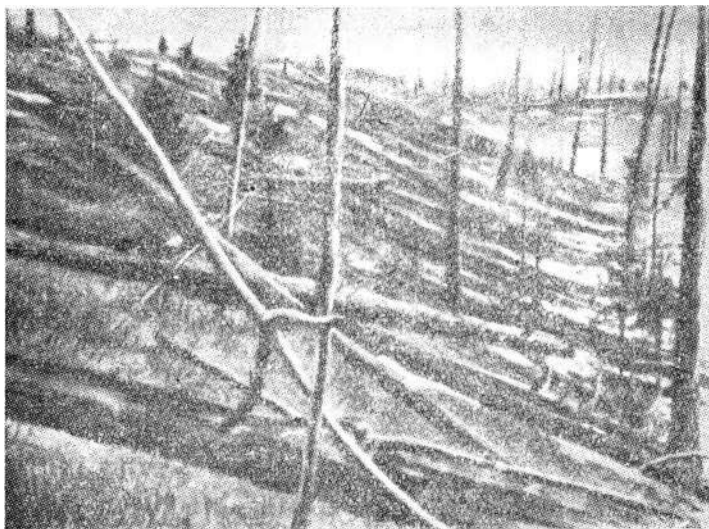
O spadku meteorytu S. Obruczew słyszał również od wielu naocznych świadków tego zjawiska, zamieszkujących osiedla środkowej Syberii.

W roku 1926 w Wanowarze przebywał etnograf J. Susłow, który dowiedział się od mieszkańców dokładnie to samo, oo zanotowali jego poprzednicy. Wszystkie te wieści wskazywały na to, że istotnie na północ od Wanowary spadł gigantyczny meteoryt pustosząc olbrzymie obszary tajgi.

W końcu w lecie 1927 roku L. Kulik został wysłany przez Akademię Nauk ZSRR specjalnie w celu odnalezienia miejsca spadku meteorytu tunguskiego. W połowie lata, pokonując wielkie trudności podczas przedzierania się przez tajgę, L. Kulik dotarł do rejonu powalonego lasu. Wieści o zniszczeniu lasu na olbrzymim ob-

szarze okazały się prawdziwe. Mało tego, L. Kulik stwierdził, że las został nie tylko powalony, lecz w środkowej części był nawet wypalony.

Miejsce spadku meteorytu było odległe o 60 kilometrów na północ od osady Wanowara. Badając połączony powalony las L. Kulik stwierdził, że na wszystkich



Rys. 12. Powalony las w rejonie spadku meteorytu tunguskiego

wzniesieniach i odkrytych miejscach drzewa leżały z wyrwanymi korzeniami (rys. 12). Ciekawy był fakt, że drzewa leżały zgodnie z kierunkiem promieni biegnących do punktu, w którym spadł meteoryt. Innymi słowy, wszędzie w promieniu 20–30 kilometrów korzenie drzew były zwrócone w kierunku miejsca spadku meteorytu. W centrum tego olbrzymiego „pobojowiska” powalonych drzew L. Kulik odkrył jamę o średnicy 7–10 kilometrów, okrążoną niewielkim wałem, co przypominało stożek wulkaniczny. Północno-wschodnia i północno-zachodnia część owej wpadiny pokryta była tak zwanym pagórkowatym torfowiskiem, na którym widniały liczne okrągłe jamy, wypełnione wodą. Po-

łudniowa część wpadiliny otrzymała nazwę *Południowego Bagna*. Średnica bagna wynosi 3—5 kilometrów. Na powierzchni bagna utworzyła się warstwa mchu, w którym można spotkać kawałki torfu, a miejscami wyrosły już nawet małe, błotne krzewy i drzewa (rys. 13).

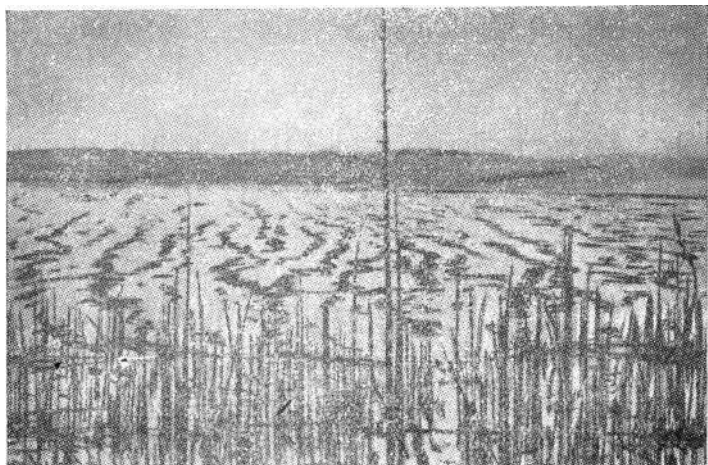
Obszar spadku meteorytu tunguskiego przedstawia terem nieregularnie pofałdowany, gdzie oddzielne, niewielkie wzgórki oddzielają zagłębienia o glebie torfiastej, podmokłej. Drzewa zostały powalone przeważnie tylko na wzniesieniach i wzgórzach. W dolinach i zaciszach drzewa zachowały się i rosną dalej.

Okrągłe jamy, o których była mowa wyżej, L. Kulik przyjął najpierw za wgłębienia powstałe od uderzeń meteorytów. Myślał on, że meteoryt spadł inie jako jedna masa, lecz całym potokiem drobniejszych odłamków. Każdy z tych odłamków utworzył — według jego domysłów — jedną z zauważonych przez niego jam, których średnice wahają się od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Z pierwszą ekspedycją L. Kulik przebywał na miejscu* spadku meteorytu w ciągu niespełna 2 tygodni. Jasne¹ jest, że w tak krótkim czasie mógł on tylko pobieżnie zapoznać się z terenem i sporządzić schematyczną mapę rejonu spadku meteorytu.

W 1928 roku, a później w roku 1929/30 L. Kulik wyruszył jeszcze z dwoma ekspedycjami na miejsce spadku meteorytu tunguskiego. W ostatniej ekspedycji brał udział również autor tej broszury. W czasie² tych ekspedycji główne wysiłki skierowano na rozkopanie owych licznych jam, pokrywających rejon spadku meteorytu. Chciano w ten sposób przekonać się, czy istotnie tkwią w nich meteoryty. Jeszcze przed pierwszą wyprawą L. Kulika, geologowie i geografowie zwracali uwagę, że jamy te nie zostały utworzone przez spadek drobnych meteorytów, lecz utworzyły się w sposób naturalny. Trudność stwierdzenia prawdy polegała na tym, że rejon spadku tunguskiego meteorytu leży w krainie wiecznych mrozów. Pod dwumetrową warstwą torfu leży tam gruba warstwa nigdy nie rozmarzających iłów. W związku z tym stale tworzą się tam okrągłe jamy. Proces ten spowodowany jest naturalnymi warunkami

rozwoju torfowiska. Warunki takie zresztą wpływają na przebieg wymienionego procesu w całej tajdze położonej w krainie wiecznie zamarzłej ziemi. Dlatego też poszukiwania meteorytów w tych jamach nie dały rezultatu.



Rys. 13. Południowe Bagno — położone w miejscu spadku meteorytu tunguskiego.

Po trzeciej ekspedycji prace przy poszukiwaniu miejsca spadku meteorytu tunguskiego zostały przerwane, a wznowiono je w roku 1938. W tym samym roku w lecie miejsce spadku meteorytu zostało sfotografowane z samolotu, za pomocą lotniczej kamery fotograficznej. Zrobiono wtedy ponad 1 500 zdjęć lotniczych centralnej części rejonu powalonego lasu. Na zdjęciach tych dobrze wydoezne były powalone drzewa, można było prawidłowo określić ich położenie wokół wpadliny, a także wyznaczyć według kierunku, w jakim zwrócone były korzeniami, miejsce spadku meteorytu.

W wyniku rozpatrywań zdjęć lotniczych został dokładnie zbadany jedyne wypadek w historii ludzkości wachlarzowatego powalenia lasu, wywołanego spadkiem gigantycznego meteorytu.

Następnie w 1939 roku, L. Kulik wyruszył z jeszcze jedną ekspedycją na miejsce spadku meteorytu. Pod-

czas niej zajął się *on* badaniem południowej części wpadliny— Południowego Bagna. Bagno to na podstawie posiadanych obecnie danych, jest właśnie według wszelkiego prawdopodobieństwa, miejscem spadku tunguskiego meteorytu.

Wybuch wojny z faszystowskimi Niemcami w 1941 roku przerwał na pewien czas prace prowadzone nad poszukiwaniami tunguskiego meteorytu. W lecie 1941 roku L. Kulik wstąpił do wojska jako ochotnik i zginął 14 kwietnia 1942 roku.

Jak obecnie przedstawiają się wyniki badań nad tunguskim meteorytem i jakie są współczesne poglądy na to niezwykle zjawisko przyrody?

Należy przede wszystkim stwierdzić, że meteoryt tunguski, jak to możemy teraz utrzymywać, poruszał się w kierunku przeciwnym do ruchu Ziemi, czyli biegł na jej spotkanie. W wyniku tego prędkość jego wlotu w atmosferę ziemską dochodziła do 40—60 kilometrów na sekundę. Dzięki temu wywołał on tak potężne zjawiska świetlne i dźwiękowe!. Przelatując przez atmosferę ziemską z tak znaczną prędkością, uległ on nadzwyczaj silnym działaniom niszczącym, Nie mógłby również dosięgnąć Ziemi, dyby nie posiadał olbrzymiej masy. Według obliczeń członka akademii W. Fiesienkowa, J. Astapowicza i innych uczonych, masa ta wynosiła około milioin ton. Tylko dzięki temu mógł on ocaleć przed zupełnym rozpadem, pozostałość jego była zdolna osiągnąć powierzchnię Ziemi uderzając w nią z prędkością wielu kilometrów na sekundę. Pierwotna, kosmiczna prędkość meteorytu została na pewno znacznie zmniejszona przez opór atmosfery. W chwili uderzenia meteorytu o Ziemię powstał silny wybuch, który powalili potężną, syberyjską tajgę na obszarze o promieniu kilkudziesięciu kilometrów. Jak to powiedziano już wyżej, ze zdjęć lotniczych można wnioskować, jak rozprzestrzeniała się fala wybuchu w zależności od rzeźby terenu.

Można na przykład zauważyć, że we wszystkich miejscach, gdzie drzewa były osłonięte wzgórzami, pozostały one na pniu nawet w odległości kilku kilometrów od miejsca wybuchu (spadku meteorytu). Równo-

częściej można także zauważyć inne zjawiska, które wskazują na złożony charakter rozprzestrzenienia się fali powietrznej.

Co wywołało jednak wybuch pozostałości tunguskiego meteorytu w chwili, gdy zderzył się on z powierzchnią Ziemi? Na pytanie to możemy dać obecnie zupełnie konkretną odpowiedź. Radzieccy uczeni zajmujący się badaniem warunków, w jakich spadł na Ziemię tunguski meteoryt, W. Fiesienkow, K. Staniukowicz, W. Fiedyński, I. Astapowicz, B. Lewin i inni, a także fizycy zajmujący się badaniem wybuchów wykazali, że meteoryt o masie początkowej dochodzącej do wielu setek tysięcy ton i prędkości początkowej przekraczającej 20—30 kilometrów na sekundę jest w stanie całkowicie przebić atmosferę ziemską i resztkami kosmicznej prędkości uderzyć o powierzchnię Ziemi.

Przy uderzeniu o Ziemię z prędkością przekraczającą 4—5 kilometrów na sekundę następuje moment zachaniowania meteorytu i cały ogromny zapas jego energii kinetycznej przeobraża się wtedy w silną falę powietrzną. Meteoryt w oka mgnieniu rozpada się na drobny pył i gaz. Następuje wybuch o olbrzymiej sile i na miejscu spadku meteorytu tworzy się wgłębienie, tak zwany *krater meteorytowy*. Fala wybuchu wywiera działanie burzące na powierzchnię Ziemi wokół krateru w promieniu wielu kilometrów.

Wybuch taki nastąpił właśnie podczas uderzenia c Ziemię meteorytu tunguskiego. Po wybuchu z meteorytu mogły pozostać jedynie małe odpryski, które rozsypały się po tajdze wokół miejsca wybuchu. Mogło* się zdarzyć, że nic więcej z niego nie pozostało, meteoryt mógł rozpaść się w pył i gaz, szczególnie jeżeli miał strukturę kamienną. Wybuch tunguskiego meteorytu, według wszelkiego prawdopodobieństwa, nastąpił w rejonie wspomnianego już Południowego Bagna, lecz nie należy tak twierdzić, dopóki nie upewnią nas o tym dostateczne dane naukowe. Zaznaczyliśmy już, że badanie miejsca spadku meteorytu tunguskiego rozpoczęto dopiero po przeszło dziewiętnastu latach po jego spadku. W tym okresie wszystkie drobniejsze zmiany, wywołane przez wybuch, zatarły się. Z tej to przyczy-

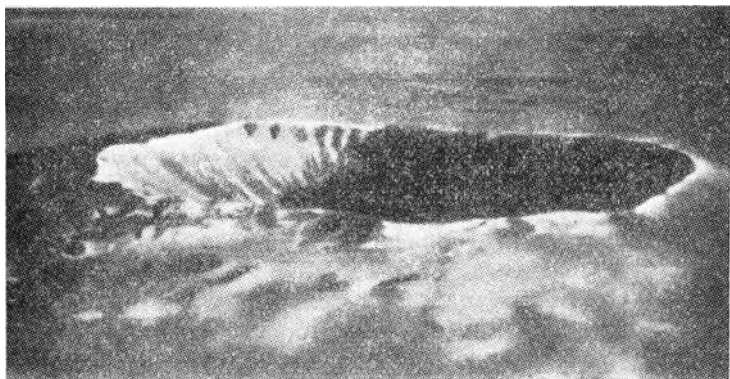
ny dość trudno jest sporządzić dokładną mapę rejonu, w którym spadł meteoryt. Nie można też dokładnie ustalić, jakie warunki towarzyszyły jego spadaniu i wybuchowi. Należy jednak powiedzieć, że już obecnie zjawiska te są w podstawach swych zbadane, nie wyjaśnione zostały tylko przede wszystkim niektóre zjawiska o znaczeniu i charakterze drugorzędnym.

Pozostają nam jeszcze do wyjaśnienia te zjawiska, które zdarzyły się w kilku najbliższych nocach po spadku meteorytu. Nastąpienie jasnych nocy, jak niedawno stwierdził to członek akademii W. Fiesienkow, wyjaśnić można rozpyleniem się w atmosferze ziemskiej wielkiej ilości materii meteorytowej. Wiemy już, że podczas lotu w atmosferze z kosmiczną prędkością meteoryty nawet niewielkich rozmiarów w znacznej części ulegają rozpyleniu. Do powierzchni Ziemi dolatuje tylko mała część pierwotnej masy meteorytu. Rozpylona część meteorytu zamienia się w gaz, który po ochłodzeniu przeistacza się z kolei w drobny pył unoszący się w powietrzu. Taki właśnie pył unosił się w powietrzu po przelocie tunguskiego meteorytu. Pył ten rozprzestrzenił się nad olbrzymim obszarem w wyniku działających w górnych warstwach atmosfery silnych prądów powietrznych. Pył ów w przeciągu kilku dni obejmował coraz szerszą i szerszą przestrzeń nad powierzchnią Ziemi. W wyniku tego cząsteczki pyłu, odbijając promienie słoneczne, oświeślały nocą wycinek powierzchni Ziemi. W ten sam sposób wytłumaczyć należy warunki powstania świecących obłoków.

Można wspomnieć, że w ostatnich latach pisarze A. Kazancew i B. Liapunow opublikowali w czasopismach popularno-naukowych („Znaniye — siła”, nr 10, rok 1950 i „Tiehnika mołodioży”, nr 3, rok 1951) nauko-fantastyczne opowiadania, w których wysunęli oni przypuszczenie, jakoby tunguski meteoryt był międzyplanetarnym pojazdem Marsjan. Pojazd ten, według ich mniemania, poruszany był za pomocą energii atomowej, a na Ziemię spadł wskutek jakiejś nagłej awarii. Temat tych fantastycznych opowieści nie ma żadnego oparcia naukowego. Pilny czytelnik tej broszury, jak i innych popularno-naukowych publikacji wie, że nowe te są tworem jedynie fantazji autorów.

• Obecnie znanych jest ponad dziesięć kraterów meteorytowych powstałe wskutek uderzenia o Ziemię gigantycznych meteorytów, pochodzą z dalekiej przeszłości.

Jeden taki krater został odkryty w 1891 roku w stanie Arizona w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w pustynnej okolicy. Krater ten ma średnicę 1 207 metrów, a głęboki jest na 174 metry. Krater otacza wał o wysokości 40—50 metrów, (rys. 14). Począ-



Rys. 14. Arizoński krater meteorytowy

kowo uczeni długo nie umieli wytłumaczyć pochodzenia tego krateru; istniały na ten temat różne teorie. Wśród Indian zamieszkujących tę okolicę (dziś zupełnie wytrzebionych przez amerykańskich kolonizatorów) krążyła legenda o tym, że niegdyś ognisty bóg na ognistym powozie spuścił się na Ziemię i właśnie wtedy powstał ów krater. Na podstawie tej legemdiy można było wywnioskować, że krater ów powstał w wyniku spadku meteorytu. Warto nadmienić, że plemiona zamieszkujące środkową Syberię po spadku tunguskiego meteorytu również ułożyły legendy o bogu ognia, który w gniewie na ludzi zeszedł z nieba na Ziemię, aby ich ukarać.

Meteorytowe pochodzenie opisanego krateru, który otrzymał nazwę *krateru arizońskiego*, potwierdzone zo-

stało wieloma znalezionymi wokół niego odłamkami żelaznego meteorytu. Odłamki te były rozsiane wokół krateru w promieniu ponad 10 kilometrów. Znaleziono je podczas badania okolicy krateru; leżały na powierzchni kamienistego w tej krainie gruntu. Odłamki były nieduże i odznaczały się dziwnym, jak gdyby szarpającym kształtem. Po zbadaniu odłamków okazało się, że są one odłamkami zwykłego, żelaznego meteorytu. Ogólny ciężar wszystkich zebranych odłamków, których liczba dochodzi do wielu tysięcy, stanowi tylko około 20 ton. Dlatego postanowiono odnaleźć w kraterze główną część olbrzymiej masy meteorytu, zwłaszcza że amerykańscy biznesmeni na podstawie powierzchniowych analiz znalezionych odłamków sądzili, że zawierają one platynę. Poszukiwanie spełzło na niczym. Wtedy akcjonariusze całego przedsięwzięcia, aby nie narazić się na kompromitację, ogłosili, że prace nad wydobyciem meteorytu przeciągną się dłużej, ponieważ meteoryt zarył się w ziemię na głębokość kilkuset metrów. W rzeczywistości jednak prace przetrwano natychmiast, gdy tylko dokładniejsze analizy znalezionych odłamków wykazały, że wcale nie zawierają one platyny.

Na podstawie współczesnych danych naukowych o warunkach spadania meteorytów na Ziemię można z całą pewnością twierdzić, że żaden meteoryt przy jakichkolwiek warunkach nie może zagłębić się w twardy grunt Ziemi na głębokość kilkuset metrów. Meteoryt albo wybuchnie i rozproszy się, jeżeli zderzy się z Ziemią z olbrzymią szybkością, albo nieznacznie zaryje się w grunt, jeżeli spadnie z małą szybkością, chociaż miałby on stosunkowo dużą masę. Dlatego nie mamy żadnych podstaw spodziewać się odnalezienia w kraterze arizońskim jakiegoś olbrzymiego meteorytu.

Zbadanie arizońskiego krateru meteorytowego nie zostało doprowadzone do końca, i prace, które w tym kierunku podjęto, nie są dalej kontynuowane. Stwierdzono tylko, że wał krateru złożony jest z ziemskich skał wyrzuconych przez wybuch. Potwierdza to teorię powstawania wybuchów podczas upadków gigantycznych meteorytów.

W 1921 roku, również w Stanach Zjednoczonych, odkryto drugi krater meteorytowy. Średnica jego jest

znacznie mniejsza od średnicy krateru arizońskiego, równa się bowiem 162 metrom, a głębokość jego wynosi 5,5 metra. Wysokość wału okracającego krater wznosi się ponad poziom terenu na 0,5—1 metra. Wokół krateru znaleziono małe odłamki żelaznego meteorytu, których większość uległa znacznemu utlenieniu (zardzewieniu), w wyniku czego odłamki prawie w całości zamieniły się w rdzę.

W roku 1931 w pustyni *Henbury* w Środkowej Australii odkryto grupę trzynastu kraterów meteorytowych, rozmieszczonych na przestrzeni w przybliżeniu 1,25 kilometra kwadratowego. Największy z nich ma eliptyczny kształt o średnicy 110—220 metrów. Właściwie jest on kraterem podwójnym, złożonym z dwu kraterów, położonych obok siebie, które z biegiem czasu „zlały” się wskutek zwałenia się wąskiej, przegradzającej krateru ścianki ziemi. Głębokość owego **krateru** waha się od 12 do 15 metrów. Średnice pozostałych kraterów mieszczą się w granicach od 9—80 metrów. Wokół kraterów zebrano ponad 1 500 meteorytowych odłamków, takiej że żelaznej struktury, jak odłamki zebrane w Arizonie. Można przewidywać, że meteoryty, które tam spadły, stanowiły pierwotnie jednolitą masę. Jednak w pobliżu powierzchni ziemskiej wskutek ciśnienia atmosferycznego rozbiły się one na kilka części. Podczas spadku i wybuchu każdej z nich powstały owe krater.

W 1932 roku odkryto meteorytowe krater w pustyni *Rub-el-Khali* w Arabii. Tam właśnie, w lotnych piaskach, odnaleziono dwa krater, częściowo zasypane piaskiem. Większy krater ma średnicę 100 metrów, a mniejszy około 50. Głębokość większego sięga 12 metrów. Wokół owych kraterów również znaleziono liczne drobne odłamki żelaznego meteorytu.

Grupę czterech kraterów meteorytowych odkryto w pustyni *Gran-Chaco* w Argentynie w roku 1933. Największy z nich ma średnicę 56 metrów, a głębokość sięga 5 metrów. Wokół kraterów znaleziono także odłamki żelaznego meteorytu.

W roku 1947 w północnej części Zachodniej Australii został odkryty krater meteorytowy. Krater ten położo-

ny jest na równinie, pokrytej piaskami. Odznacza się on okrągłym kształtem i ma średnicę 853 metry, głębokość jego zaś dochodzi do 50 metrów. W kraterze i jego okolicy znaleziono stopione kawałki skał i mocno utlenione odłamki żelaznego meteorytu. Dokładniej krater ten nie został zbadany.

Wreszcie, niedawno, w roku 1950, odkryto jeszcze jeden krater meteorytowy *Chubb*, największy na świecie. Jego średnica sięga trzech kilometrów. Znajduje się on w Północnej Kanadzie. Utworzony w twardym granitowym gruncie, napełniony jest wodą. Dlatego też głębokość jego dotychczas nie została jeszcze zmierzona. Lecz na podstawie porównania z innymi meteorytowymi kraterami można przyjąć, że głębokość ta wynosi około półtora kilometra. Przy czym dopuszcza się, że meteoryt miał tak wielką masę, że wybuch powstały przy jego uderzeniu o ziemię zburzył go całkowicie. Można tak twierdzić, ponieważ powstanie tak olbrzymiego krateru, w dodatku w twardym gruncie, jakim jest granit, było możliwe tylko w wyniku dostatecznie silnego wybuchu, wskutek którego nie mogły ocaleć nawet najmniejsze odłamki meteorytu.

Odkryto również wiele podobnych kraterów w innych krajach kuli ziemskiej. Zawsze wkoło nich znaleźć można było wiele drobnych odłamków meteorytowych, ale nigdy nie udało się znaleźć większych, jednolitych mas meteorytów. W ten więc sposób charakterystyczne cechy kraterów meteorytowych potwierdzają teorię meteorytowych wybuchów, opisywaną przez radzieckich uczonych.

Grupę meteorytowych kraterów odkryto również w Związku Radzieckim. Jeszcze w 1827 roku uwagę uczonych zwróciły charakterystyczne wgłębienia na wyspie Ozylii w Estonii. Położone wśród uprawnych pól na przestrzeni kilometra kwadratowego tworzą okrągłe jamy. Największa z nich o średnicy 110 metrów napełniona jest wodą, a na jej wałach (brzegach) rosną stare drzewa. Miejsce to stanowi uroczy zakątek, odwiedzany przez artystów malarzy, którym dostarcza tematu do obrazów, oraz przez licznych turystów. Pozostałe wgłębienia są znacznie mniejsze o średnicy 16—30 metrów, a głębokości 4—5 metrów.

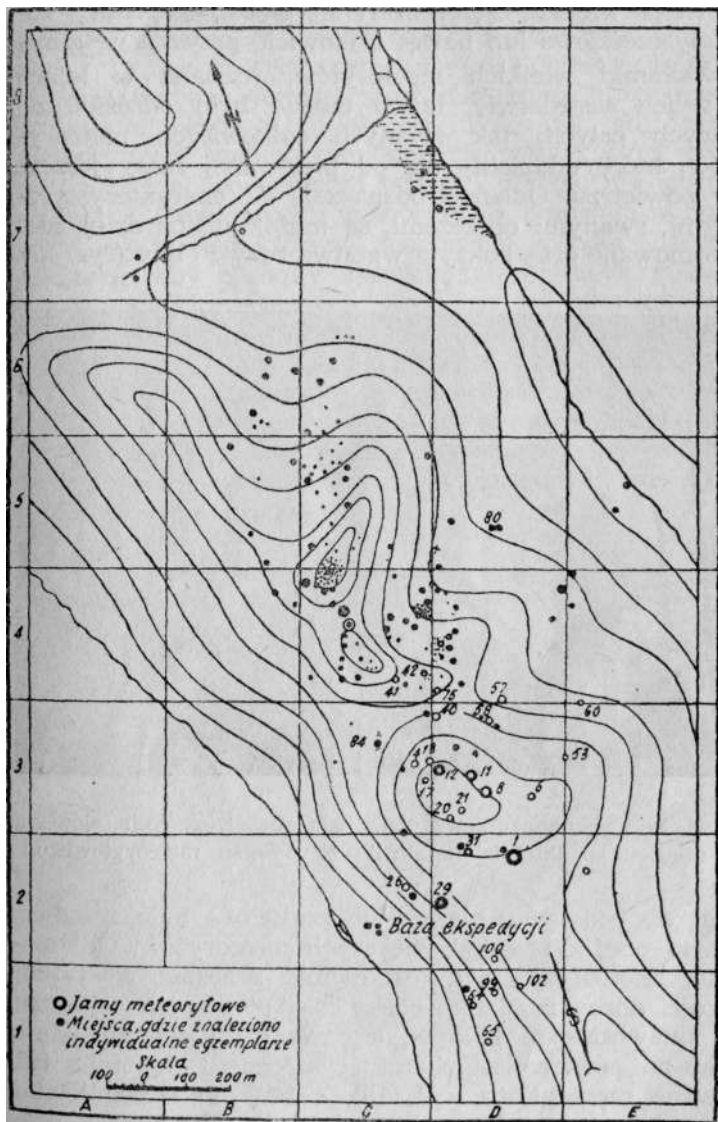
Zbadaniem tych kraterów i historii ich powstania zajął się inżynier górnik A. Reinwald jeszcze w roku 1927. Ustalił on meteorytowe pochodzenie badanych wgłębień na podstawie przetrwałych w nich śladów wybuchów. Jednak meteorytowe odłamki, które udało mu się znaleźć dopiero w roku 1937, stanowiły, ogólnie biorąc, bardzo znikomą masę, bo tylko **102** gramy. Większych meteorytowych mas badacz nie znalazł, tym niemniej na podstawie tych materiałów A. Reinwald dowiódł, że badane przez niego kraterki są pochodzenia meteorytowego. Należy zaznaczyć, że A. Reinwald swe prace badawcze prowadził na własny koszt, kapitalistyczny bowiem rząd ówczesnej Estonii odmówił mu udzielenia funduszy potrzebnych do przeprowadzenia zamierzonych badań.

12 lutego 1947 roku w Przymorskim Kraju na zachodnie stoki grzbietu górskiego Slehote-Aliń spadł jeszcze jeden olbrzymi meteoryt. Stało się to o godz. **10** minut 36 czasu miejscowego, a więc w dzień. Jego spadaniu towarzyszył tak oślepiający blask, że zaćmił on sobą światło dzienne. Widziano go w postaci olbrzymiej, ognistej kuli, mknącej z północy na południe. Bolid obserwowali na olbrzymim obszarze mieszkańcy owych okolic. Miejsce spadku meteorytu zauważyli z samolotu piloci przelatujący nad tajgą na trzeci dzień po jego spadku. Piloci z wysokości 700 metrów zauważyli wśród drzew liczne leje odcinające się na tle śniegu żółtą barwą świeżej gliny i skał. Wkrótce miejsce spadku meteorytu obejrzeliby geolodzy z Władystoku i Chabarowska. Nieco później Komitet Meteorytowy Akademii Nauk **ZSRR** wysłał tam specjalną ekspedycję naukową pod kierownictwem W. Fiesienkowa, w skład której wchodził również autor niniejszej broszury. W latach **1948—1950** przeprowadzono jeszcze trzy ekspedycje w celu dokładnego zbadania miejsca, w którym spadł meteoryt, i w celu zebrania jego odłamków. Przybyli tam wykrywacze min, sprawdzono specjalne przyrządy magnetyczne.

Okolicę, w której spadł meteoryt, sfotografowano z samolotu w celu sporządzenia dokładnej mapy tego rejonu. Sporządzono również dokładny, topograficzny

szkic terenu. Zanotowano wiele różnorodnych zjawisk wywołanych działaniem fal powietrznych, towarzyszących spadkowi każdej oddzielnej, większej części meteorytu. W wyniku przeprowadzonych badań ekspedycja zebrała cenny naukowy materiał, którego pełne opracowanie wymaga wielu lat żmudnej pracy kolektywu specjalistów różnych dziedzin nauki. Jednakowoż już teraz stwierdzono, że meteoryt należał do rodzaju żelaznych i wleciał do atmosfery z prędkością około 14,5 kilometra na sekundę w postaci jednolitego meteorytowego ciała. W wyniku olbrzymiego ciśnienia powietrza przy ruchu z kosmiczną prędkością, ciało meteorytowe na wysokości kilku kilometrów rozprysło się na tysiące rozmaitych pod względem wielkości części o ciężarze od jednego grama do wielu ton. W rezultacie tych procesów meteoryt spadł na Ziemię w postaci deszczu meteorytowego i rozsiał się po tajdzie na przestrzeni około 3 kilometrów kwadratowych. Największe części meteorytu, o ciężarze od pół tony do kilku, podczas uderzenia o skalisty grunt jeszcze raz rozprysły się na wiele tysięcy odłamków. Rozbiwszy również skały utworzyły one leje o średnicy od pół metra do 20, a nawet więcej. Średnica największego leja ma 28 metrów, a głębokość jego wynosi 6 metrów. W ogólnym przeglądzie odkryto 112 lejów rozłożonych na przestrzeni około 0,75 kilometra kwadratowego. Wewnętrzne ściany i okolice większych lejów pokryte były licznymi meteorytowymi odłamkami, a wyrzucona z lejów glina zmieszana była z drobnym, meteorytowym pyłem. Pył ten odkryto za pomocą magnesu, na biegunach którego osiadły drobne pyłki żelaza. Drzewa rosnące wokół większych lejów miały poobłamywane konary i gałęzie, a niektóre z nich leżały powalone, z wydartymi z ziemi korzeniami.

Drobne meteoryty — części pierwotne jednolitego ciała meteorytowego — po oddzieleniu się od niego w powietrzu, rozsiały się w tylnej części elipsy rozsiania. Leżały one na powierzchni gruntu — leśnej ściółki, a gdzieś tam zagłębiły się lekko w ziemię.



ftys. 15. Mapa elipsy rozsiania sichote-alińskiego deszczu meteorytowego

Nieco większe części wbiły się głębiej w grunt i zostały częściowo hib nawet całkowicie przysypane- glina.

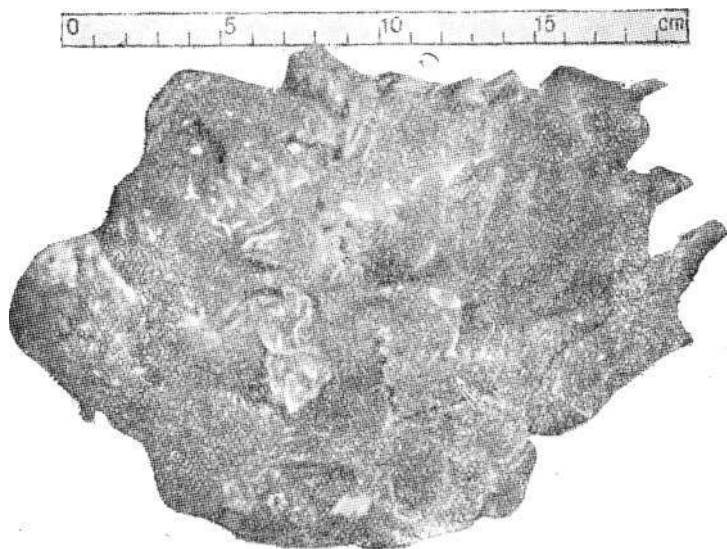
Odłamki wielkich meteorytów, rozsiane w lejach i w ich sąsiedztwie, łatwo można było odróżnić od owych całych, tak zwanych całkowitych meteorytów, które oddzieliły się od pierwotnej masy jeszcze w powietrzu. Odłamki odznaczają się charakterystycznymi, rwanymi obrzeżami, są mniej lub bardziej zdeformowane oraz pokryte warstwą rdzy i gliny (rys. 17).



Rys. 16. Połamane drzewa obok jednego z większych lejów na miejscu spadku sichote-alińskiego deszczu meteorytowego

Już na podstawie pierwszego rzutu oka można sądzić, że są one odłamkami większych meteorytów. Odwrotnie, meteoryty tzw. całkowite, zebrane w tylnej części elipsy rozsiania, pokryte są przetopioną skorupą o sinawoszarym kolorze, a czasem fioletowym. Mają one na powierzchni charakterystyczne wgłębienia, tak zwane *regmaglipty* (rys. 18), o których szczegółowiej opowiemy w następnych rozdziałach. Największy całkowity meteoryt waży 1 745 kilogramów, najmniejszy zaś tylko 0,18 grama.

W przeciągu czterech lat pracy ekspedycji zebrano, wywieziono z tajgi i dostarczone do Moskwy ogólnie około 37 ton meteorytowej materii. Jednak według obliczeń uczonych ciężar całego meteorytu, który spadł w górach Siehote-Aliń, wynosi około 100 ton. Część meteorytowej materii zamieniła się w pył, który rozprószył się po powierzchni terenu i dlatego nie można go zebrać. Część materii meteorytowej pozostała w licznych lejach, nad którymi zbudowano specjalne dachy ochronne, aby chroniły resztki materii meteorytowej od działań klimatycznych. Zrobiono tak dlatego, alby w przyszłości, jeśli zajdzie tego potrzeba, można było przeprowadzić dodatkowe badania uzupełniające na miejscu spadku meteorytu. Pewna ilość materii meteorytowej w postaci niedużych, indywidualnych meteorytów, rozsianych na znacznym obszarze, oraz odłamków pozostała w tajdze-, ponieważ ekspedycja nie była w stanie ich odszukać.



Rys. 17. Jeden z licznych odłamków siehote-alińskiego deszczu meteorytowego

Po przeprowadzeniu analizy chemicznej stwierdzono, że w materii meteorytowej są następujące pierwiastki;

żelazo — 94 %
nikiel — 5,5 %
kobalt — 0,38 %

Oprócz tego w niewielkich ilościach znajduje się w niej *siarka*, *fosfor* i wiele innych pierwiastków chemicznych. Szczególnie ciekawa okazała się wewnętrzna budowa meteorytów. Badania wykazały, że meteoryty są jakby sprasowane z oddzielnych, niewielkich kawałków o nieregularnej formie, o średnicy od milimetra do kilku centymetrów. Często pomiędzy poszczególnymi kawałkami znajdują się cienkie warstwy innych minerałów, osłabiające spoiwość poszczególnych części.



Rys. 18. Jeden z całkowitych okazów sichote-alińskiego deszczu meteorytowego

Dzięki takiej budowie ciało meteorytowe stosunkowo łatwo rozpada się na licznie cząstki o różnych rozmiarach. Podczas spadku na Ziemię i uderzenia o twardy grunt większe części jeszcze raz rozpryskują się na niniejsze, niezliczone odłamki.

Badania meteorytu sichote-alińskiego przeprowadzone zostały na olbrzymią skalę, jak nigdzie dotąd na świecie. Obecnie tylko w Związku Radzieckim i w krajach demokracji ludowej prowadzi się prace nad rozstrzygnięciem bardziej skomplikowanych problemów naukowych, posiadających tak praktyczne, jak i filozoficzno-światopoglądowe znaczenie. Dla wypełnienia zadań, jakie stoją przed naukowcami, władza radziecka stworzyła uczonym jak najlepsze warunki. Jeżeli po spadku meteorytu tunguskiego jego badanie rozpoczęto dopiero po dziewiętnastu latach, to po spadku meteorytu Sichote-Alińskiego ekspedycja uczonych przybyła tam już po kilku dniach.

Na zakończenie zauważymy, że spadki tak gigantycznych meteorytów, jak tunguski, zdarzają się bardzo rzadko, zaledwie raz na tysiąc lat. A więc nie przedstawiają one jakiegokolwiek niebezpieczeństwa dla ludności.

VI. NAUKA O METEORYTACH — METEORYTYKA

O spadaniu meteorytów na Ziemię wiedzieli ludzie jeszcze w okresie zamierzchłej starożytności. Mówią o tym liczne legendy i podania ludów starożytnych, jak również wiele notatek historycznych w dawnych kronikach i innych dokumentach historycznych. Spadanie meteorytów znalazło również swe odbicie w kulturze ludów żyjących w starożytności.

W rosyjskich „letopisach” znajdujemy ciekawe opisy spadków wielu meteorytów. Wiemy, z nich na przykład o spadku olbrzymich meteorytów w roku **1091, 1110, 1114, 1215** itd. W „letopisach” dość szczegółowo opisane jest zjawisko deszczu meteorytów, który spadł 29 listopada 1662 r. w okolicy dzisiejszego wołogodzkiego obwodu.

Najstarszym meteorytem, który spadł na terenie dzisiejszego Związku Radzieckiego i zachował się do naszych czasów, jest meteoryt nazwany *Żelazem Pallasa*. Znalazł go na Syberii w roku 1749 w pobliżu rzeki Jeniszej kowal Miedwiediew. Kowal ten należał do tych domorosłych znawców i poszukiwaczy rud metali, którzy odkryli wiele drogocennych złóż bogactw naturalnych Syberii.

Meteoryt *Żelazo Pallas* leżał na powierzchni ziemi, w pobliżu szczytu niewysokiego wzgórza. Stanowił on żelazną bryłę o ciężarze 687 kilogramów. Miedwiediew sądził, że (bryła ta może*, zawierać w sobie coś lepszego niż żelazo i dlatego przewiózł ją do swojej zagrody. Od okolicznych mieszkańców dowiedział się Miedwiediew, że znaleziona przez niego bryła spadła z nieba.

Później o zdarzeniu tym dowiedział się członek akademii P. Pallas, który podróżował po Syberii w calach krajoznawczych. Zgodnie z decyzją P. Pallasa, który zainteresował się znalezionym przez Miedwiediewa meteorytem, żelazna bryła została dostawiona do Krasnojarska, a potem do Petersburga, do Akademii Nauk.

W Petersburgu *Żelazo Pallasa* zostało dokładnie zbada-
dane przez wspomnianego na początku broszury uczo-
nego E. Chladniego. Wyniki swoich badań ogłosił Chladni w specjalnej publikacji, wydanej w Rydze w roku 1794. W książce tej E. Chladni dowiódł, że *Żelazo Pallasa* jest pochodzenia kosmicznego, a nie ziemskiego. Oprócz (tego szczegółowo wykazał on, że również wiele innych, żelaznych i kamiennych brył spadło na Ziemię z międzyplanetarnej przestrzeni. Na koniec zbadał on dokładnie warunki ukazywania się bolidów i wskazał ich ścisły związek z meteorytami. Innymi słowy, postawił on twierdzenie, że spadek meteorytu zawsze poprzedza pojawienie się na niebie bolidu. Tak więc E. Chladni pierwszy w dziejach nauki prawidłowo wyjaśnił zagadkowe zjawiska pojawiania się na niebie lecących bolidów i spadanie meteorytów.

Pomimo niezliczonych świadectw naocznych świadków spadków meteorytów, którzy nawet, bywało, znajdowali je w niedługim czasie po spadku, uczeni zachodniej Europy przez cały wiek osiemnasty zdecydowanie odrzucali możliwość spadania na Ziemię jakichkolwiek ciał z przestrzeni międzyplanetarnej. Relacje naocznych świadków spadków meteorytów nazywali oni bzdurnymi wymysłami. Nawet znakomity francuski chemik Lavoisier, wraz z innymi uczonymi francuskimi — członkami Paryskiej Akademii Nauk — twierdził, że „spadanie kamieni z nieba według fizyki jest niemożliwe”.

Dlatego, gdy wyszła z druku książka E. Chladniego, została ona wyśmiana i wyszydzona przez zachodnio-europejskie autorytety naukowe. Uczeni zachodni nie podzielali twierdzeń Chladniego, a niektórzy z nich posądzali go nawet o bezbożność i podkopywanie „autorytetu religii”.

Pomimo to E. Chladni w roku 1794 został wybrany na członka-korespondenta Petersburskiej Akademii Nauk.

Meteoryt *Żelazo Pallas* umieszczono w muzeum Akademii; w ten sposób został zapoczątkowany olbrzymi dzisiaj zbiór meteorytów Akademii Nauk ZSRR. W tym samym czasie, zgodnie z poleceniem niektórych uczonych zachodniej Europy, bojących się skompromitować kolekcjami meteorytów, wyrzucono je z muzeów. E. Chladni nazwał to przejawem „naukowego wandalizmu” ze strony zachodnio-europejskich uczonych.

W wyniku owego „naukowego wandalizmu” zaginęło wiele cennych okazów meteorytów.

Nie minęło jednak dziesięć lat od ogłoszenia książki Chladniego, a uczeni francuscy, będąc świadkami deszczu meteorytów, który spadł we Francji 26 kwietnia 1803 roku, byli zmuszeni stwierdzić, iż istotnie meteoryty to kosmiczna materia spadająca na Ziemię z międzyplanetarnych przestrzeni. Jednak książka Chladniego i jego twierdzenia naukowe były dalej lekceważone i pomijane milczeniem po to, aby w kilka lat potem udowodnienie kosmicznego pochodzenia meteorytów przypisać francuskiemu uczonemu Biot, który przeprowadził badania wspomnianego deszczu meteorytów. Oto jeden z wielu przykładów pomniejszania osiągnięć rosyjskiej nauki, przez zagranicznych uczonych,

Po pracach E. Chladniego i ogłoszeniu jego książki meteoryty coraz bardziej przyciągały do siebie uwagę uczonych. W 1807 roku została wydana w Charkowie książka o meteorytach pod tytułem „O powietrznych kamieniach i ich pochodzeniu”, napisana przez profesora Uniwersytetu Charkowskiego A. Stojkowicza. Książka owa, zachowana do naszych czasów, ma również teraz niemałe znaczenie dla rozpowszechniania wśród szerokich kręgów czytelników wiedzy o meteorytach. Zwróciła ona na siebie uwagę zarówno wielu uczonych, jak również pozyskała wielu czytelników wśród szerokich warstw społeczeństwa.

W roku 1819 wyszła z druku druga obszerna książka o meteorytach pod tytułem „O cudownych deszczach

i o spadających z powietrza kamieniach (aerolitach)", napisana przez petersburskiego chemika Iwana Muchina.

W 1804 roku członek Petersburskiej Akademii Nauk T. Łowicz przeprowadził dokładne badanie kamiennego meteorytu, który spadł w 1787 roku nie opodal osady Żygajłowki w byłej charkowskiej guberni. W meteorycie tym Łowicz odkrył obecność chromu. Jako pierwszy również zastosował on do (badania struktury meteorytów metodę petrograficzną*.

Przez cały wiek dziewiętnasty zebrano w Rosji 60 meteorytów. Wielu znakomitych uczonych zajmowało się ich badaniem. Wszelchstronnie badano chemiczny skład meteorytów, przy czym zaobserwowano ciekawe szczegóły ich struktury.

Poznanie meteorytów ma dla nauki wielkie znaczenie, ponieważ meteoryty są jedyną dostępną bezpośrednio dla naszych badań materią kosmiczną. Możemy je wziąć do ręki, badać z całą drobiazgowością ich strukturę, przeprowadzać dokładne analizy chemiczne, badać minerały, z których się składają, i określać ich fizyczne własności.

Wspaniały rozwój osiągnęła meiteorytyka po Wielkiej Październikowej Rewolucji Socjalistycznej. W okresie władzy radzieckiej przeprowadzono wiele niezwykle owocnych badań meteorytów, zorganizowano planową ich zbiórkę i badanie warunków ich spadania na Ziemię.

W przeciągu 150 lat, licząc od czasu, kiedy zaczęto zbierać i poddawać badaniom meteoryty, aż do Wielkiej Październikowej Rewolucji Socjalistycznej, zebrano w Rosji 82 meteoryty, po rewolucji zaś do dziś znaleziono ich 40.

Wzrost zbiórki meteorytów w okresie władzy radzieckiej w znacznej mierze tłumaczy się tym, że w Związku Radzieckim biorą w niej udział najszerze warstwy ludności. W Związku Radzieckim ludność aktywnie pomaga uczonym w zbieraniu meteorytów i dostarcza opisów warunków i zjawisk towarzyszących ich spadaniu. Można bez przesady stwierdzić, że meiteorytyka

* Petrografia — dziedzina nauki zajmująca się badaniem skał oraz minerałów i warunków ich powstawania.

stała się jedną z najbardziej umasowionych nauk. Bez udziału ludności nie byłoby możliwe systematyczne przeprowadzanie zbioru meteorytów, nie byłoby uczeni w stanie opisać i zbadać dokładnie warunków, ich spadania na Ziemię.

Jak już wspomniano, zaraz po Wielkiej Październikowej Rewolucji Socjalistycznej przy muzeum mineralogicznym Rosyjskiej Akademii Nauk utworzono Komitet Meteorytowy Akademii Nauk ZSRR. Komitet Meteorytowy jest centralną i najwyższą instancją naukową w Związku Radzieckim, która zajmuje się meteorytami. Do jego kompetencji należy zbieranie, badanie i przechowywanie meteorytów spadających na terytorium Związku Radzieckiego. Przy komitecie istnieje szeroka sieć dobrowolnych korespondentów-amatorów, którzy zamieszkując w różnych stronach kraju prowadzą tam swe obserwacje. Wśród korespondentów tych znaleźć można uczniów i nauczycieli, pracowników stacji meteorologicznych, kołchoźników i robotników. Korespondenci zawiadamiają Komitet o każdym spadku meteorytu, wysyłają bardzo szczegółowe opisy warunków i zjawisk towarzyszących spadaniu meteorytów oraz przelotom bolidów, kierują się oni przy tym specjalną instrukcją. Co roku Komitet ten zwołuje specjalne konferencje poświęcone zagadnieniom meteorytyki. Na konferencjach tych poddawane są dokładnemu rozpatrzeniu wyniki badań meteorytów, nakreśla się wytyczne dalszej pracy, stawia się nowe, konkretne zadania. W konferencjach takich biorą udział uczeni Związku Radzieckiego zajmujący się meteorytami, a także najbardziej aktywni korespondenci Komitetu Meteorytowego.

Oprócz Komitetu Meteorytowego Akademii Nauk ZSRR istnieją w Związku Radzieckim organizacje zajmujące się meteorytami na szczeblu niektórych republik, a oprócz bogatej kolekcji meteorytów w muzeum mineralogicznym w Moskwie, również wiele innych większych miast Związku Radzieckiego posiada zbiory meteorytów.

W żadnym innym kraju na świecie nie jest prowadzona w tak szerokim zakresie praca nad zbiorem i badaniem meteorytów, jak w Związku Radzieckim.

Radzieccy uczeni na miejscu badają meteoryty, ich otoczenie i warunki towarzyszące ich spadaniu. W celu zbadania nowych meteorytów Akademia Nauk wysyła specjalne ekspedycje naukowe. Nad badaniem meteorytów pracują w Związku Radzieckim liczne, wspaniałe wyposażone laboratoria. Wszystkie prace uczonych radzieckich skierowane są na rozwiązanie pewnych określonych, konkretnych zadań o znaczeniu filozoficzno-światopoglądowym. Szczególnie ważny problem meteorytyki, nad którym pracują radzieccy uczeni, to rozwiązanie zagadki powstawania meteorytów i ich roli w tworzeniu się układu planetarnego, a w tym i naszej Ziemi. Ów kosmogoniczny problem ma ogromne znaczenie naukowo-teoretyczne i praktyczne. Oto dlatego nad jego rozwiązaniem pracują obecnie najznakomitsi radzieccy uczeni.

Współczesna nauka w krajach kapitalistycznych **nie** tylko nie jest w stanie rozwiązać omówionych przed chwilą zagadnień, lecz nie może również ustawić **ich** prawidłowo.

VII. KSZTAŁTY I ROZMIARY METEORYTÓW

Meteority mogą być *żelazne*, *kamienne* i pośredniego typu — *żelazokamienne*. Żelazne meteority spadają znacznie rzadziej niż kamienne, a średnio na każde 16 spadków kamiennych meteorytów zdarza się tylko jeden żelazny. Dlatego w Związku Radzieckim znaleziono tylko 4 żelazne meteority, których spadanie obserwowano. Kamiennych zaś meteorytów, zaobserwowanych przy spadaniu, (znaleziono 64. Spadania pozostałych 56 meteorytów, z ogólnej liczby 124, znalezionych na terenie Związku Radzieckiego, nikt nie zaobserwował. Meteority te znaleziono przypadkowo i kiedy spadły one na Ziwnę, nie wiemy. Spośród tych przypadkowo znalezionych meteorytów, których spadania nie widziano, najliczniejsze są meteority żelazne. Wy tłumaczyć to można tym, że meteority żelazne łatwiej zauważyć, bardziej zwracają one na siebie uwagę i dłużej zachowują się w gruncie po spadku na Ziemię. Meteority żelazokamienne spadają jeszcze rzadziej niż żelazne. W Związku Radzieckim nie znaleziono dotychczas ani jednego żelaznokamiennego meteorytu, którego spadanie zostało zaobserwowane. Przypadkowo znalezionych żelazokamiennych meteorytów w omawianej kolekcji jest 4.

Żelazne meteority w całości składają się ze stopu żelaza z niklem — zwanego żelazoniklem.

Kamienne meteority na pierwszy rzut oka przypominają odłamki skał. Najczęściej mają one barwę popielatoszarą. Jednak czasem, chociaż rzadko, padają meteority wewnątrz ciemne, a niekiedy nawet czarne. Kiedy indziej znów spotykamy rzadkie okazy meteorytów

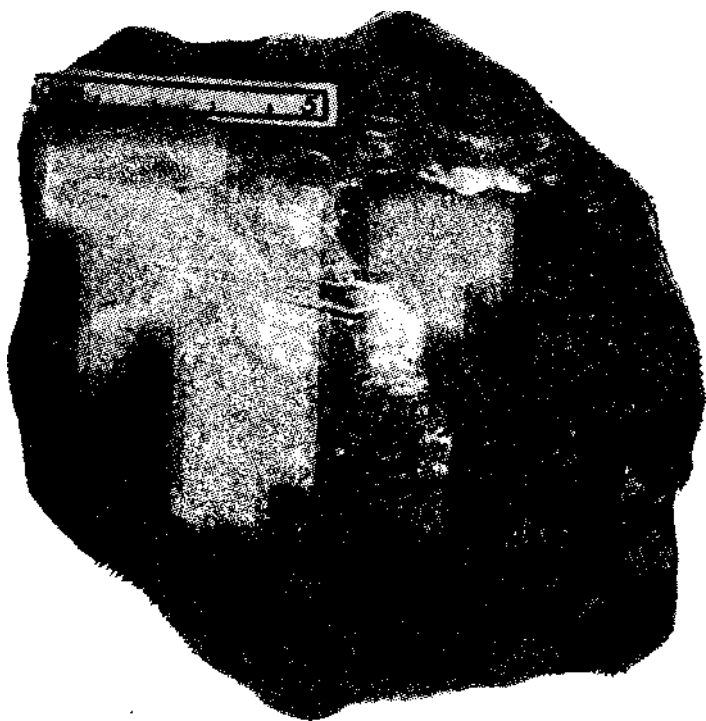
zupełnie wewnątrz jasných, a czasem zupełnie białych. W większości meteorytów kamiennych obserwujemy mniejsze łub większe, rozsiane po nich, wrostki żelazoniklu. Wrostki te widoczne są nie uzbrojonym okiem po rozłamaniu kawałka meteorytu w postaci małych blaszek o białawej (barwie. Między nimi widoczne są również rozsiane guzki o złotawożółtej barwie. Jest to minerał *troilit*, stanowiący związek żelaza z siarką. Nieświadomi ludzie, widząc w meteorytach owe złociste guzki troilitu, często sądzili, że jest to złoto, i starając się wydobyć je, niszczyli meteoryt, który tracił w ten sposób wartość dla naukowych badań.

Do *żelazokamiennych* meteorytów należą te, w których *żelazo* stanowi w przybliżeniu połowę ciężaru całego meteorytu. W jednych meteorytach występuje ono w postaci dużych wrostków rozproszonych mniej łub bardziej gęsto po całym meteorycie. Meteoryty takie nazywamy *mezsyderytami*. W innych noszących nazwę *pallasytów* (od podobieństwa do wspomnianego już meteorytu Pallasowe Żelazo) żelazonikiel tworzy jak gdyby gąbki, których wewnątrz wypełnia materia kamienista — przezroczysty minerał o złotawozielonej barwie *oliwin*.

W rozdziale tym zatrzymamy się nad opisem zewnętrznej postaci, barwy i rozmiarów oraz innych morfologicznych cech meteorytów, które stanowią ich nieodłączne znamiona rozpoznawcze.

Pierwszą taką cechą meteorytów, jest skorupa powstała w strefie zahamowania, to jest w tej części drogi meteorytu, gdzie traci on swą kosmiczną prędkość i przestaje się nagrzewać. W tym momencie powstaje na meteorycie roztopiona powierzchniowa warstwa zaczyna zastygać wskutek ochłodzenia; tworzy się tak zwana *otoczka opalenizny*. Skorupa ta cienką warstwą pokrywa cały meteoryt ze wszystkich stron, jeżeli nie został on uszkodzony przez ludzi łub sam się nie rozprysnął podczas zetknięcia z Ziemią. Szczególnie wyraźna otoczka opalenizny widoczna jest na meteorytach kamiennych, posiadających wewnątrz jasnoszary łub biały kolor (rys. 19). Zwykle ma ona barwę czarną, matową łub lśniącą, i po rozłamaniu meteorytu wyraźnie się odcina. Obserwując otoczkę na kraju złamanego

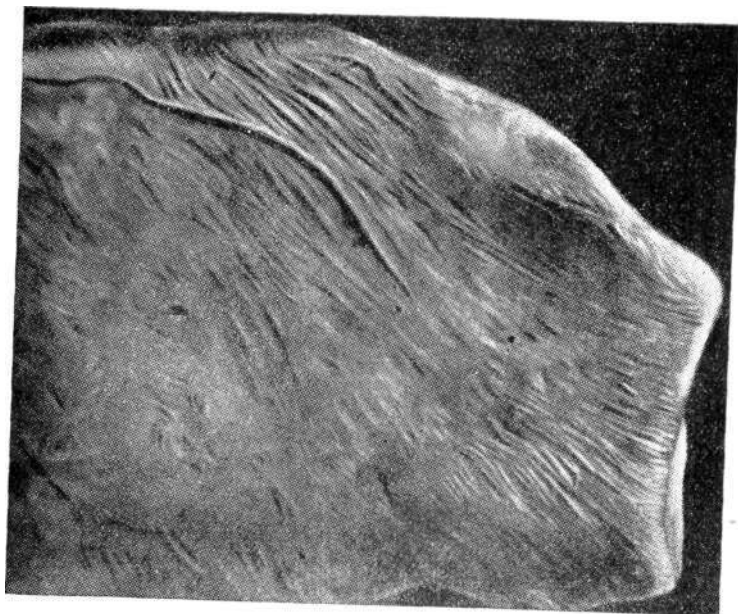
meteorytu można stwierdzić, że jest ona **bardzo cienka**, nie zaledwie kilkadziesiąt części milimetra, a już bardzo rzadko 1—2 milimetry. Niektóre meteoryty są pokryte czarną, lśniąca, jak gdyby polakowaną czarnym lakiem skorupą. Bardzo rzadko spadają meteoryty o otoczce na pół przezroczystej, przez którą prześwieca jego wnętrze. Jeszcze rzadziej padają meteoryty, które w ogóle nie mają otoczki opalenizny. Powierzchnie ich są idealnie gładkie, jakby oszlifowane, i mają taką barwę, jak wnętrze meteorytu. Tylko rzadko w oddzielnych miejscach na powierzchni takich meteorytów można zauważyć kawałki otoczki opalenizny.



Rys 19. Pozostałość otoczki opalenizny na odłamku kamiennego meteorytu. Większa część odłamku jest jej pozbawiona, dzięki czemu widoczna jest jasnoszara, wewnętrzna materia meteorytu

Na meteorytach żelazokamiennych i żelaznych otoczka opalenizny jest jeszcze trudniejsza do zauważenia, jest ona bowiem o wiele cieńsza od tamtych, nie przekracza dwu dziesiątych części milimetra. Często odznacza się ona czarną barwą z odcieniem burym lub sinawym. Miejscami na meteorytach można zauważyć stłuczenia skorupy w postaci oddzielnych wrostków, gdzie daje się zaobserwować biały kolor żelazoniklu, z którego składa się meteoryt.

Powierzchnia skorupy odznacza się bardzo ciekawą mikrokonstrukcją dającą się obserwować pod lupą przy 30-40- krotnym powiększeniu (rys. 20). Owa mikrostruktura stanowi odbicie tego działania atmosfery któremu podlega meteoryt, w strefie zahamowania a to znaczy podczas tworzenia się na nim otoczki opalenizny. Na podstawie struktury otoczki można zawsze



Rys. 20 Mikrostruktura otoczki opalenizny na jednym z całkowitych okazów sichote-alińskiego deszczu meteorytowego

określić, którą stroną meteoryt zwrócony był podczas spadania do Ziemi, a którą do góry. Dlatego właśnie na meteorytach odróżniamy frontową (przednią) i tylną stronę.

Otoczka opalenizny meteorytów, które długo przeleżały w ziemi, pokryta jest rdzą i zniszczona. Dlatego przypadkowo znalezione meteoryty, które spadły przed wielu laty, nie mają już otoczki opalenizny i powierzchnia ich pokryta jest tlenkami żelaza (rdzą).

Zwykle meteoryty mają tzw. kształt odłamkowy (rys. 21). Jednak rzuca się w oczy ogólne wygładzenie i opływowość wystających części meteorytu; ostrych krawędzi czy kantów dotychczas na nich nie zauważono. Spotyka się meteoryty o okrągłych kształtach lub stożkowate; przypominają one swą formą pocisk armatni czy bombę lotniczą. Formę taką na przykład mają olbrzymie meteoryty znajdujące się w Związku Radzieckim: kamienny meteoryt *Karakoł*, który spadł w roku 1840 i waży około 3 kilogramów, oraz żelazny meteoryt *Rzepiejew Chutor*, ważący 12 kilogramów. Spadł on 8 sierpnia 1933 roku w okręgu astrachańskim (rys. 22). Bywają również i inne meteoryty o niemniej ciekawej formie. Na przykład meteoryt *Timochina*, który spadł w 1807 roku w byłej „gubeirni smoleńskiej i waży 65,5 kilograma, ma kształt wielościanu przypominającego olbrzymi kryształ (rys. 23).

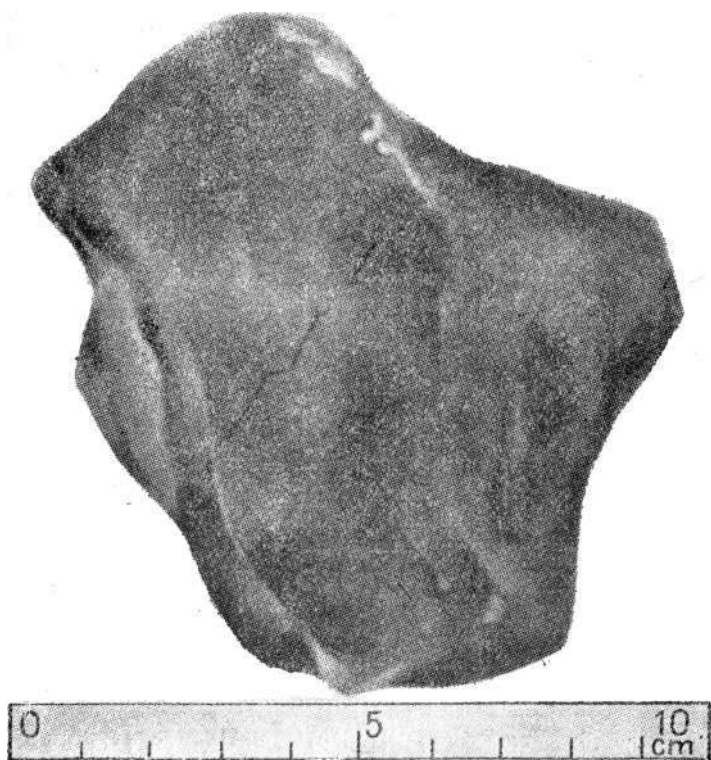
Kształt opływowy powstaje w tym wypadku, jeżeli meteoryt w powietrzu nie rozpadnie się na części. W tym wypadku ulega on znacznej „powietrznej obróbce” jak gdyby obtaczaniu, na przestrzeni całej jego drogi w atmosferze, aż do strefy zahamowania. Frontalną (przednią) stronę meteorytu o kształcie kierunkowym stanowi jego wierzchołek, a tylną — podstawa.

Wielościanowy kształt tworzy się wskutek rozpadnięcia się meteorytu na części podczas ruchu w ziemskiej • atmosferze z kosmiczną szybkością.

Drugą charakterystyczną cechą rozpoznawczą meteorytów są osobliwe rowki i zagłębienia na ich powierzchni, zwane *regmagliptami*. Przypominają one rowki powstałe na miękkiej grudzie gliny wskutek ściśnięcia jej palcami (rys. 24). Regmaglipty tworzą się w wyniku jak gdyby świdrującego działania oddzielnych strumieni

powietrza na przelatujący w nim z kosmiczną szybkością meteoryt. Tworzeniu się regmagliptów sprzyja także niejednolita wewnętrzna struktura meteorytów; istnienie w nich różnych rozsianych wrostków mniej lub więcej łatwo topliwych minerałów.

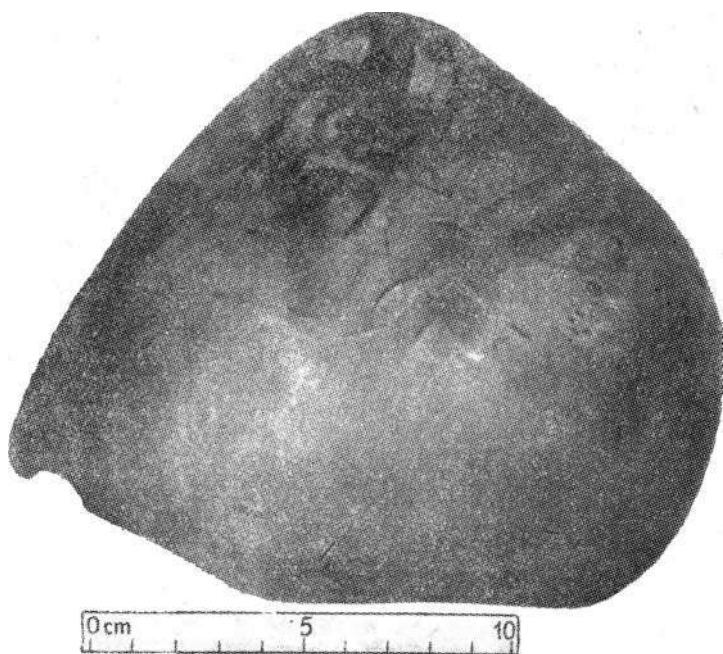
Należy jednak zaznaczyć, że jednak nie na wszystkich meteorytach występują regmaglipty. Czasem spadają meteoryty o idealnie gładkiej powierzchni. Podobne są one do rzecznych kamieni, używanych do brukowania ulic tak zwanych „kocich łbów”. W niektórych wypadkach brak regmagliptów tłumaczy się tym, że meteoryt pędząc w atmosferze ziemskiej z kosmiczną szybkością, poruszał się również ruchem wirowym "(obrotowym).



Rys. 21. Kamienny meteoryt o kształcie odłamkowym

Następną z kolei cechą tak żelaznych, jak również i kamiennych meteorytów są ich własności magnetyczne. Nie tylko żelazne, ale również przytłaczająca większość kamiennych meteorytów wykazuje magnetyczne własności i działa (przyciągająco lub odpychająco) na igłę magnetyczną, na przykład na igłę kompasu. Magnetyzm kamiennych meteorytów tłumaczy się obecnością w nich rozsianych, drobnych cząstek żelazoniklu. Tylko bardzo nieliczne kamienne meteoryty, które oczywiście zupełnie nie zawierają cząstek żelazoniklu, nie przejawiają własności magnetycznych.

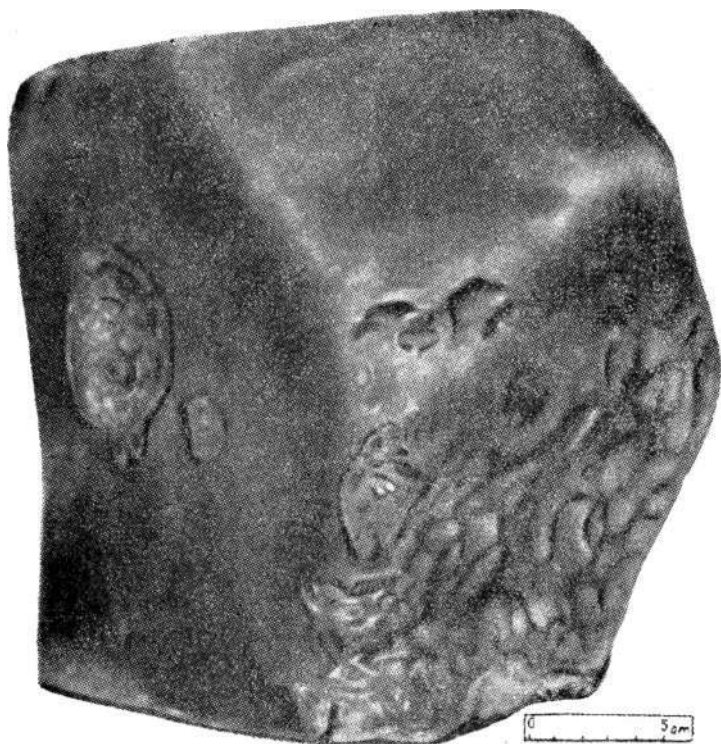
Na powierzchni rozłamu meteorytu często można widzieć cienkie, czasem czarne żyłki, które niekiedy przebiegają po całej powierzchni rozłamanego meteoro-



Rys. 22. Żelazny meteoryt Repieiew-Chutor o masie 12 kilogramów, który spadł 8 sierpnia 1933 roku w obwodzie astrańskim. Meteoryt ma kształt kierunkowy

rytu, to krzyżując się, to rozwidlając, to znów biegnąc równolegle, by wreszcie zejść się razem.

Najbardziej ciekawą cechą żelaznych meteorytów jest to, że zawsze zawierają one w sobie nikiel w ilości od 5 do 20%, a czasem więcej. Dotychczas nie znaleziono ani jednego żelaznego meteorytu, który zawierałby mniej niklu niż 5%. Dlatego jeżeli w przypadkowo znalezionym kawałku żelaza zostanie stwierdzona obecność niklu w wymienionym powyżej stosunku, to można z całą pewnością uważać, że znaleziony kawałek żelaza jest żelaznym meteorytem. W samorodnym żelazie

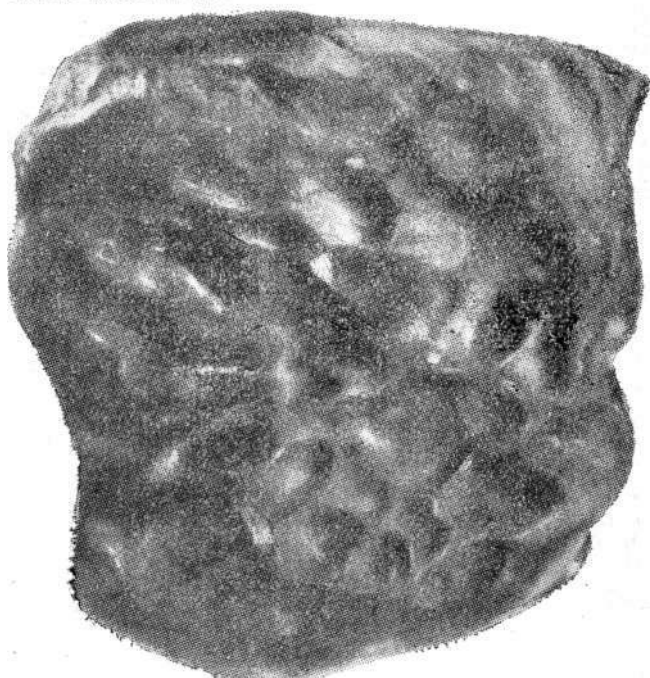


Rys 23. Kamienny meteoryt Timochina o masie 65 kilogramów, który spadł 25 marca 1807 roku w byłej guberni smoleńskiej. Posiada on formę wieńścianu

ziemskiego pochodzenia zawartość niklu nie przekracza 1 %.

Meteoryty mają olbrzymią rozpiętość rozmiarów i ciężaru.

Największym na świecie całym meteorytem jest żelazna bryła, znaleziona w 1920 roku w Południowo-Zachodniej Afryce, znana pod nazwą *Hoba West*. Ciężar tego meteorytu dochodzi w przybliżeniu do 60 ton. Pierwotnie był on o wiele większy; ciężar jego w przybliżeniu równał się 90 tonom. Jednak w ciągu długiego czasu, jaki upłynął od jego spadku do znalezienia, uległ utlenieniu i rozpadowi, tracąc w ten sposób około jednej trzeciej swego ciężaru. Meteoryt ten ma formę płyty,



Rys. 24. Kamienny meteoryt o wyraźnie odznaczających się regmagliptach

o rozmiarach 3x3 metry, a grubość jego sięga 1 metra (rys. 25).

Chociaż dla nauki przedstawia on olbrzymią wartość, to jednak do dziś pozostaje tam, gdzie go znaleziono, i niszczeje pod gołym niebem.

Największy, jeżeli wziąć pod uwagę całość masy, która spadła na ziemię, jest opisany już *sichote-aliński żelazny* deszcz meteorytowy; ogólny ciężar całkowitej masy materii meteorytowej deszczu sichote-alińskiego ocenia się na około **100 ton**.

Następnym co do wielkości meteorytem jest meteoryt *Cape-York* znaleziony na zachodnim wybrzeżu Grenlandii w 1818 roku. Meteoryt ten waży 33,2 tony i znajduje się obecnie w nowojorskim planetarium.



Rys. 25. Największy żelazny meteoryt Hoba-West, znaleziony w 1920 roku w południowo-zachodniej Afryce. Meteoryt waży **około 60 ton**

W 1863 roku w Meksyku został odkryty żelazny meteoryt *Bacubirito*, ważący 27 ton, a w roku **1930** we Wschodniej Afryce znaleziono meteoryt *Mbozi* o ciężarze 26 ton. Obydwa meteoryty leżą dotychczas tam, gdzie je znaleziono.

Na płasko wzgórzu, w okolicy rzadko zaludnionej, w pobliżu grzbietu Armanty, w Chińskiej Republice Ludowej znaleziono żelazny meteoryt o ciężarze około 20 ton. Kirgizi i Kazachowie nazywają go *Kumys-Tiuja*, a Chińczycy — *Kumysz-Chou-Cha*. W tłumaczeniu na język polski znaczy to *srebrny wielbłąd*. Meteoryt ten, jak również warunki i miejsce jego spadku nie są dotychczas zbadane.

Przeprowadzono tylko analizę chemiczną i zbadano strukturę wewnętrzną odłamków odłupanych od meteorytu i przywiezionych przez podróżników do Komitetu Meteorytowego Akademii Nauk ZSRR.

Znamy jeszcze około dwadzieścia meteorytów żelaznych o ciężarze ponad tonę każdy. Jednak ani jeden z nich, jak zresztą wszystkie powyżej omówione oprócz sichote-alińskiego nie były obserwowane podczas spadania. Prawdopodobnie wszystkie one, a przynajmniej znaczna ich część spadła bardzo dawno, kilka wieków lub nawet tysiącleci temu. Świadczy o tym znaczny rozkład wierzchnich warstw tych meteorytów.

Wśród kamiennych meteorytów, tak olbrzymich jak żelazne dotąd nie spotkano. Największy kamienny meteoryt spadł 18 lutego 1948 roku w Stanach Zjednoczonych, przy czym spadanie jego obserwowała wielka liczba naocznych świadków. Podczas lotu w atmosferze ziemskiej meteoryt ten rozpadł się na wielką ilość oddzielnych części i spadł w postaci deszczu meteorytowego. Największy egzemplarz przy uderzeniu o powierzchnię Ziemi powtórnie rozbił się na drobne części. Po wydobyciu go z jamy, której średnica wynosi 1,8, a głębokość 3,1 m., ogólny ciężar meteorytu wraz ze wszystkimi zebranymi odłamkami okazał się równy w przybliżeniu jednej tonie. Drugi pod względem wielkości kamień jest całkowity i waży 597 kilogramów. Oprócz tych dwu największych kamiennych meteorytów zebrano ponad tysiąc małych, indywidualnych egzemplarzy.

Drugi wielki kamienny meteoryt, nazwany *Long Island*, znaleziono w roku 1891, również w Stanach Zjednoczonych. Przy spadku rozbił się on na liczne, drobne odłamki. Ciężar ich wynosi 561 kg, Z dużych,

całych meteorytów kamiennych znane są ponadto meteoryt *Paragould*, który spadł 17 lutego 1930 r. w Stanach Zjednoczonych. Masa jego wynosi 372 kilogramy.

Nastenne cztery duże, kamienne meteoryty spadły w Związku Radzieckim. Oto one: *Ochańsk* o masie około 300 kilogramów (spadł 30 sierpnia 1877 roku w byłej guberni permskiej), *Kaszin* ważący około 120 kilogramów (spadł 27 lutego 1918 roku w byłej guberni twerskiej), *Kainsaz* o ciężarze 102 kilogramy (spadł 13 września 1937 roku w Tatarskiej ASRR), *Kunaszak*, którego masa wynosi około 120 kilogramów (spadł 11 czerwca 1949 roku w obwodzie czełabińskim). Meteoryty *Cchańsk* i *Kunaszak* przy zderzeniu z powierzchnią ziemską rozbiły się na kilka części.

Z meteorytów żelazokamiennych znanych jest tylko sześć przekraczających swą masę 100 kilogramów, przy czym największy z nich waży 2 tony. Jest to meteoryt *Huckitta*, znaleziony w 1937 roku w Australii. Wspomniany już powyżej meteoryt *Żelazo Pallas*, należący również do żelazokamiennych, zajmuje trzecie miejsce. Jego masa pierwotna wynosi 687 kilogramów.

Najmniejsze meteoryty mają postać znikomych ziarenek, a nawet pyłu. Osiadają one na powierzchni ziemskiej podczas spadania deszczu meteorytowego lub przy wtargnięciu do ziemskiej atmosfery niedużych, meteorytowych ciał, które prawie w zupełności rozpraszają się w atmosferze. Znaleźć takie meteoryty jest bardzo trudno.

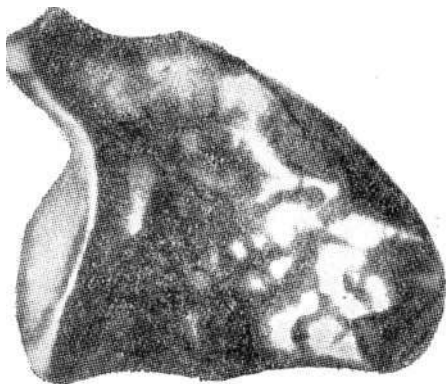
Po spadku w 1937 roku w Tatarskiej ASRR kamiennego deszczu meteorytowego *Kainsaz* znaleziono najmniejszy całkowity egzemplarz wielkości orzecha laskowego ważący, 7,65 grama. Jeszcze mniejsze egzemplarze, o ciężarze 1—2 grama każdy, zebrano po spadku 22 maja 1904 roku kamiennego deszczu meteorytowego na Ałtaju.

Drobne okazy wielkości groszków znaleziono po spadku deszczu meteorytów dnia 30.11.1868 w Polsce pod Pułtuskim!.

W Szwecji po deszczu meteorytowym, który spadł 1 stycznia 1869 roku znaleziono jeszcze mniejsze meteoryty o masie zaledwie setnych części grama. Takież

małe meteoryty znaleziono w 1950 roku w odeskim obwodzie USRR, gdzie 21 stycznia 1946 roku spadł kamienny deszcz meteorytowy *Krymka*.

Najmniejszym żelaznym meteorytem na świecie jest najmniejszy całkowity okaz sichote-alińskiego deszczu meteorytowego. Posiada on wymiary 3 x 4 x 5 milimetrów i masę 0,18 grama (rys. 26). Otoczka opalenizny



Rys. 26. Najmniejszy żelazny meteoryt, jeden z całkowitych okazów sichote-alińskiego deszczu meteorytowego. Ciężar meteorytu wynosi zaledwie 0,18 grama (zdjęcie powiększone)

i regmaglipty tego meteorytu widoczne są tylko pod lupą. Oprócz tego egzemplarza przy zbiorze sichote-alińskiego deszczu meteorytowego znaleziono jeszcze 7 innych małych meteorytów o ciężarze poniżej grama każdy.

W ostatnim okresie uczeni zwrócili szczególniejszą uwagę na możliwość przenikania z 'międzyplanetarnych przestrzeni do ziemskiej atmosfery takich znikomo małych stałych cząsteczek, których rozmiary przybliżone są do rozmiarów molekuł. Meteoryty takie otrzymały nazwę mikrometeorytów. Wskutek znikomo małych rozmiarów mikrometeoryty tracą swą kosmiczną prędkość wysoko nad Ziemią, nie podlegając działaniu atmosferycznemu. W wyniku tego w niezmienionej postaci stale osiadają one na powierzchnię ziemską, w postaci mikroskopijnego pyłu meteorytowego.

VIII. Z CZEGO SKŁADAJĄ SIĘ METEORYTY

Od czasu kiedy E. Chladni dowiódł, że meteoryty są pochodzenia kosmicznego i spadają na Ziemię z międzyplanetarnych przestrzeni, przeprowadzono wiele chemicznych analiz najprzeróżniejszych okazów meteorów. Analizy te wykazały, że meteoryty składają się z tych samych pierwiastków chemicznych, jakie znane są na Ziemi. Żadnych nowych pierwiastków, które nie byłyby odkryte na naszej planecie, meteoryty nie zawierają. Możemy z tego wysnuć bardzo ważny wniosek, że wszystkie ciała niebieskie układu słonecznego, do którego należą również meteoryty, składają się z tych samych pierwiastków chemicznych, z których zbudowana jest nasza Ziemia. Fakt ten z całą mocą potwierdza materialną jedność otaczającego nas świata i jest druzgocącym ciosem wymierzonym w wymysły religii o wyjątkowym położeniu i znaczeniu Ziemi we Wszechświecie.

Dokładne zbadanie meteorytów, szczególnie badania przeprowadzone w ostatnich latach, pozwoliły na odkrycie w nich bardzo ciekawych i ważnych dla nauki charakterystycznych własności. W rezultacie tych badań stwierdzono, że jedne meteoryty kamienne przypominają bardzo spotykane na Ziemi minerały, tak pod względem składu chemicznego jak i pod względem struktury. Odwrotnie, inne meteoryty mają takie cechy, zarówno jeśli chodzi o ich skład chemiczny jak i fizyczną strukturę, które wyraźnie odróżniają je od skał ziemskich. Zbadanie tych własności i ujawnienie podobieństwa meteorytów do minerałów znajdujących się na Ziemi ma olbrzymie znaczenie naukowe. Wszech-

stronne przestudiowanie struktury i chemicznego składu, a także fizycznych własności meteorytów, pozwoli na zbadanie warunków istnienia materii w przestrzeniach międzyplanetarnych i na odkrycie nie znanych nam jeszcze praw rozwoju materii. Podstawowym zadaniem w badaniach nad meteorytami, jak już zostało powiedziane, jest sprawa wyjaśnienia pochodzenia meteorytów.

Meteoryty nawet tego samego gatunku, jeżeli jednak spadały na Ziemię w różnych okresach czasu, mogą znacznie różnić się od siebie pod względem swego chemicznego składu. Ogólnie należy stwierdzić, że dotychczas w każdym meteorycie spotyka się te lub inne osobliwości tak w składzie chemicznym jak i w ich strukturze.

Na podstawie analiz chemicznych wielkiej ilości meteorytów otrzymano średnie (przeciętne) dane chemicznego składu meteorytów różnych gatunków. Ten chemiczny średni skład meteorytów przytoczony jest w poniższej tabeli.

Średni chemiczny skład meteorytów
(w procentach ciężaru)

Nazwa pierwiastka chemicznego	Gatunek meteorytów		
	żelazne	żelazo kamienne	kamienne
żelaza	89,70	49,50	25,60
nikiel	9,10	5,00	1,10
kobalt	0,62	0,24	0,14
	0,04		0,01
fosfor	0,18		0,10
siarka	0,08		1,89
węgiel	0,12		0,16
tlen		21,30	36,30
magnez		14,20	14,30
krzem		9,75	18,00
sód			0,80
glin			0,76
wapń			1,30
potas			0,07
mangan			0,18
chrom			0,14

W tablicy umieszczono tylko najczęściej występujące w meteorytach pierwiastki chemiczne.

Na podstawie wyżej zamieszczonej tablicy widzimy, że w meteorytach największy procent stanowi osiem następujących pierwiastków chemicznych: żelazo, tlen, magnez, krzem, nikiel, siarka, wapń i kobalt. Łącząc się ze sobą w różnych stosunkach, wymienione w tablicy pierwiastki tworzą różne minerały.

Tlen znajduje się w meteorytach nie w swobodnej postaci, lecz w związkach chemicznych z innymi pierwiastkami. W kamiennych meteorytach tworzy on wspólnie z innymi pierwiastkami grupę minerałów nazwaną krzemianami. Chociaż tlen zajmuje drugie miejsce w rzędzie pierwiastków najczęściej spotykanych w meteorytach, tym niemniej w porównaniu z jego procentem, zawartym w skałach ziemskich, a zwłaszcza w skorupie Ziemi, meteoryty są znacznie uboższe w tlen. Istotnie w ziemskiej skorupie tlen występuje w ilości 49,13%, podczas gdy w meteorytach stanowi on 21,30 procent.

Ciekawe jest, że kobalt, chociaż meteoryty zawierają go w dość ograniczonych ilościach, jest jednak bardzo ważną ich częścią składową. Tak samo jak nikiel, kobalt jest stałym składnikiem żelaznych meteorytów. Wchodzi on również w skład cząstek żelazoniklu znajdującego się w kamiennych i żelazokamiennych meteorytach.

Najważniejsze minerały, z których składają się meteoryty, dobrze znane są na Ziemi. Są one częstymi składnikami niektórych głębokich warstw skał ziemskich. Jednak nawet pod względem składu mineralogicznego meteoryty mają pewne sobie tylko właściwe cechy. Tak na przykład kamienne meteoryty głównie składają się tylko z takich minerałów, które wchodzi do grupy tak zwanych *bezwodnych krzemianów*. Osobliwością tych minerałów jest ta właściwość, że powstają one bez udziału wody, podczas gdy na Ziemi wśród minerałów bardzo często spotyka się *krzemiany wodne*, w skład których wchodzi woda. Stąd możemy założyć, że meteoryty w olbrzymiej większości tworzyły się bez udziału wody. Należy jednak powiedzieć, że uczeni już od dawna dążyli do wykrycia w meteorytach

minerałów zawierających w swym składzie konstytucyjną wodę, to jest taką wodę, której molekuly stanowią część składową molekuł minerałów. Lecz wszystkie te usiłowania nie dały rezultatu. Prawdą jest, że w niektórych meteorytach udało się wykryć wodę w niewielkich ilościach, lecz woda ta okazała się pochodzenia ziemskiego i przeniknęła do meteorytów już po ich spadku na Ziemię. Wreszcie w roku 1947 petrograf L. Kwasza, która pracowała w Komitecie Meteorytowym Akademii Nauk ZSRR pod kierownictwem członka akademii A. Zawarickiego, przeprowadzając badania nad meteorytem *Staroje Boryskino*, który spadł w rejonie średniej Wołgi w roku 1930, odkryła w nim minerał *chloryt*, należący do grupy *krzemianów wodnych*, a co z tego wynika — zawierający *konstytucyjną* wodę. Ogólna ilość wody zawartej w tym meteorycie wynosiła 8,7 procent masy całego meteorytu. Odkrycie to ma olbrzymie naukowe znaczenie, o czym będzie mowa później.

Następnie członek akademii A. Zawaricki stwierdził, że chloryt, a więc i woda konstytucyjna są charakterystyczną częścią składową wszystkich tak zwanych *węglistych meteorytów*, stanowiących bardzo rzadko spotykaną odmianę meteorytów kamiennych. Węgliste meteoryty, jak sama nazwa wskazuje, zawierają stosunkowo duże ilości węgla, lecz nieorganicznego pochodzenia. Krystaliczna woda' została również odkryta później w innym węglistym meteorycie *Migei*, który spadł w 1889 roku w byłej guberni chersońskiej.

W meteorytach nie znaleziono żadnych produktów wietrzenia — gliniastych minerałów ani też materii organicznych.

Równocześnie z odkryciem w meteorytach minerałów istniejących na Ziemi stwierdzono, że zawierają one także minerały nowe, nie spotykane na Ziemi. Jednak minerały takie występują w meteorytach w bardzo nieznacznych ilościach. Najczęściej spotykanym w nich minerałem jest *lawrensynt*. Lawrensynt jest związkiem chemicznym żelaza i chloru. Znajdując się w ziemskiej atmosferze, lawrensynt pobiera tlen z par wodnych, wstępując z nim w związek chemiczny. W wyniku tego

procesu w meteorycie, który zawiera lawrensyty, pojawiają się tłuste, oeglastoczeirwone krople. Następnie szybko zamieniają się one w rdzawą ziemistą materię. W wyniku ordzewienia lawrensyty meteoryt szybko pokrywa się rdzawymi plamami i powolnie, z dnia na dzień, ulega rozpadowi. Dlatego należy stosować specjalne sposoby chroniące meteoryty od rozpadu. W tym celu używa się zwykle chlorku wapnia—białej, krystalicznej substancji, którą umieszcza się wraz z meteorytami w gablotach w otwartych, szklanych naczyniach. Chlorek wapnia pochłaniając pary wodne z otaczającego powietrza, osusza go i tym samym w ten sposób zapobiega tworzeniu się związku tlenu z lawrensytem. W ten sposób chroni on meteoryty przed rozpadem. Pochłaniając parę wodną chlorek wapnia po pewnym czasie przeistacza się w ciecz. Dlatego niezbędne jest umieszczanie od czasu do czasu w szklanych naczyniach nowych porcji chlorku wapnia, po uprzednim wylaniu z nich powstałej cieczy.

Szlachetne metale występują w meteorytach w niezwykle znikomych ilościach. Tak na przykład srebra i złota w meteorytach znajduje się w przybliżeniu po 5 gramów, a platyny 20 gramów na jedną tonę materii meteorytowej. Meteoryty żadnego praktycznego znaczenia nie mają i nie znajdują bynajmniej zastosowania w technice czy przemyśle, jak niektórzy mogliby przypuszczać. Jednak naukowe, teoretyczne znaczenie meteorytów jest ogromne właśnie dlatego — co zostało już powiedziane — że są one jedyną materią pozaziemskiego pochodzenia, która dociera do rąk uczonych.

W niektórych meteorytach odkryto mikroskopijne ziarenka diamentu. Po raz pierwszy odkrycie to dokonane zostało przez uczonych rosyjskich Erofiejewa i Łaczinowa w meteorycie *Nowy Urej*, który spadł w byłej nieżegorockiej guberni, w 1886 roku. Później ziarenka diamentu odkryli również inni uczeni w kilku innych meteorytach. Jednak również diament zawarty w meteorytach nie ma żadnego praktycznego znaczenia.

Szczególnie ciekawa, jest wewnętrzna struktura meteorytów.

Wypolerowana powierzchnia żelaznych meteorytów przybiera zwierciadlany blask. Jeżeli jednak potrzemy

tę powierzchnię przez 5—10 minut słabym, 3—5-procentowym roztworem jakiegokolwiek kwasu, dajmy na to, azotowego, to na powierzchni meteorytu pojawi się charakterystyczny rysunek. Przedstawia on jak gdyby siatkę z przeplatających się pasemek, obrzeżonych cienkimi lśniącymi liniami (rys. 27). Rysunek ten nosi nazwę *figur Widmanstattena* (od nazwiska uczonego, który pierwszy odkrył taką strukturę meteorytów).

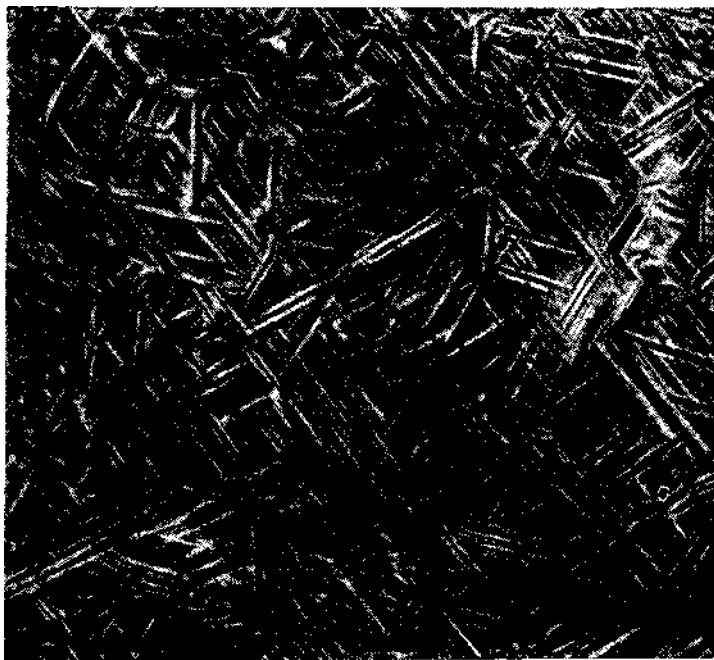
Figury te powstają w wyniku niejednolitego oddziaływania trawiącego roztworu kwasu, na różne składniki wypolerowanej powierzchni meteorytu. Rzecz w tym, że cały meteoryt składa się z dwóch rodzajów stopu żelaza z niklem. Jeden ze stopów zawiera niewielki procent nilu (około 5—6%). Tworzy on dość duże belki. Drugi stop odwrotnie, zawiera wielką ilość niklu, średnio 20—25 procent. Stop ten otacza w postaci cienkich pasemek owe belki pierwszego stopu. Na wypolerowanej powierzchni nie można rozróżnić obydwu stopów, a w wyniku tego zauważyć (belek i pasemek. Lecz belki, zawierające małą ilość niklu i w wyniku tego łatwo trawione przez kwas, podlegają działaniu kwasu. Powierzchnia ich w rezultacie tego działania stanie się matowa. Odwrotnie, drugi stop zawierający znacznie większą ilość niklu, nie podda się działaniu kwasu. W wyniku tego powierzchnia pasemek pozostanie taka, jaka była przed trawieniem.

Powstanie takiej struktury żelaznych meteorytów tłumaczy się powolnym ich ochładzaniem się po ich utworzeniu się. Podczas ochładzania się meteorytów, zgodnie z określonymi prawidłowościami, zachodzi proces ponownego podziału niklu w żelazie. Jedne części (pasemka) otaczają się niklem, a drugie (belki) odwrotnie, wydają go. Pod wpływem krystalicznych własności żelaza i niklu belki powstają wzdłuż płaszczyzn, a raczej ścian oktaedru — kryształu, posiadającego osiem ścian. Dlatego żelazne meteoryty, na których po trawieniu możemy zaobserwować figury Widmanstattena, naszą nazwę *oktaedrytów*.

Ciekawy jest fakt, że czym więcej meteoryt zawiera niklu, tym bardziej cieńsze są linie rysunku figur Widmanstattena po wytrawieniu powierzchni. Tak na przy-

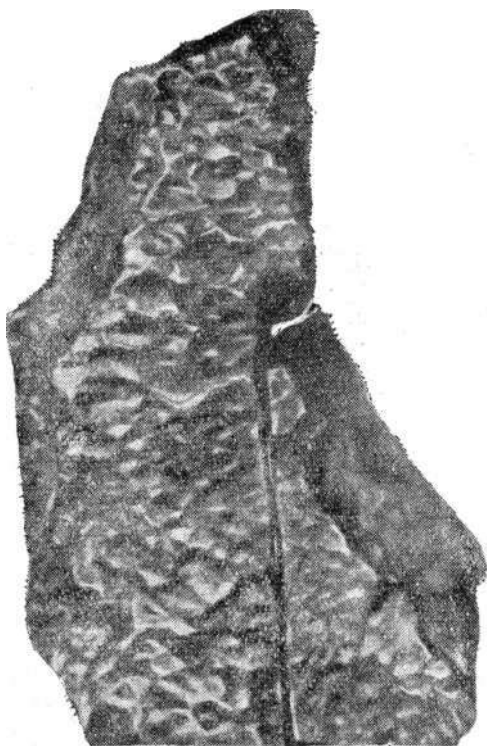
kład u grubostrukturnych oktaedrytów, zawierających nikiel w średniej ilości, około 6 procent, szerokość belek równa jest 2,5, a nawet więcej milimetrów. U cienkostrukturnych oktaedrytów, zawierających nikiel w ilości około 13 procent, szerokość belek wynosi tylko 0,2 milimetra, a nawet mniej.

Nie na wszystkich jednak meteorytach po trawieniu ukazują się figury Widmanstattena. Można spotkać meteoryty (żelazne, na powierzchni których wskutek trawienia pojawiają się cienkie, równoległe do siebie biegnące linie, nazwane *liniami Neumanna*, również od nazwiska uczonego, który je odkrył. Takie meteoryty w całości składają się tylko z żelazoniklowego stopu, zawierającego minimalny procent niklu, w przybliżeniu od 5—6 %. Szczególnie ciekawe jest to, że meteory-



Rys. 27. Figury Widmanstattena na wytrawionej roztworem kwasu powierzchni żelaznego meteorytu

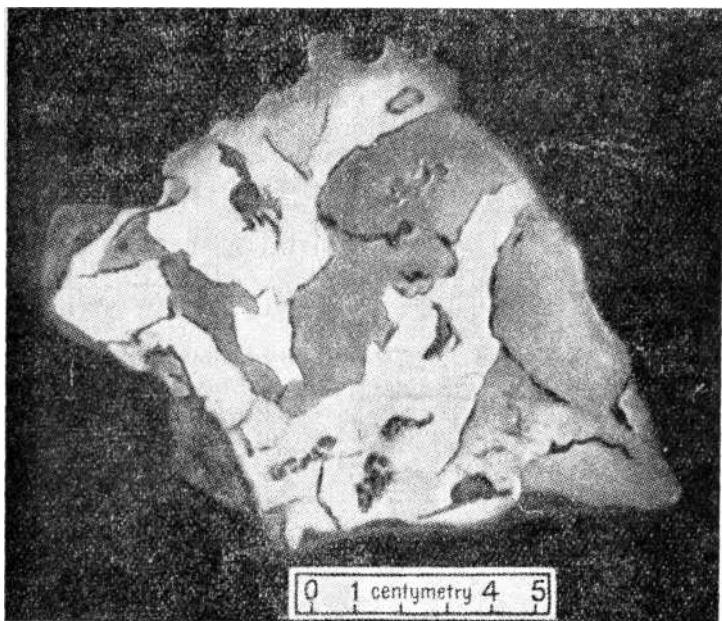
ty te stanowią jednolite w całej swej masie kryształy, czyli są monokryształami, chociaż nie odznaczają się one prawidłowymi, właściwymi kryształom krawędziami. Meteoryty, na których po trawieniu występują tylko linie Neumanna, nazywają się *heksaedrytami*, ponieważ ich wewnętrzna, krystaliczna struktura odpowiada kryształowi o sześcienniej formie, czyli posiadającemu sześć krawędzi, a noszącemu nazwę hekisaedru. Pięknym okazem heksaedrytu jest meteoryt *Bogusławka*,



Rys, 28. Żelazny meteoryt (heksaedryt) Bogusławka, który spadł 18 października 1916 roku. Meteoryt składa się z dwu części o łącznej masie 257 kilogramów

który spadł 1916 roku. Meteoryt ten jeszcze w powietrzu, podczas ruchu z kosmiczną prędkością, rozpadł się na kilka części, z których znaleziono dwie, o ciężarze 199 i 57 kilogramów. Obie te części po złożeniu tworzą ze sobą jedną całość i charakterystyczne jest, że roz-

pad jego nastąpił zgodnie z sześciennymi płaszczyznami kryształu, przecinającymi się pod kątem prostym (rys. 28). Zbadanie wewnętrznej, krystalicznej struktury heksaedrytów i wytłumaczenie warunków ich powstawania ma wielkie naukowo-teoretyczne i praktyczne znaczenie.



Rys. 29. Kawalasta struktura sichote-alińskiego żelaznego meteorytu, dająca się zaobserwować na wytrawionej jego powierzchni

Istnieje jeszcze jedna bardzo nieliczna grupa żelaznych meteorytów, nosząca nazwę *ataksytów*. Przy trawieniu polerowanych powierzchni ataksytów nie otrzymuje się na niej żadnych szczególnych rysunków. Ataksyty w całości składają się z mieszaniny mikroskopijnych ziaren stopu żelazoniklu. Średnia zawartość niklu w ataksytach przekracza 13 procent, a w poszczególnych wypadkach dochodzi do 30 procent, a nawet powyżej trzydziestu. Lecz niezwykle rzadko trafiają się

ataksyty zawierające, tak jak i heksaedryty, tylko 5—6 procent niklu.

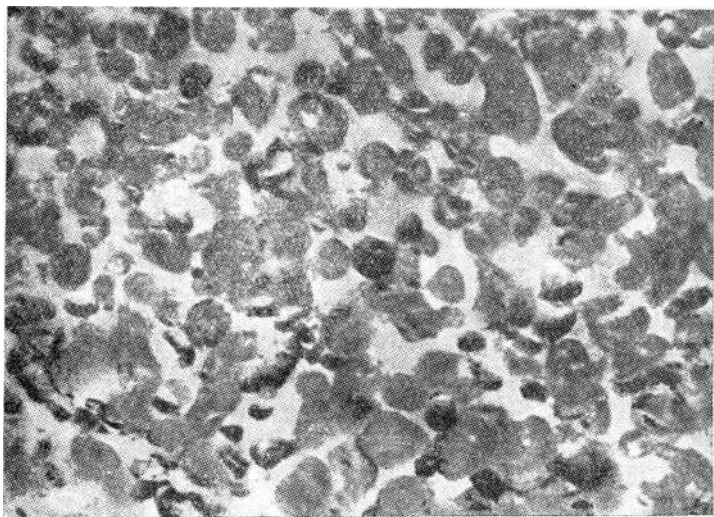
W jeszcze bardziej rzadkich wypadkach spotyka się żelazne meteoryty, wyróżniające się swego rodzaju kawalastobelkową strukturą. Strukturę taką na przykład mają odłamki meteorytu sichote-alińskiego, który spadł w postaci deszczu meteorytowego. Składają się one jak gdyby z oddzielnych, sprasowanych razem kawałków i belek o średnicy od milimetrów do kilku centymetrów. Gdzieś tam pomiędzy oddzielnymi kawałkami i belkami widoczne są cienkie warstwy minerału szraibersytu — związku żelaza z fosforem — i troilitu — związku żelaza z siarką. Dwa owe minerały spotykane są w meileorytach również w postaci różnych pod względem wielkości wrostków (rys. 29).

Bardzo ciekawą strukturę mają również meteoryty żelazokamiennie, a w szczególności pallasyty. Tworzą one jak gdyby zdaną gąbkę, której puste miejsca, wypełniają okrągłe lub kanciaste masy minerału—oliwinu (rys. 30). W drugim gatunku żelazokamiennych meteorytów — mezosyderytach — podstawowa gąbkowa masa — odwrotnie — składa się z matterii kamiennej (krzemianów), a żelazonikiel rozsiany jest w niej w postaci dość dużych wrostków, podobnie jak oliwin, w pallasytach.

Kamienne meteoryty ze względu na swą wewnętrzną strukturę dzielą się na dwa łatwo dające się rozróżnić gatunki. Do pierwszego najbardziej licznego, stanowiącego około 90 procent wszystkich kamiennych meileorytów, należą tak zwane chondryty. Są to meteoryty nazwane tak od istnienia w nich pewnych formacji ziarnistych, zwanych chondrami (słowo chondros pochodzi z języka greckiego i po polsku znaczy ziarno). Chondry rozsiane są po całej masie meteorytu. Mają one różne rozmiary—od mikroskopijnych ziaren do grudek wielkości grochu. Najczęściej spotykane są chondry o wielkości ziarnka prosa. Szczególnie ciekawa jest wewnętrzna struktura chondr. Na poprzecznym przekroju chondry można zauważyć ich promienistą budowę, przy czym punkt zbiegu promieni nie leży w środku, lecz zwykle położony jest w pobliżu jej obwodu

(rys. 31). Dają się zaobserwować również inne, bardziej złożone struktury. Przeprowadzając badania nad chondrami, uczeni doszli do ogólnego wniosku, że są one szybko zastygniętymi kroplami. Chondry składają się z tych samych minerałów, co podstawowa masa meteorytu. Dlatego mają one zwykle taką samą barwę, jak cała podstawowa masa i nie zawsze dadzą się odróżnić od niej nie uzbrojonym okiem.

Dotychczas chondr nie odkryto na Ziemi. Dlatego uważa się je za cechę charakteryzującą jedynie meteoryty. Tak więc stanowią one jedną z głównych cech



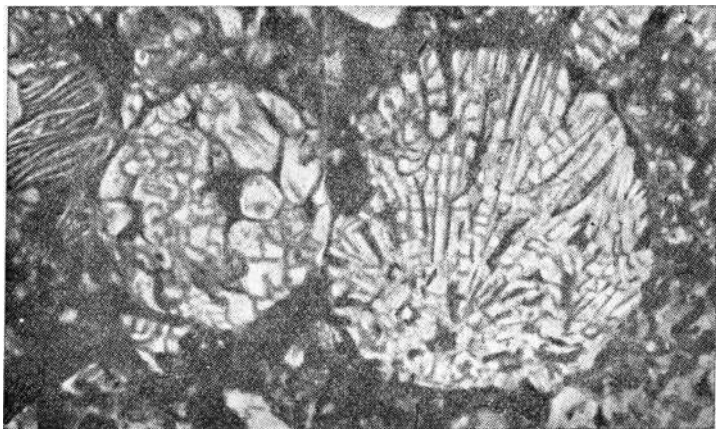
Rys. 30. Struktura pallasytu; okrągłe, ciemne wrostki oliwin; jasne plamy — żelazonikiel

poznawczych większości kamiennych meteorytów (chondrytów). Rzadko chondry spotkać można również w meteorytach żelaznych, w których składają się one z minerału troilitu.

Drugi, znacznie rzadszy typ kamiennych meteorytów odznacza się zupełnym brakiem chondr, dlatego też meteoryty tego gatunku noszą nazwę *achondrytów*. Na płaszczyźnie przekroju achondrytów dobrze widoczne są,

nawet nie uzbrojonym okiem, liczne odłamki kryształów różnych minerałów, scementowane drobnoziarnistą podstawową masą. Kryształki te dochodzą niekiedy do centymetra w średnicy, a czasem przekraczają go. Niektóre achondryty, tak pod względem struktury jak i pod względem składu mineralnego, bardzo przypominają ziemskie skały głębinowe.

Meteoryty odróżniają się od skał ziemskich lub od sztucznych stopów metali większą porowatością.



Rys. 31. Promienista budowa chondr

Żelazne meteoryty wyróżniają się jeszcze jedną cechą: są one dość miękkie i łatwo dają się kuć na zimno, lecz nie podlegają hartowaniu.

Średni ciężar właściwy meteorytów jest następujący:

żelazne	7,72
mezosyderyty	5,60
pallasyty	4,74
kamiennie	3,54

W wyniku szczegółowych badań, przeprowadzonych nad wewnętrzną mikrostrukturą meteorytów, ujawniono niezwykle ciekawe zjawiska strukturalnych zmian, posiadające ważne znaczenie dla zgłębienia warunków istnienia meteorytów w •przestrzeniach międzyplanetarnych.

Szczegółowymi badaniami owych strukturalnych zmian w meteorytach zajmował się w ostatnich latach członek Akademii A. Zawaricki. Jest on odkrywcą tych meteorytów kamiennych (chondrytów), które od chwili powstania nie zmieniają, ogólnie biorąc, swojej struktury. A. Zawaricki doszedł do wniosku, że zmiany struktury meteorytów wywoływane są wielokrotnym nagrzewaniem meteorytów przez promienie słoneczne podczas przechodzenia ich w pobliżu Słońca w przeciągu długiego czasu istnienia meteorytów.

Niedawno została opracowana metoda określania wieku różnych skał ziemskich. Pod wiekiem w tym wypadku rozumie się ten okres czasu, który minął od chwili stwardnienia tych skał. W wyniku tego został obliczony wiek skorupy ziemskiej, który liczy 3,5 miliarda lat.

Określanie wieku oparto na wykorzystaniu zjawiska radioaktywnego rozpadu niektórych pierwiastków chemicznych. Jak nam obecnie wiadomo szereg pierwiastków chemicznych ulega ustawicznemu rozpadowi, przekształcaniu się w zupełnie inne pierwiastki. Rozpad ten przebiega z absolutną systematycznością w czasie. Dlatego, jeżeli określimy w jakimkolwiek kawałku skały ilość zawartego w niej radioaktywnego pierwiastka chemicznego i produktu jego rozpadu, to na podstawie wzajemnego stosunku tych ilości możemy obliczyć okras czasu, w którym przebiegł rozpad radioaktywnego pierwiastka. Wyżej przedstawiona metoda określania wieku zastosowana została również w badaniach meteorytów. Pierwsze doświadczenia przeprowadzone w celu określenia wieku meteorytów, zostały poczynione 15 lat temu w Angli przez uczonego, Panetha. W celu określenia wieku meteorytu badał on pierwiastek radioaktywny *uran* i produkt jego rozpadu *hel*, które zawarte są w meteorytach. Na podstawie stosunku helu do uranu uczoney określił wiek meteorytu. Określił on w ten sposób wiek kilkudziesięciu żelaznych meteorytów. W wyniku jego badań okazało się, że różne meteoryty mają rozmaity wiek, w granicach od 60 milionów do 7 miliardów lat. Wynik tych obliczeń spotkał się z pewnym niedowierzaniem, uczonych. Po pierwsze, nie

było zrozumiałe, dlaczego w tak wielkich granicach waha się wiek "meteorytów, po drodze, dlaczego wiek najbardziej „starych” meteorytów przekracza dwukrotnie wiek skorupy ziemskiej. Jednak wątpliwości te rozwiąły najbliższe lata. Okazało się, że hel, będący produktem, rozpadu uranu i zawarty w meteorytach, łąt-wo się z nich ulatnia, W międzyplanetarnych przestrzeniach meteoryty podlegają kosmicznemu promieniowaniu. W wyniku tego zachodzi w nich dodatkowe powstawanie helu. Tak więc metoda Panetha okazała się nie dość ścisła, a otrzymane za jej pomocą wyniki — dalekie od prawdy.

W ostatnich latach w celu określenia wieku meteorytów została zastosowana przez radzieckiego uczonego E. Gerlingera inna metoda, opracowana i sprawdzona przez niego. Metoda ta opiera się na określeniu zawartości w meteorytach potasu i argonu. Jak się okazało, potas jest pierwiastkiem radioaktywnym, a argon to produkt rozpadu potasu. Lecz metodą tą można określać wiek jedynie kamiennych meteorytów, ponieważ tylko w nich potas i argon zawarte są w ilościach dostatecznych i możliwych do zmierzenia.

Przeprowadzone przez Gerlinga badania nad wiekiem pięciu kamiennych meteorytów wykazały, że „najstarsze” meteoryty liczą 3 miliardy lat. Jak więc widzimy, są one nieco „młodsze” od skorupy naszej Ziemi, jak tego zresztą uczeni się spodziewali. Następne trzy badane przez niego meteoryty są jeszcze „młodsze” — ich wiek określa się w granicach od 600 milionów do 2 miliardów 400 milionów lat. Równocześnie odkryty został bardzo ciekawy i istotny fakt: „najstarsze” okazały się meteoryty, których struktura nie wykazuje żadnych zmian, odwrotnie — najmłodsze są meteoryty o strukturze zmienionej.

Obecnie określanie wieku meteorytów i zbadanie zależności wieku od strukturalnych ich właściwości jest jednym z najważniejszych zadań, nad rozwiązaniem którego pracują radzieccy uczeni. Można spodziewać się, że najbliższe lata przyniosą nowe, ciekawe i ważne odkrycia.

IX. POCHODZENIE METEORYTÓW

Skąd i w jaki sposób spadają meteoryty na Ziemię. wiemy już teraz. Ale jak one powstają? Jaka jest ich rola w układzie słonecznym? Jaki jest ich stosunek do pochodzenia planet, a w tej liczbie i Ziemi? Oto pytania, o które obecnie postaramy się dać odpowiedź.

Ażeby znaleźć odpowiedź na te pytania, rozpatrzmy najpierw dane współczesnej nauki o ciałach niebieskich układu słonecznego i zestawmy owe dane z tymi wiadomościami o meteorytach, które otrzymano w rezultacie ich badań.

Czytelnicy wiedzą na pewno, że wokół Słońca będącego jedną z wielu gwiazd poruszają się po określonych orbitach planety. Jest ich dziewięć. Do tych to właśnie planet należy również nasza planeta — Ziemia. Planety te według odległości od Słońca, czyli według promieni ich orbit, położone są w następującym porządku: *Mercury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun, Pluton* (rys. 32). Większość z tych planet posiada satelitów. Na przykład Ziemia, jak wiemy, ma jednego satelitę — *Księżyc*, *Mars* ma dwu satelitów, *Jowisz* aż jedenaście itd. Dalej wiadomo, że pomiędzy orbitami *Marsa* i *Jowisza* jest większa ilość małych planet nazywanych *asteroidami*. Asteroidy krążąc wokół Słońca, każdy po swojej określonej orbicie, tworzą w całości jakby pas wokoło Słońca (rys. 33). Największy asteroid, noszący nazwę *Ceres* ma średnicę 786 kilometrów. A oto średnice trzech następnych największych asteroidów: *Pallady* — 483 kilometry, *Westy* — 385 kilometrów i *Junony* — 193 kilometry. Pozostałe asteroidy, tak zwane planety karły, mają średnice jeszcze mniejsze.

Obecnie znane są nam asteroidy, których średnice nie przekraczają 1–2 kilometrów. Nie można już ich nawet nazwać planetami, są to po prostu duże odłamki skał, krążące w przestrzeniach międzyplanetarnych. Astronomowie prawie co roku odkrywają nowe asteroidy

w miarę zastosowania coraz większych i silniejszych teleskopów. Należy powiedzieć, że wszystkie wielkie asteroidy są już obecnie odkryte; znane są również ich orbity. Lecz co się tyczy małych asteroidów, to możemy z pewnością powiedzieć, że ogromna ich liczba jest jeszcze nie odkryta. Należy się jednak spodziewać, że w miarę zastosowania jeszcze silniejszych niż obecnie teleskopów, uczeni, stosując ponadto specjalne metody obserwacji, odkryją w przyszłości tak małe asteroidy, jak niektóre meteory, które wpadają w ziemską atmosferę, a potem, spadają na powierzchnię Ziemi w postaci meteorytów.

W ten sposób więc można stwierdzić, że meteory i asteroidy tworzą nieprzerwany szereg ciał, od dość dużych mas do znikomo małych pyłków.

Zbadanie fizycznych własności asteroidów pozwoliło stwierdzić, że wszystkie one mają nieregularne odłamkowe kształty. Ta cecha asteroidów wynika ze zmiany natężenia ich blasku. Astronomowie stwierdzili, że w określonym momencie asteroid ma najsilniejsze natężenie blasku. Potem, po pewnym czasie, jasność tego asteroidu słabnie. Asteroid staje się wciąż mniej i mniej jasny. W końcu jasność asteroidu zaczyna znów wzrastać i po określonym czasie osiąga ona pierwotną siłę. Takie wahania jasności u większych asteroidów powtarzają się periodycznie. Wytłumaczyć je można tym, że asteroidy mają



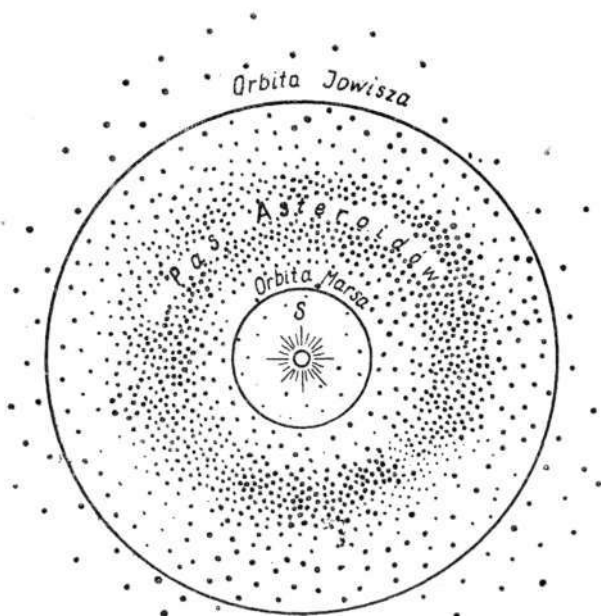
Rys. 32. Układ słoneczny (schemat)

nieregularne kształty. W wyniku tego przy ruchu asteroidu wkoło jego osi widzimy z Ziemi to większą, to znów mniejszą jego powierzchnię. Dlatego właśnie jasność asteroidów ulega wahaniu.

Dalej, drogą obserwacji za pomocą specjalnych przyrządów ustalono, że asteroidy mają ogólnie szarą powierzchnię. Obliczenie orbit, po których krążą asteroidy, wykazało, że wiele z nich przy swoim ruchu wokół Słońca wychodzi daleko poza granice pasa położonego pomiędzy orbitami *Marsa* i *Jowisza* i zbliża się do Ziemi i innych bliżej Słońca położonych planet,

Teraz z kolei zajmiemy się wynikami badań przeprowadzonych nad meteorytami i postaramy się zapoznać z nimi czytelnika.

Przede wszystkim w ostatnim dziesięcioleciu zostało ostatecznie ustalone, że ciała meteorytowe poruszają



Rys. 33. Pas asteroidów (rysunek schematyczny)

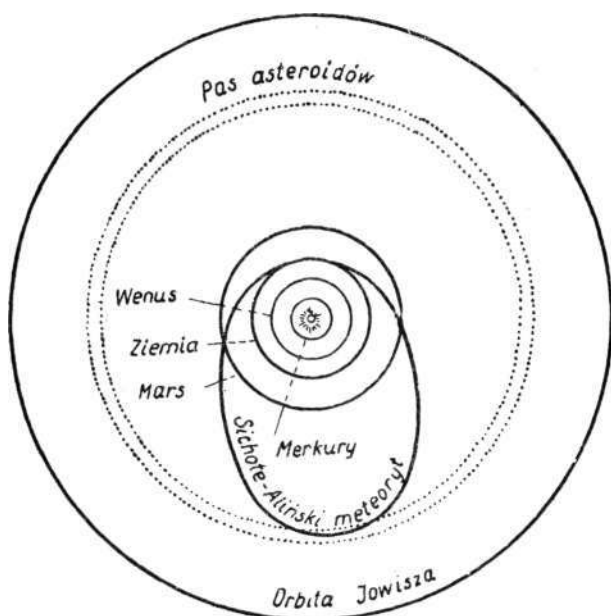
się w przestrzeni międzyplanetarnej z taką prędkością, z jaką krążą naokoło Słońca również większe planety i asteroidy w układzie słonecznym. Oznacza to, że ciała meteorytowe należą do układu słonecznego, a nie wpadają do niego z bardziej odległych, międzygwiazdnych przestrzeni. Istotnie, jeżeliby ciała meteorytowe wpadały do systemu słonecznego z zewnątrz, to powinny one poruszać się z większą szybkością, a ich orbity opisywałyby hiperbole. Wpadając do układu słonecznego z przestrzeni międzygwiazdowych i okrążywszy raz Słońce dookoła, ciała meteorytowe znów oddalałyby się od niego, ulatując ponownie w przestrzenie międzygwiazdowe. Poza tym stwierdzona prędkość ciał meteorytowych świadczy o tym, że poruszają się one po zamkniętych, eliptycznych orbitach i co z tego wynika, nieprzerwanie krążą one dookoła Słońca.

Ważne dla tych kwestii wyniki otrzymał w 1951 roku w ZSRR uczony, członek akademii W. Fiesienkow, który zbadał ruch w międzyplanetarnej przestrzeni meteorytu siehote-alińskiego. W. Fiesienkow stwierdził, że do chwili spadku na Ziemię meteoryt ten krążył po orbicie, bardzo podobnej do orbit licznych asteroidów. Jedną swą stroną orbita tego meteorytu zbieżna była z orbitą Ziemi, a drugą — przeciwną — stykała się z pasem asteroidów (rys. 34). Meteoryt wtargnął w atmosferę ziemską z szybkością około 14,5 kilometra na sekundę (w stosunku do Ziemi). Pierwotnie masa jego wynosiła około 1 500—2 000 ton, a średnica kilka metrów. Na podstawie tych i innych jeszcze danych. W. Fiesienkow doszedł do wniosku, że meteoryt siehote-aliński był jednym z licznych, małych asteroidów. To samo oczywiście można powiedzieć o meteorycie tunguskim.

Dalsze badania meteorytów doprowadziły uczonych do wniosku, że do chwili wtargnięcia do ziemskiej atmosfery meteorowe ciała mają, tak jak i asteroidy, nienierówne, odłamkowe kształty.

Jeszcze w dwudziestych latach bieżącego stulecia P. Czerwiński stwierdził istnienie szeregu prawidłowości w mineralnym składzie kamiennych meteorytów, wskazując, że meteoryty są odłamkami jednego lub kilku

większych ciał planetarnego układu. Nieco później badania A. Zawarickiego- doprowadziły do tego samego wniosku. Również i on doszedł do przekonania, że meteoryty tworzyły się w wyniku rozbicia jakiejś większej planety, istniejącej niegdyś w systemie słonecznym. Kamienne meteoryty gatunku achondrytów, stanowiące nieliczną grupę, są według A. Zawarickiego- stałymi odłamkami zewnętrznych warstw rozbitej planety. Jeszcze rzadsze meteoryty — chondryty węglowe — są odłamkami powierzchniowej warstwy owej planety. Podczas rozpadu planety jej głębsze warstwy i jądro podlegające ogromnemu ciśnieniu błyskawicznie roztopiły



Rys. 34. Orbita meteorytu sichote-alińskiego (według W. Fiesienkowa)

się przeobrażając się w składniki gazowe pod wpływem spadku ciśnienia i spadku w związku z tym pojemności cieplnej. W ślad za tym wewnętrzna materia planety szybko oziębiła się przeobrażając się w stałe odłamki. Z materii jądra planety utworzyły się żelazne meteory-

ty; z otoczki tego jądra — żelazokamienne, a z warstw powierzchniowych — kamienne meteoryty gatunku chondrytów. Tak przedstawia w streszczeniu A. Zawaricki warunki powstawania meteorytów. Zauważył on przy tym, że rozpad planety miał „spokojny przebieg”. Nie był to jakiś wybuch, który z wielką siłą rozprószyłby materię planety na wszystkie strony. Przeciwnie — podczas rozpadu materia planety nie uległa przemieszanu. W wyniku tego z wewnętrznych warstw planety powstały meteoryty jednego typu, a z zewnętrznych — drugiego.

Członek akademii W. Fiesienkow w swych licznych obserwacjach tak zwanego *Światła Zodiakalnego* doszedł do wniosku, że w międzyplanetarnej przestrzeni istnieje skupisko materii meteorytowej składającej się z cząsteczek o rozmiarach pyłku aż do olbrzymich głazów i brył. W sumie skupisko to daje słabe światło na niebie o stożkowatym kształcie, które nazywa się *Światłem Zodiakalnym*. Zjawisko to dobrze widoczne jest w krajach południowych. W naszej szerokości najlepsze warunki obserwacji *Światła Zodiakalnego* istnieją pod koniec zimy i wczesną wiosną. W okresie tym *Światło Zodiakalne* widoczne jest nawet nie uzbrojonym okiem wieczorem, zaraz po zgaśnięciu zorzy. Drugi okres najlepszej widoczności *Światła Zodiakalnego* przypada na jesień, kiedy zjawisko to widoczne bywa wczesnym rankiem, przed nastaniem porannej zorzy. Skupisko materii meteorowej zagęszczone jest akurat w pasie asteroidów.

Rozpatrując tak zwane małe planety słonecznego układu, czyli asteroidy, komety i meteoryty jako jeden kompleks niebieskich ciał, członek-korespondent Akademii Nauk ZSRR, S. Orłów, na podstawie obserwacji zależności zachodzących pomiędzy tymi ciałami również stwierdził, że meteoryty pochodzą z rozpadu planety.

Wyłożone wyżej wyjaśnienie pochodzenia meteorytów przedstawia obecnie roboczą hipotezę, którą uznaje większość radzieckich uczonych. Jednak hipoteza rozpadu planety, chociaż przemawia za nią wiele faktów ma jeszcze wiele punktów albo przeciwnych tej hipotezie, albo nie znajdujących w niej wyjaśnienia. Oto

dlaczego nie są jeszcze ostatecznie rozwiązane problemy pochodzenia meteorytów, nad którymi wciąż pracują radzieccy uczeni.

Kierując się w swych pracach nad zgłębieniem meteorytów hipotezą rozpadu planety, radzieccy uczeni opierają się na jednym z głównych praw materializmu dialektycznego: „W przeciwieństwie do metafizyki, dialektyka rozpatruje przyrodę nie jako stan spoczynku i bezruchu, zastoju i niezmienności, lecz jako stan ciągłego ruchu i przeobrażania się, nieustannej zmienności i rozwoju, gdzie zawsze coś powstaje i rozwija się, coś niszczy i dobiega kresu swego istnienia”.*

W czasie tworzenia się systemu słonecznego, kiedy powstały planety, a w tej liczbie i nasza Ziemia, rozwój jego nie zatrzymał się na tym. Powstałe ciała niebieskie dalej przeobrażały się i rozwijały. Każda planeta przechodziła swą drogę rozwojową w stosunku do jej cech: rozmiarów odległości od Słońca, składu, fizycznych własności itd. Możliwe jest, że dla jednej z tych planet, a mianowicie dla tej, która krążyła po orbicie pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza, zaistniały takie warunki w procesie jej rozwoju, które przywiodły ją do rozpadu.

Na podstawie określenia wieku ziemskiej skorupy obliczono, że skorupa ta powstała 3,5 miliarda lat temu. Określenie wieku „najstarszych” meteorytów, jak już mówiliśmy, wykazało, że meteoryty te powstawały 3 miliardy lat temu. Jak z tego wynika, również rozpad planety nastąpił 3 miliardy lat temu, to jest 500 milionów lat po stwardnieniu skorupy naszej planety.

Jakie przyczyny spowodowały rozpad planety, dotąd nie wiadomo. Jednak na podstawie współczesnych danych naukowych możemy z całą pewnością twierdzić, że w obecnym okresie układ słoneczny znajduje się w stanie ustabilizowanym. Współczesne dane wykazują, że przy istniejących warunkach planety układu słonecznego są w pełni ustabilizowanymi ciałami niebieskimi i nie mogą ulec rozpadowi.

* *J. Stalin, Zagadnienia leninizmu.* str. 674. Wyd. K i W, r. 1951.

Niewątpliwie możemy powiedzieć, że problem pochodzenia meteorytów zostanie rozwiązany przez uczonych radzieckich, opierających się na najważniejszym prawie materializmu: „...nie ma na świecie rzeczy niepoznawalnych, są tylko rzeczy jeszcze nie poznane, które zostaną odkryte i poznane za pomocą nauki i praktyki”.*

* Historia WKP(b), str. 128, KiW. 1950 r.

X. SPADKI I ZNALEZISKA METEORYTÓW W ZWIĄZKU RADZIECKIM

Jak to już zostało powiedziani©, na terytorium Związku Radzieckiego znaleziono i umieszczono w muzeach meteoryty ze 124 spadków. Wiele z nich znaleziono zaraz po ich spadku, inne odkryto zupełnie przypadkowo. Jasne jest, że wymieniona liczba stanowi tylko znikomo małą część tych meteorytów, które spadły na terenie Związku Radzieckiego w ciągu 150 lat, to jest od chwili, kiedy zaczęto je badać.

Dzięki wielkiemu zainteresowaniu meteorytami najszerszych rzesz społeczeństwa udało się zebrać ciekawe i ważne opisy spadania wielu meteorytów. Na podstawie tych opisów dla niektórych z nich udało się nawet wyznaczyć drogi ich lotu w atmosferze ziemskiej i orbity w przestrzeni międzyplanetarnej, badać niektóre fizykochemiczne zjawiska, zachodzące podczas lotu meteorytów w ziemskiej atmosferze.

Opiszemy teraz krótko najciekawsze spadki meteorytów na terenie Związku Radzieckiego, które zdarzyły się w bieżącym stuleciu.

22 maja 1904 roku o godzinie 11 minut 34 wieczorem spadł pierwszy taki meteoryt. Rozprysnąwszy się w powietrzu na wielką ilość kawałków, spadł on w postaci deszczu meteorytowego w pobliżu miasta Barnału nad brzegiem Jeziora Teleuckiego. Śpiących w owym czasie w baraku drwali obudził gromowy odgłos towarzyszący spadkowi deszczu meteorytów. Gdy wybiegli oni z baraku, słyszeli stuk spadających na dach baraku kamieni. W następnym dniu zebrali

wokół baraku dziesiątki maleńkich meteorytów o masie 1—2 gramy każdy.

18 października 1916 roku o godzinie 11 minut 45 w dzień, według miejscowego czasu, przy bezchmurnym niebie w pobliżu wsi Bogusławki spadł największy na świecie w tym okresie meteoryt, którego spadek był zaobserwowany. Spadek meteorytu poprzedziło silne zjawisko świetlne — przelot po niebie olbrzymiego bolidu, który pozostawił za sobą wyraźny, jakby dymowy, ślad. Po spadku (meteorytu znaleziono dwie bryły. Większa z nich o masie 199 kilogramów spadła na grunt piaszczysty i utworzyła w nim lej głęboki na 130 centymetrów; średnica jego wynosiła 280 centymetrów. Druga waży 58 kilogramów i spadła pół kilometra od pierwszej bryły na grunt gliniasty, tworząc w nim lej głęboki na 2 metry, o średnicy 90 centymetrów.

27 lutego 1918 roku w dzień wielki kamienny meteoryt o masie 120 kilogramów spadł w ogrodzie wsi Głazatowo, w byłej twerskiej guberni. Meteoryt spadł przy niebie zachmurzonym i padającym śniegu. Zagłębił się w ziemię na 14 centymetrów, tworząc jamę o średnicy 1 metra. Wkoło jamy, w odległości 20—30 metrów, rozrzucone zostały bryłki ziemi. Spadek meteorytu widzieli dwaj mali chłopcy, którzy zauważyli, jak ziemia wzciała do góry. Meteoryt ten, gdy go znaleziono, był już chłodny, lecz woda jeszcze na nim nie zamarzła.

W tym samym roku, 6 września, około 3 godziny po południu ze wschodu na zachód, nad północnymi krańcami byłej guberni saratowskiej przeleciał jasny bolid. Na oczach obserwatorów rozdzielił się on najpierw na dwie części, a potem jedna z tych części jeszcze raz rozpadła się na dwie. Zaobserwowano również obfite iskry, a po zgaśnięciu bolidu na niebie pozostał jasny ślad. Dały się słyszeć także zjawiska dźwiękowe. W następnym dniu na okolicznym obszarze odnaleziono cztery meteoryty, przy czym skrajne punkty ich spadku były od siebie odległe o 130 kilometrów. Ogólny ciężar znalezionych kamieni równał się w przybliżeniu 220 kilogramom.

Wczesnym rankiem 1 marca 1929 roku, kiedy jeszcze było ciemno, spadł kamienny deszcz meteorytowy

w pobliżu wsi Chmielewki byłego omskiego okręgu. Spadek deszczu meteorytowego poprzedził przelot po niebie wielkiego bolidu, który jasno oświetlił okolice znacznego terytorium. Naoczni świadkowie zauważyli, że bolid oświetlił okolicę tak jasno, jak bywa w dzień. W kilka minut po zgaśnięciu bolidu dał się słyszeć silny grzmot, a następnie łoskot. Gdzieniegdzie dzwoniły szyby w oknach, drżały ściany, otwierały się drzwi, trzęsły się domy, a nawet zauważono trzęsienie gruntu. Wielu śpiących mieszkańców obudziły te zjawiska.

Meteoryty znaleziono dopiero w lecie podczas sianokosów, w odległości 3 kilometrów od Chmielówki. Jeden meteoryt odnalazł kosiarz, którego kosa trafiła na „kamień” leżący na powierzchni gruntu. Na łące znaleziono pięć meteorytów. Jednak meteoryty te zagubiono i zachował się tylko jeden, o masie 6 kilogramów. Przechowywał go pewien wieśniak, u którego znalazł go profesor P. Drawert, który przez wiele lat niestrudzenie zajmował się zbieraniem meteorytów i badaniem warunków towarzyszących ich spadaniu na Ziemię.

Ciekawy, kamienny meteoryt spadł w dzień 20 kwietnia 1930 roku we wsi Staroje Boryskino nad średnią Wołgą. O meteorycie tym była już mowa wyżej — jest to ten sam meteoryt, w którym po raz pierwszy odkryta została woda konstytucyjna.

Spadek meteorytu poprzedził przelot po niebie słabo widocznego bolidu i silne odgłosy grzmotów. Po zgaśnięciu bolidu na bezchmurnym niebie pozostał ślad w postaci cienkiej, dymowej smużki. Liczni naoczni świadkowie, znajdujący się w momencie spadku meteorytu pod gołym niebem, opowiadali, że kilka minut po przelocie bolidu dał się słyszeć dźwięk wydawany przez zbliżający się do Ziemi meteoryt, a potem rozległ się trzask, gdy meteoryt spadł na grunt. Zarył się on w ziemię na głębokość kilkudziesięciu centymetrów i gdy wydobyto go stamtąd był jeszcze ciepły. Meteoryt ważył ponad jeden kilogram. W odległości trzech kilometrów od miejsca spadku tego kamienia, na skraju wsi Staroje Boryskino, w tym samym dniu zna-

leżono drugi meteoryt, o ciężarze 300 gramów. Meteoryt ten leżał wśród traw w pobliżu drogi.

2 października 1933 roku wczesnym rankiem spadł niewielki, lecz bardzo ciekawy kamienny deszcz meteorytów w pobliżu wsi Staroje Pieisjano w kurganckim obwodzie. Podczas spadku dał się zaobserwować bardzo jasny bolid, który mocno oświetlił okolice i pozostawił za sobą wyraźny ślad. Siad ten wkrótce zdeformował się, przyjął zygzakowatą formę i szeroko rozpląnął się, po niebie. Słyszano również łoskot przechodzący w grzmoty, jak również gdzieś tam zauważono trzęsienie skorupy ziemskiej i zabudowań. Deszcz meteorytowy spadł niedaleko za wsią. Kołchoźnicy zebrali ponad dziesięć kamiennych meteorytów o łącznym ciężarze ponad trzy kilogramy. Meteoryty te, jak się okazało, są rzadko spotykane, posiadają jasną otoczkę opalenizny i oryginalną strukturę wewnętrzną.

Wieczorem 26 grudnia tego samego roku spadł obfity, kamienny deszcz meteorytowy w pobliżu przysiółka Pierwomajskoje w juriew-polskim rejonie byłego obwodu iwanowskiego. Spadek deszczu meteorytowego poprzedził przelot po niebie bardzo jasnego bolidu, który jasno oświetlił okolicę na obszarze kilku obwodów. Liczni naoczni świadkowie tego zjawiska przysłali do Komitetu Meteorytowego dokładny opis zjawisk towarzyszących spadaniu obserwowanego przez nich bolidu. Opisy te pozwoliły uczonemu L. Kulikowi wyznaczyć miejsce, gdzie powinien być spaść deszcz meteorytów. Potem wyjechał on w te okolice i rzeczywiście do czasu jego przyjazdu okoliczni mieszkańcy znaleźli już w tym miejscu kilka kamiennych meteorytów. Na wiosnę następnego roku L. Kulik powtórnie wyjechał: do tego rejonu i przy pomocy studentów zebrał w granicach przysiółka Pierwomajskoje 97 kamiennych odłamków meteorytowych o łącznej masie około 50 kilogramów. Meteoryty rozsiały się na obszarze około 25 kilometrów kwadratowych i leżały na powierzchni gruntu ornego.

10 kwietnia 1935 roku wieczorem mały meteoryt kamienny o ciężarze 637 gramów spadł w pobliżu miłjanki kolejowej Sungacz, Spadek meteorytu zauważył

przechodzący tamtędy w tym momencie patrol straży pogranicznej. Znaleziony meteoryt oddano do Ohabarowskiego Muzeum Krajoznawczego, skąd oddano go do Akademii Nauk ZSRR.

W tymże samym roku w dzień, 11 lipca, niedaleko przysiółka Nikołajewka w Kazachskiej SRR spadł niewielki, kamienny meteoryt o ciężarze niewiele ponad 4 kilogramy. W chwili spadku wielu kołchoźników widziało przelot po niebie jasnego bolidu, który pozostawił po sobie ślad na niebie. Po zagaśnięciu bolidu dał się słyszeć grzmot, a po chwili kołchoźnicy ujrzeli obłok pyłu, który podniósł się, w miejscu spadku meteorytu. Myśląc, że to upadła bomba, nie śmieli zrazu podejść do miejsca, na którym spadł meteoryt, a gdy zbliżyli się, ze zdumieniem stwierdzili, że w ziemi tkwi czarny kamień, który do tego czasu zdążył już ostygnać. Odłupawszy od niego mały kawałek, zostawili go na miejscu. Jednak uczeń trzeciej klasy Misza Dudkin pomyślawszy, że kamień ten może przedstawiać jakąś wartość dla nauki, przyniósł go do kołchozowego magazynu. Potem kierownictwo kołchozu odesłało go do redakcji rejonowej gazety, skąd z kolei wysłano ów meteoryt do Akademii Nauk ZSRR.

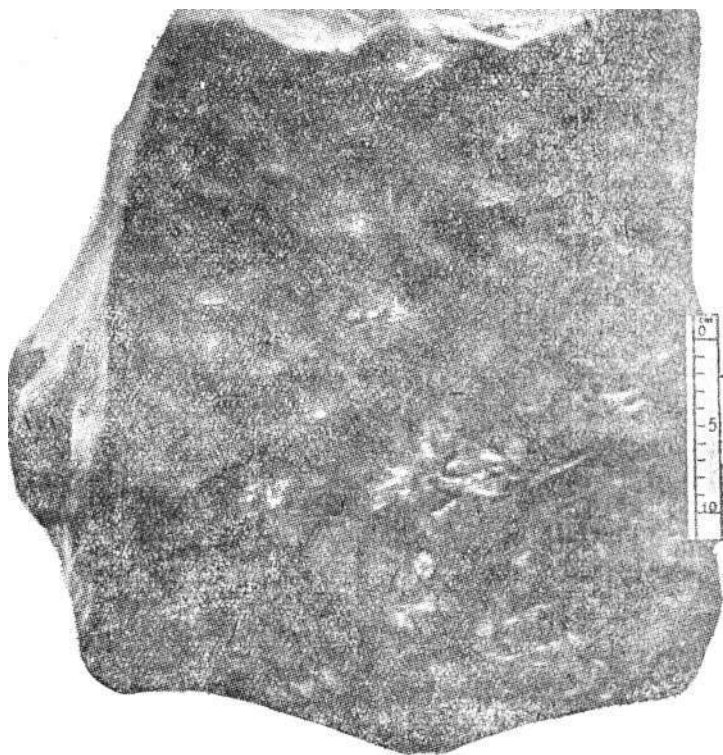
Nieznaczny, lecz niezwykle interesujący kamienny deszcz meteorytowy spadł nocą 2 kwietnia 1936 roku we wsi Jurtuk obwodu Zaprożkiego w USRR. Spadkowi tego deszczu; meteorytowego, towarzyszyły zjawiska świetlne i dźwiękowe, lecz ponieważ działo się to w nocy, naocznych świadków tego spadku jest niewielu. Bolid widzieli głównie kołchozowi stróże, którzy właśnie opowiedzieli o oglądanym przez siebie zjawisku. Na następny dzień na uliczkach wsi znaleziono meteoryty, z których każdy ważył mniej niż kilogram. Tylko jeden okaz miał masę większą od kilograma. Spadł on na dachówkowy dach domu mieszkalnego, przebił dachówkę i zatrzymał się na strychu. Tutaj znaleźli go kołchoźnicy, którzy zauważyli dziurę w dachu.

Obfity kamienny deszcz meteorytów spadł w dzień 13 września 1937 roku w Tatarskiej ASRR. W czasie tym wielu kołchoźników pracowało w polu i dlatego byli naocznymi świadkami deszczu meteorytowego.

Słyszeli oni grzmoty i łoskot, niektórzy nawet zauważyli spadki samych meteorytów, podnoszących obłoki pyłu. Jednak przelot bolidu po niebie widzieli tylko bardzo nieliczni spośród nich, ponieważ nie odznaczał się on wielką jasnością w stosunku do światła dziennego i przez większość kołchoźników nie został zauważony na słonecznym niebie. Jedna z kołchożnic, obok której w odległości czterech metrów spadł meteoryt o masie 53 kilogramów, została zwalona z nóg przez silny podmuch fali powietrznej. Największy kamień, odnaleziony przez kołchozowego pasterza niedaleko wsi Kainsaz, ważył 102,5 kilograma (rys. 35). Przy spadku meteoryt ten połamiał gałęzie drzew i utworzył jamę głęboką prawie na jeden metr. Najmniejszym egzemplarzem jest meteoryt wielkości orzecha laskowego i waży 7,6 grama. Spadł on na drogę. Znaleźli go przechodzący tamtędy kołchoźnicy. Ogółem zebrano ponad dwadzieścia egzemplarzy o łącznym ciężarze około 200 kilogramów. Skrajne punkty rozsiania omawianego deszczu meteorytowego odległe są od siebie o ponad 30 kilometrów.

11 stycznia 1938 roku w dzień w pobliżu wsi Lawrentiewki czałowskiego obwodu spadł niewielki kamienisty meteoryt o masie około 800 gramów. Spadkowi meteorytu towarzyszyły gromowe odgłosy, które słyszeli liczni (mieszkańcy wsi. Jednak bolidu nikt nie zauważył, chociaż niebo było bezchmurne. Meteoryt spadł w odległości 18 metrów od przechodzącego polem myśliwego. Ten zauważył, że meteoryt, który spadł na zamarzniętą, lecz nie pokrytą śniegiem ziemię, zakręcił się jak bąk. Podbiegł do niego i podniósł go; kamień był gorący, tak że nie można go było utrzymać w ręce. O spadku meteorytu dowiedział się agronom, który wzmiankę o tym zamieścił w miejscowej gazecie. Wzmianka ta została przedrukowana w gazecie okręgowej, a potem w centralnej gazecie ukazała się krótka notatka o spadku meteorytu. Tą drogą doszła wiadomość o spadku meteorytu do Komitetu Meteorytowego. Potem w rejon spadku wydelegowany został pracownik naukowy Komitetu, który obejrzał miejsce spadku, a meteoryt powędrował do Akademii Nauk ZSRR.

W dzień 23 maja tego samego roku w mieście Pawłodarze w Kazachskiej SRR spadł drugi w tej republioe kamienny meteoryt. Przy spadku tego meteorytu nikt nie zauważył żadnych zjawisk świetlnych, chociaż niebo w tym czasie było bezchmurne. Jeden z odłamków owego meteorytu o masie około 300 gramów spadł na ulicę miasta obok przechodzących jego mieszkańców, którzy pdnieśli go, gdy był jeszcze gorący. Drugi egzem-



Rys. 35. Największy egzemplarz kamiennego meteorytowego deszczu Kainsaz o masie 102 % kilograma, który spadł 13 września 1937 roku w Tatarskiej ASRR

plarz o masie około 100 gramów spadł na plac miejski., także na oczach mieszkańców miasta. Szkoda, że obydwa meteoryty zostały przez nich rozbite na drobne kawałki, z których zachowały się bardzo nieliczne.

Wreszcie 9 października tego samego roku w nocy w granicach wsi Żowtnewo stalińskiego obwodu USRR spadł znaczny deszcz kamiennych meteorytów. W momencie spadku wielu okolicznych rolników jechało na targ do pobliskiej rejonowej wsi. Dlatego jest wielu naocznych świadków tego zjawiska. Spadek meteorytu poprzedził przelot po niebie bardzo jasnego bolidu, który na oczach świadków tego zjawiska rozpadł się w powietrzu na kilka części. Okolice w tym momencie na przestrzeni stu kilometrów wokoło była oświecona jasnym migotliwym blaskiem. Po chwili, gdy znikł bolid i znów zapadła ciemność, rozległ się ogłuszający łoskot. W kilka dni po opisanych zjawiskach jedna z kołchożnic znalazła przy zbieraniu kukurydzy jeden z meteorytów. Miał on masę 32 kilogramy i leżał w jamie o głębokości około 70 centymetrów i średnicy około 50 centymetrów. Po miesiącu uczeń 9 klasy Paweł Matwiejenko w odległości dwa i pół kilometra od miejsca znalezienia poprzedniego meteorytu, znalazł drugi kamień o masie około 19 kilogramów. Meteoryt ten., który spadł również na pole, przy uderzeniu! w grunt rozbił się na dwie części. Dwa kamienie o ciężarze 21 i 13 kilogramów znaleziono dopiero na wiosnę następnego roku podczas podorywki pól przez traktorzystów. Obydwa meteoryty leżały w utworzonych przez siebie jamach w odległości około jednego kilometra jeden od drugiego. W następnym z kolei roku miejscowi mieszkańcy znaleźli jeszcze kilka egzemplarzy. Łącznie z opisanego spadku zebrano 13 meteorytów o ogólnym ciężarze około 107 kilogramów. Niewątpliwie jednak wiele meteorytów, które spadły równocześnie iz poprzednimi, jeszcze nie znaleziono.

Ciekawy kamienny deszcz meteorytowy spadł 21 stycznia 1946 roku we wsi Krymka w odeiskim obwodzie. Jak stwierdzili uczeni R. Drejzyn i P. Suszczycki, deszcz meteorytowy spadł wieczorem przy całkowitym zachmurzeniu. Dlatego mało kto widział przelot bolidu.

Tylko niektórzy mieszkańcy zauważyli mknący pomiędzy zwałami chmur bolid. Oprócz tego na znacznym obszarze dało się zaobseirwować jasne oświetlenie okolicy. Meteoryty zostały znalezione po kilku miesiącach, już na wiosnę, po zejściu śniegu. Wpadły one w ręce miejscowej ludności podczas wiosennych prac na polu. Meteoryty leżały na powierzchni gruntu i tylko większe z nich nieco się w niego zagłębiły. Tym niemniej trzeba było dobrze wytężyć wzrok, aby zauważyć nieduże, czarne kamienie meteoryty. W przeciągu pięciu lat zebrano ponad 50 egzemplarzy o łącznej masie 20 kilogramów. Meteoryty były rozsiane na obszarze około 50 kilometrów kwadratowych. Największe egzemplarze ważyły po kilka kilogramów każdy, a najmniejsze zaledwie dziesiąte części grama.

11 czeirwca 1949 roku o godzinie 8.14 rano stosunkowo duży kamienny deszcz meteorytowy spadł w kunaszakskim rejonie czelabińskiego obwodu. Tutaj na obszarze ponad 150 kilometrów kwadratowych i w formie bardzo wyciągniętej elipsy o osi większej niż 35 kilometrów, znaleziono około dwudziestu meteorytów. Największy z nich ważył około 120 kilogramów, lecz przy spadku rozbił się na kilka części. Drugi co do rozmiarów egzemplarz ważył 40 kilogramów, trzeci 36 kilogramów, dwa następne w przybliżeniu po 2 kilogramy, jeden ponad kilogram i wreszcie ponad dziesięć meteorytów ważyło po kilkaset gramów każdy. Jeden z tych małych meteorytów (rys. 36) spadł na dach z papy suszalni zboża. Spadek deszczu meteorytowego poprzedził przelot po niebie oślepiająco jasnego bolidu. Widziano go na olbrzymim obszarze o powierzchni około 350 kilometrów. Był on tak jasny, że oślepiał wzrok. Po zniknięciu bolidu dały się słyszeć głośne grzmoty i łoskot, wielu miejscowych mieszkańców, w pobliżu których spadły meteoryty, słyszało wycie i świsty przybliżających się do Ziemi meteorytów. We wsiach, nad którymi przeleciał bolid, dały się odczuć wstrząsy ziemi i zauważono drżenie, a nawet pękanie szyb okiennych.

11 października 1950 roku wieczorem mały, kamienny meteoryt spadł w rejonie węgierskim obwodu

nowosybirskiego. Spadek poprzedził przelot po niebie jasnego bolidu, który był widoczny na obszarze o promieniu do 300 kilometrów. Po spadku znaleziono meteoryty — jeden o masie **10** kilogramów, a drugi — około 1 kilograma.

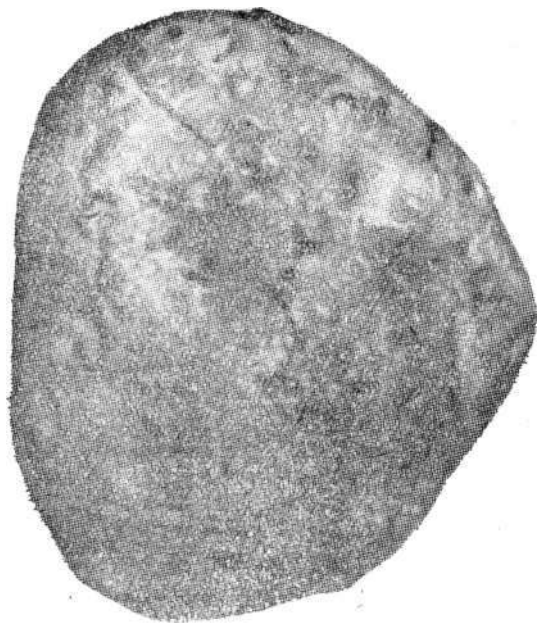
17 października 1950 roku około godziny **4.15** w dzień spadł dość duży, kamienny meteoryt w pobliżu stacji Jeleniówki w stalińskim obwodzie **USRR**. W wyniku całkowitego zachmurzenia nikt nie widział żadnych zjawisk świetlnych. Jednak wielu mieszkańców tego obwodu słyszało ostre, gromowe odgłosy i świst zbliżających się do ziemi odłamków meteorytowych, które rozsiały się na niewielkim obszarze. Znaleziono łącznie 7 kamieni o ogólnej masie 54 kilogramów.

20 października **1951** roku około 3 godziny w dzień spadł drugi w tym roku meteoryt w Kraju Stawropolskim. Również przy spadku tego meteorytu prawie nikt nie widział żadnych zjawisk świetlnych. Jednak niektórzy miejscowi mieszkańcy zauważyli pył, który podniósł się z miejsca, w którym spadł meteoryt. Meteoryt nie był duży, ważył tylko 1885 gramów. Jest to ostatni meteoryt, który spadł w Związku Radzieckim.

Teraz omówimy najciekawsze okazy meteorytów znalezionych przypadkowo, których spadania nikt nie widział.

W 1807 roku w pobliżu wsi Kaporienki, dziś brańskiego obwodu Białoruskiej **SRR**, znaleziono dwa żelazokamiennie meteoryty (pallasyty), które otrzymały wspólną nazwę *Bragin*. Później, po prawie stu latach, w końcu ubiegłego wieku, znaleziono w odległości około **15** kilometrów od wsi Kaporienki trzeci, dokładnie taki sam jak poprzednie, meteoryt o masie 182 kilogramów. W początku bieżącego stulecia na obszarze dwóch pierwszych znalezisk odkryto jeszcze dwa meteoryty, z których jeden znaleziono przy kopaniu studni wydobywając go z głębokości 90—**100** centymetrów. Drugi egzemplarz ważył 66 kilogramów. Obecnie znajduje się on w Akademii Nauk **ZSRR**. W **1927** roku w pobliżu wsi Kołybań odkryto jeszcze dwa meteoryty o masie około 500 i 300 gramów. Wreszcie w 1937 roku w odległości **pół** kilometra od wsi Kruki przy

kopaniu rowu, na głębokości 120 centymetrów, odkryto największy z tej grupy meteoryt o masie 270 kilogramów, a w roku 1918 w odległości 2 kilometrów na wschód od wsi Kaporienki na głębokości 30—40 centymetrów znaleziono jeszcze jeden meteoryt o ciężarze około 16 kilogramów. Oba te ostatnie meteoryty przechowywane były w Instytucie Geologii Białoruskiej Akademii Nauk, lecz zostały zniszczone przez faszystowskich barbarzyńców podczas okupacji Mińska.

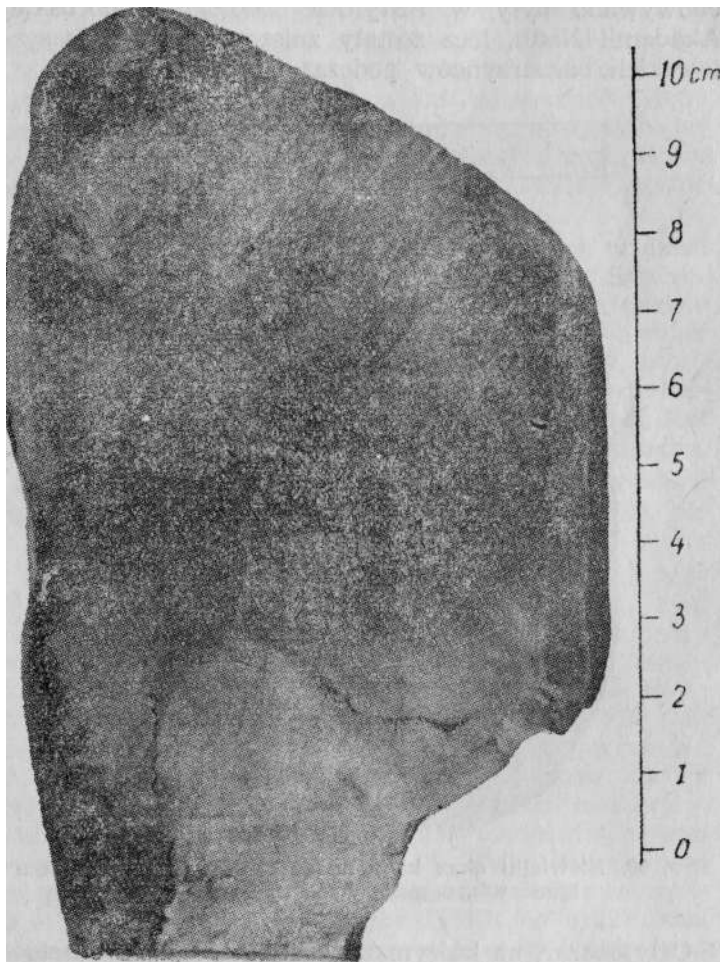


Rys. 36. Niewielki okaz kamiennego meteorytowego deszczu Kimasz ak, o masie około 250 gramów

Cały obszar, na którym znaleziono bragińskie meteoryty, rozciąga się w przybliżeniu na 15 kilometrów. Widocznie kiedyś bardzo dawno spadł tutaj deszcz

meteorytowy. Możliwe, że wielu meteorytów, które tutaj spadły, jeszcze nie odkryto. Łączna masa wszystkich znalezionych meteorytów wynosi około 638 kilogramów.

Ciekawym okazem jest również niewielki, kamienny meteoryt *Bierdiańsk* o masie 2,4 kilograma (rys. 37).



Rys. 37. Kamienny meteoryt Bierdiańsk o masie 2,4 kilograma, znaleziony w kurhanie

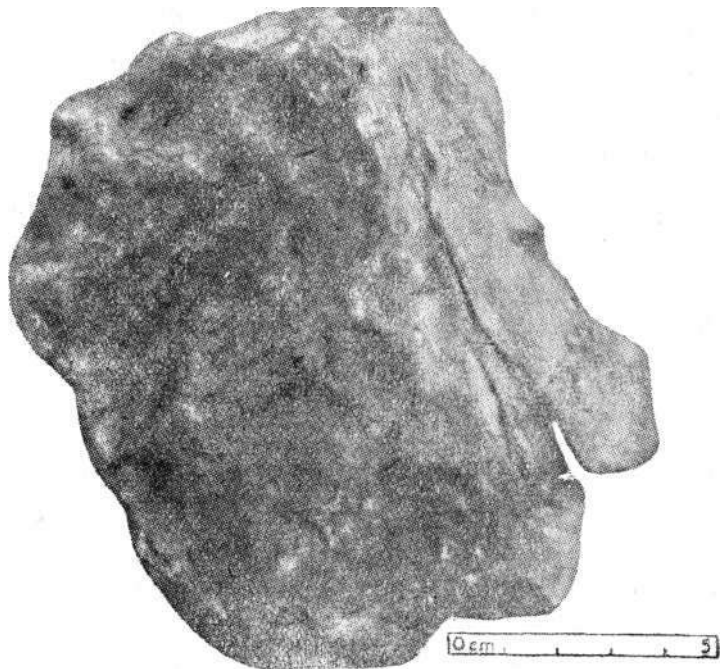
Przypuszcza się, że meteoryt ten został wydobyty z ziemi przy rozkopywaniu starego kurhanu na Dołudniu Ukrainńskiej SER. Jeśli tak rzeczywiście było, to można przypuszczać, że meteoryt ten spadł kilka tysięcy lat temu. Jest on więc jednym z najstarszych, nielicznych meteorytów na świecie.

W 1873 roku w tajdze w pobliżu wsi Syromołotowo, byłej jenijskiej guberni, odkryto wielki, żelazny meteoryt o masie 217 kilogramów. Jeden z miejscowych myśliwych, przechodząc przez tajgę, usiadł, aby odpocząć, na niewielkim pagórku, porośłym mchem. Siadając poczuł pod sobą jakiś twardy i zimny przedmiot. Zdarł z pagórka mech i zobaczył pod nim wystającą z ziemi żelazną bryłę. Wykopał ją i przywiózł do wsi, gdzie sprzedał swemu bratu kowalowi. Kowal chciał wykorzystać znalezione żelazo jako, materiał do różnych swoich wyrobów, ale ze zdziwieniem stwierdził, że nie nadaje się ono do hartowania i nie jest przydatne w rzemiośle kowalskim. Po jakimś czasie meteoryt został dostawiony do Akademii Nauk ZSRR.

Ciekawe odkrycie zostało dokonane w 1912 roku w podmytym brzegu rzeki Urgajtyk-Czinge, dziś w tuwińskim autonomicznym obwodzie. Znalezione tam około 30 odłamków żelaznego meteorytu różnych rozmiarów o łącznej masie około 80 kilogramów. Odłamki te były silnie zardzewiałe, tak że aż sypały się z nich warstwy rdzy. Oprócz tego odłamki odznaczały się swoistą formą; większość z nich była płaska, z nierównymi, jak gdyby poszarpanymi brzegami. Na niektórych odłampakach widoczne były także pęknięcia (rys. 38). Sądząc po takiej postaci odłamków można wyrazić przypuszczenie, że meteoryt, do którego one należały, spadł bardzo dawno, a masa jego musiała być olbrzymia, spadkowi jego, podobnie jak meteorytu tunguskiego, musiał towarzyszyć wybuch, w wyniku czego powstał krater.

Ciekawe są okoliczności towarzyszące znalezieniu kamiennego meteorytu *Jerofiejewka*. Prof. Drawert od czasu do czasu zamieszczał w kazachstańskich gazetach artykuły czytelników o możliwości znalezienia meteorytów w stepowych i pustynnych okolicach Kazach-

stanu. Artykuły cieszyły się dużą poczytnością najszer-
szych mas. I właśnie jeden z ich czytelników podczas
podróżowania po stepie w maju 1937 roku w grani-
cach wsi Jeraf iejewki, północno-kazachstańskiego

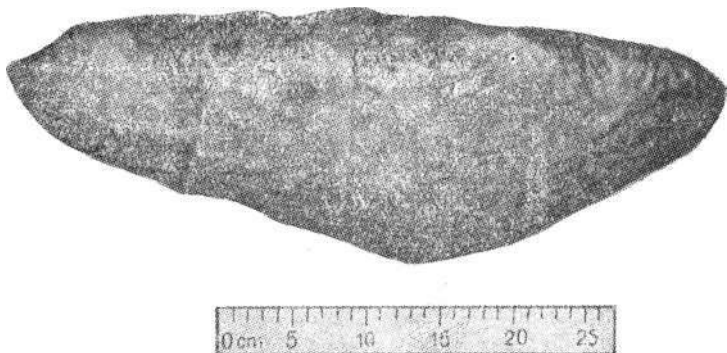


Rys. 38. Jeden z odłamków żelaznego meteorytu Czinge, zna-
leziony w 1912 roku w Tuwińskim Autonomicznym Obwodzie

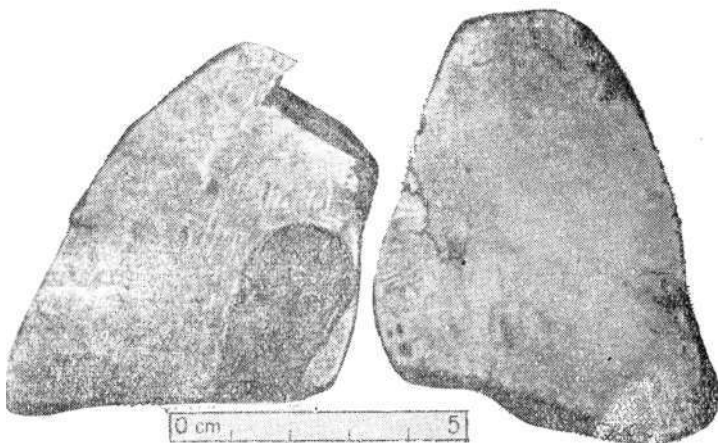
obwodu zauważył na brzegu jeziora sterczący ze
ziemi kamień. Kamień okazał się meteorytem, który
spadł prawdopodobnie kilka lat temu, jak świadczyło
o tym silne jego zardzewienie.

W 1938 roku w Górnej Szori nowosybirskiego
obwodu odkryta została żelazna bryła o ciężarze 123
kilogramów, która okazała się żelaznym meteorytem
(rys. 39).

W tym samym roku w basenie górnego biegu rzeki Kołomy znaleziono żelazny meteoryt *Maldiak*. Meteoryt o masie 992 gramy odkrył robotnik pracujący przy robotach ziemnych na głębokości 4,6 metra. Robotnik myślał, że jest to bryłka samorodnej platyny lub srebra. Jednak, gdy „zbadał” ją młotem, przekonał się,



Rys. 39. Żelazny meteoryt Czebankoł o masie 123 kilogramy, znaleziony w 1938 roku w obwodzie nowosybirskim



Rys. 40. Żelazny meteoryt Maldiak o masie 992 gramy, znaleziony w 1939 roku w basenie rzeki Kołomy. Meteoryt rozpiłowany na dwie części. Na rozpiłowanych powierzchniach widoczne są figury Widmanstattena

że jest to tylko kawałek żelaza, i dlatego wyrzucił go. Zwrócił jednak na to uwagę naczelny inżynier robót B. Wroński. W owym kawałku żelaza podejrzewał meteoryt. Rozpiłował go więc na dwie części i rozpiłowane powierzchnie poddał trawieniu kwasem. Po trawieniu wystąpiły na nich typowe figury Widimanstatte-na (rys. 40). W ten sposób więc stwierdził on, że ma do czynienia z żelaznym meteorytem.

Ostatnie przypadkowe odkrycie meteorytu w Związku Radzieckim zostało dokonane w sierpniu 1948 roku. W czasie tym znaleziono w pobliżu wsi Bogosłowski mołotowskiego obwodu w Kazachskiej SRR kamienny meteoryt o masie niewiele przekraczającej 2 kilogramy. Meteoryt znalazł dyrektor szkoły miejscowej A. Ciżow w czasie zbioru siana.

Przytoczony krótki opis przypadkowych odkryć meteorytów wykazał, jak różnorodne bywają okoliczności, odnajdywania meteorytów. Dlatego należy bardzo uważnie odnosić się do każdego przypadkowo znalezionego na polach kawałka żelaza, przypominającego swym wyglądem meteoryt. Wśród nich bowiem niekiedy mogą być rzeczywiście meteoryty.

XI. JAK OBSERWOWAĆ SPADANIE METEORYTÓW I PRZEPROWADZAĆ ICH POSZUKIWANIA

Ze wszystkiego, co zostało powiedziane w tej broszurze, czytelnicy mogli się przekonać, jak wielkie znaczenie naukowe mają meteoryty, jak ważne jest dokładne ich zbadanie. A więc powinniśmy po spadku meteorytów zebrać możliwie całą ich masę. Powyżej została już naświetlona rola, jaką odgrywają tu największe masy społeczeństwa — mieszkańcy różnych części kraju. Warto przytoczyć słowa znakomitego uczonego radzieckiego W. Wiernadzkiego, który powiedział: „...W tej dziedzinie nauki, dla osiągnięcia pomyślnych wyników w pracy naukowej niezbędne jest świadome uczestnictwo i zrozumienie znaczenia tych prac przez szerokie warstwy społeczeństwa”.

Przy każdym spadku meteorytu bardzo ważne jest, jak widzieliśmy, dokładne zanotowanie wszystkich dających się zaobserwować świetlnych, dźwiękowych i mechanicznych zjawisk. Opis taki, chociaż zrobiony nie przez specjalistę, lecz przez przeciętnego naocznego świadka, ale dokładny i według możliwości szczegółowy, bez przesady, podający w sposób wiarygodny wszystkie zaobserwowane zjawiska, może być potem naukowo opracowany przez uczonych. Szczególnie wielkie znaczenie mają wskazania naocznych świadków, dotyczące kierunku lotu bolidu, obserwowanego przy spadaniu meteorytu (położenia punktów początku i końca jego widzialnej drogi na niebie). Takie obserwacje, przeprowadzone w różnych miejscach i przez wielką ilość obserwatorów, stwarzają możliwość określenia miejsca spadku meteorytu (jeżeli dotychczas go

jeszcze nie znaleziono) i wyznaczenia jego toru w ziemskiej atmosferze, a więc i wyznaczenia orbity w przestrzeni międzyplanetarnej. Szczególnie ważne jest określenie, według możliwości, dokładnego położenia (azymutu i katowej wysokości) obłoku, który powstał na miejscu zniknięcia lub rozpadu (bolidu. Obłoczek taki często można zaobserwować w dolnym końcu śladu — zwykle jest on nieco ciemniejszy niż sam ślad, a niekiedy jest nawet prawie czarny. Obłoczek ten prawie zawsze tworzy się w zenicie (prosto nad głową obserwatora) w stosunku do miejsca spadku meteorytu. Dlatego wyznaczając położenie obłoku drogą obserwacji z różnych miejsc, można określić, nad jakim punktem był on położony, a następnie można wyznaczyć w przybliżeniu również miejsce spadku meteorytu, a więc rozpocząć jego poszukiwania.

Co roku do Komitetu Meteorytowego Akademii Nauk ZSRR przychodzą opisy licznych dziesiątków bolidów. Zdarza się, że opisy tego samego bolidu pochodzą od większej liczby naocznych świadków z licznych, odległych od siebie miejscowości. W takich wypadkach można stosunkowo dokładnie zbadać warunki ruchu bolidu i otrzymać nawet dość zbliżone do prawdy dane o jego orbicie.

Przystępując do opisu zaobserwowanego bolidu należy, w miarę możliwości, odpowiedzieć na następujące pytania:

1. Data i czas przelotu bolidu. Czas należy zapisać z dokładnością do minuty, według możliwie najdokładniejszego zegarka, jakim dysponuje obserwator.

2. Czasokres przelotu bolidu. Chodzi tu o czas, w ciągu którego widoczny był na niebie bolid. Czas ten należy podać w sekundach, nie można jednak brać pod uwagę czasu widoczności śladu, widnieje on bowiem na niebie jeszcze nawet kilka minut po zniknięciu bolidu.

3. Słyszalność anormalnych dźwięków. Pod nazwą tą, w odróżnieniu od dźwięków zwykłych, rozumiemy słabe dźwięki przypominające szmer, szelest, syk, skrzypienie itd., które można usłyszeć podczas

przelotu bolidu. Dźwięki te nie zawsze są słyszalne, ale niektórzy naocznymi świadkami spadania meteorów (ściślej, bolidu) je zanotowali.

4. **Kierunek ruchu bolidu.** W celu wyznaczenia rzeczywistego toru bolidu w ziemskiej atmosferze, obliczenia wysokości jego pojawienia się i zniknięcia, wyrażonych w kilometrach, a także dla wyznaczenia kierunku ruchu bolidu i nachylenia jego toru w stosunku do płaszczyzny horyzontalnej, należy podać tak zwane pozorne współrzędne punktów pojawienia się i zniknięcia bolidu. W tym celu należy za pomocą chociażby zwykłego kompasu zmierzyć azymuty, to jest kierunki do wyznaczonych na niebie punktów, i ich odległości zenitalne, wyrażone w jednostkach kątowych (stopniach). Wysokość kątową można zmierzyć za pomocą kątomierza. Ci z czytelników, dla których przeprowadzenie powyżej opisanych pomiarów będzie za trudnym zadaniem, powinni po prostu zanotować, w jakich kierunkach, w stosunku do znaczniejszych przedmiotów terenowych, lub według stron świata, ukazał się i znikł obserwowany bolid (na przykład bolid pojawił się na północnym zachodzie, znikł na południowym wschodzie itp.). Kątową wysokość można też podać w częściach odległości pomiędzy horyzontem a zenitem. Należy także odnotować, czy bolid został zaobserwowany w samym momencie jego rozbłysku (pojawienia się), czy po ukazaniu się, jak również czy bolid doleciał do horyzontu i skrył się za nim, czy zgasł (zniknął), zanim doleciał do horyzontu.

5. **Kształt bolidu.** Bolidy mają różne kształty: kuliste, cylindryczne, wrzecionowate i inne. W opisie należy zaznaczyć, jaki kształt miał obserwowany bolid, czy widoczny był może również ogon (nie mieszać go ze śladem) lub iskry, czy nie dzielił się on w powietrzu, i opisać inne podobne zjawiska, jakie można było zauważyć. W wypadku gdy widoczne było rozpadnięcie się bolidu, konieczne jest zanotowanie, na ile części rozpadł się, jak spadały jego części, w jakiej kolejności gasły (znikały), a także zaznaczenie, w jakiej części toru bolid rozpadł się.

6. **Kolor bolidu.** Należy zanotować kolor bolidu, jego ogona (jeżeli taki był) i iskier (jeżeli i one były

zaobserwowane). Jeżeli kolor bolidu był niejednakowy w różnych jego częściach lub zmieniał się podczas lotu, to wszystko to należy uwzględnić w opisie.

7. Rozmiar bolidu. Rozmiar bolidu podaje się w częściach księżycowej lub słonecznej tarczy, na przykład: 0,5, 0,3(3), 0,25, 0,75 itd. Rozmiar oprócz tego należy osobno podać dla głowy bolidu i dla jego ogona.

8. Siad bolidu. Jeżeli po bolidzie był widoczny ślad, to należy obserwować go w przeciągu całego czasu jego widoczności i opisać go dokładnie. W opisie należy zaznaczyć, jaki kształt miał ślad pierwotnie, jak potem kształt jego zmieniał się, w jakim kierunku poruszał się po niebie. Niezbędne jest również podanie ogólnego czasu, w jakim widoczny był ów ślad (od chwili jego powstania aż do zupełnego rozplynięcia się).

9. Zjawiska dźwiękowe i mechaniczne. W celu opisanja zjawisk dźwiękowych niezbędne jest przede wszystkim, aby zaznaczyć, w jakim okresie czasu po zgaśnięciu bolidu dał się słyszeć pierwszy odgłos, a potem, w jakiej kolejności następne. Należy także zanotować ilość odgłosów. Dalej należy zaznaczyć w swym opisie, czy ewentualnie dało się odczuć drżenie gruntu i zabudowań, czy drżały szyby w oknach lub dały się odczuć czy zaobserwować jakieś inne zjawiska mechaniczne. Jeżeli naoczny świadek — obserwator bolidu — znajdował się w pobliżu spadku meteorytu, to mógł usłyszeć uderzenie meteorytu o grunt. Oprócz tego mógł on usłyszeć szum lub ostry gwizd zbliżającego się meteorytu. Jeśli był on świadkiem takich zjawisk dźwiękowych, to powinien, według możliwości, dokładnie je opisać, a także zaznaczyć momenty ich powstania.

Na koniec należy podać nazwisko i imię autora notatki oraz dokładny adres. Pożądane jest także podanie zawodu czy rodzaju pracy.

Celowe i pożądane jest, aby do opisu dołączyć rysunki przedstawiające bolid i pozostawiony przez niego ślad, narysowane chociażby szkicowo i ołówkiem. Szczególnie wielkie znaczenie naukowe mają zdjęcia fotograficzne. Sfotografować sam bolid, ze względu na krótkotrwałość widoczności jego przelotu, jest rzeczą niezmiernie trudną i w normalnych warunkach prawie niemożliwą. Natomiast zupełnie łatwo można sporządzić

serię zdjęć śladu bolidu, który jest dostatecznie jasny i widnieje na niebie przez dobre kilka minut. Ślad należy fotografować w przeciągu całego czasu jego widoczności, a przy tym zawsze z tego samego miejsca: nie wolno zmieniać położenia aparatu fotograficznego. Oprócz tego należy fotografować tak, aby na zdjęciu widoczny był horyzont z jakimikolwiek dozorami (punktami orientacyjnymi), np. drzewami, charakterystycznymi, wyróżniającymi się wśród innych zabudowania-
mi itd. Po dokonaniu zdjęć niezbędne jest wyznaczenie azymutów tych dozorów z tego samego miejsca, z którego były robione zdjęcia. Dla każdego zdjęcia należy podać moment fotografowania.

Nie należy skupiać się nad wielką ilością zagadnień podanych wyżej. Jeżeli obserwator przelotu bolidu zapomniiał te czy inne szczegóły zjawiska lub sprawia mu trudność danie odpowiedzi na niektóre pytania, to można je pominąć i dać odpowiedź tylko na te z nich, które dobrze zapamiętał. Nie tylko tak dokładne opisy, ale nawet ogólnikowe wzmianki, pochodzące od wielu naocznych świadków zjawiska, jeżeli nawet każda dotyczy innego zjawiska związanego ze spadaniem bolidu, mają wielkie znaczenie dla uczonych. Dane zawarte w tych notatkach mogą posłużyć im do wykreślenia toru bolidu i jego nachylenia do horyzontu, a więc przybliżonego określenia miejsca, w którym przypuszczalnie mógł spaść meteoryt.

W wypadku znalezienia meteorytu trzeba natychmiast przedsięwziąć środki zabezpieczenia go i niezwłocznie wysłać o nim telegram (pod wskazanym adresem).^{*} W żadnym wypadku nie wolno meteorytu rozbijać, ponieważ w ten sposób traci on w poważnym stopniu znaczenie dla nauki. Przy odnalezieniu meteorytu należy, w miarę możliwości, dokładnie opisać miejsce jego spadku: jamę, jej głębokość i średnicę, rodzaj gruntu, zaznaczając również, czy wokół jamy została rozrzucona ziemia, jeśli tak, to w jakim promieniu i kierunku. Wskazane jest sfotografowanie miejsca,

^{*} W dodatku na końcu książki, str. 130, podany jest adres, na jaki należy wysłać omówione opisy spadków meteorytów (przelotów bolidów).

w którym spadł meteoryt, i oddzielnie, w wielkiej skali, samej jamy meteorytowej z leżącym w niej meteorytem przed jego wydobyciem.

Jeżeli spadnie deszcz meteorytowy, to trudno wymagać, aby wszystkie meteoryty zostały zebrane bezpośrednio po spadku. Dlatego mieszkańcy okolicy, gdzie spadł taki meteorytowy deszcz, powinni przez kilka lat nawet bardzo uważnie przyglądać się wszystkim spotykanym w tej okolicy kamieniom. Przy zbieraniu meteorytów pochodzących z deszczu meteorytowego należy sporządzić mapę (szkic terenowy) okolicy i zaznaczyć na niej miejsca znalezienia oddzielnych meteorytów, z oznaczeniem przy każdym jego ciężaru.

W wypadku jeżeli meteoryt zostanie znaleziony przypadkowo, a spadania jego nie obserwowano, dla ustalenia, czy znaleziony egzemplarz jest rzeczywiście meteorytem, należy odłupać od niego (jeżeli jest zbyt duży) mały kawałek i wysłać pod wskazanym w dodatku adresem, a całość przechowywać aż do czasu otrzymania odpowiedzi. Jeżeli znaleziony kamień okaże się rzeczywiście meteorytem, należy odesłać go pod wskazanym w dodatku adresem wraz z opisem szczegółów jego znalezienia i miejsca, w którym leżał.

XII. ZAKOŃCZENIE.

Czytelnicy tej broszury wiedzą już teraz, na czym polega zjawisko spadania na Ziemię „niebieskich kamieni”, które nazywamy meteorytami, wiedzą też, jakie zjawiska towarzyszą ich spadaniu. Czytelnicy dowiedzieli się również, że meteoryty spadają na Ziemię z przestrzeni międzyplanetarnej, że przy swoim ruchu mogą one lecieć na spotkanie naszej Ziemi lub doganiać ją. Czytelnicy dowiedzieli się również, z czego składają się meteoryty, jakie są ich rozmiary, wewnętrzna struktura i fizyczne własności.

Meteoryty są jedyną kosmiczną materią, spadającą na Ziemię, a więc dostępną dla bezpośredniego badania jej przez uczonych. W tym właśnie tkwi szczególnie wielka naukowa wartość meteorytów.

Badając zjawiska spadania na Ziemię meteorytów, uczeni obalili religijne baśnie o „znakach niebieskich”, zbadali ich drogi w ziemskiej atmosferze i wyznaczyli orbity tych ciał w przestrzeni międzyplanetarnej. Zbadanie materialnego składu meteorytów jeszcze raz potwierdziło słuszność podstawowego prawa materializmu o materialności świata, o jedności materii we Wszechświecie. W ten sposób religijny dogmat o specjalnym położeniu Ziemi we Wszechświecie, rzekomo stworzonym przez siły nadprzyrodzone otrzymał jeszcze jeden druzgocący cios.

W wyniku rozwoju badań nad zgłębieniem istoty meteorytów i warunków ich spadania na Ziemię powstała nowa dziedzina nauki — *meteorytyka*.

Przed uczonymi zajmującymi się badaniem meteorytów stoi zadanie rozwiązywania zagadnienia powstawania

meteorytów i ich roli w powstawaniu i rozwoju układu planetarnego, a w tej liczbie i naszej Ziemi. Nie ulega wątpliwości, że probierni ten zostanie w przyszłości rozwiązany. Wiedzieć, jak powstała i rozwijała się nasza planeta, jaka jest jej wewnętrzna budowa i fizyczne własności — to poznać istotę potężnych sił przyrody, na przykład trzęsienia ziemi, wybuchów wulkanów itp., to siły te i całe bogactwo naturalne ziemi oddać człowiekowi dla jego szczęścia i dobrobytu. Pamiętajmy jednak, że cele te mogą być w pełni urzeczywistnione tylko w społeczeństwie socjalistycznym.

DODATEK

METEORYTY POLSKIE

Czytelnik, który poświęcił nieco czasu na uważne przeczytanie tej (broszury, zainteresuje się niewątpliwie również meteorytami polskimi i chętnie pozna tradycje nauki o meteorytach w Polsce. Opowiemy więc krótko o meteorytach, które spadły na nasze ziemie i wspomnimy o niektórych pracach polskich naukowców w dziedzinie meteorytyki. Nauka ta ma bowiem w Polsce również swe tradycje, poczynając od kronikarskich jedynie wzmianek, których nie zaliczamy wprawdzie do nauki, ale które świadczą jednak o tym, że zjawiska meteorytowe nie uchodziły uwagi niektórych naukowców. Następnie należy odnotować prace naszych dwu powstałych po rozbiorach Polski ośrodków naukowych, warszawskiego i wileńskiego, aż do współczesnych poszukiwań i badań.

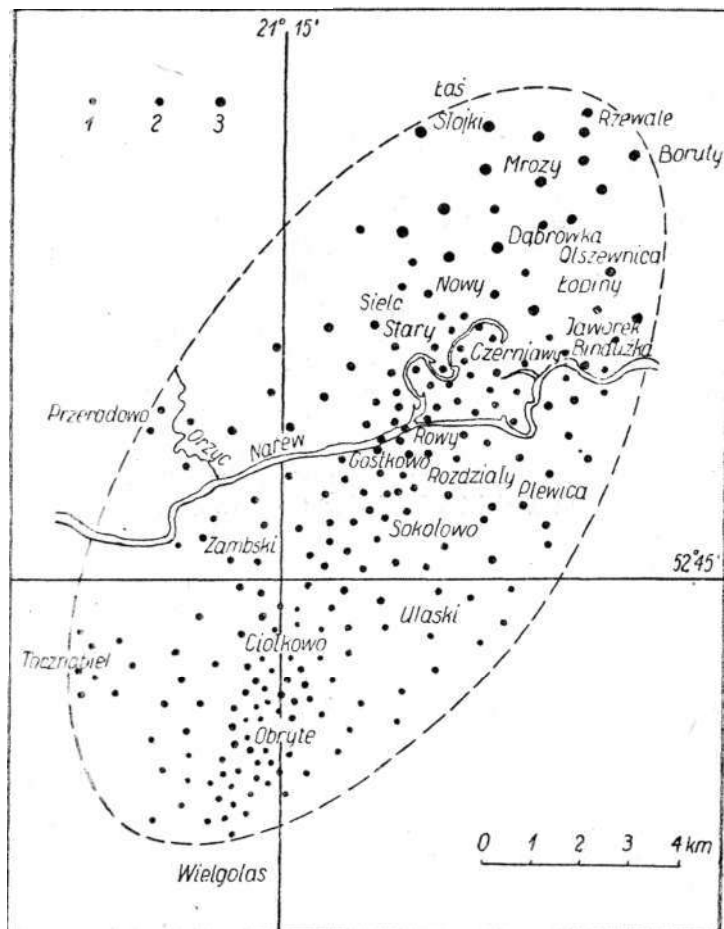
Obecnie przejdziemy do opisu kilku tylko najważniejszych i najbardziej znanych spadków meteorytów w Polsce.

Najpierw opiszemy meteoryty, których spadki były zaobserwowane. Wymienimy tu meteoryt białostocki, który spadł 5 października 1827 roku o godzinie 9.30 rano. Był to deszcz meteorytów kamiennych, który rozsiał się na dość dużej przestrzeni, ale okazów zebrano niewiele, a w Polsce w zbiorach znajduje się, jak się zdaje, jedynie 4 gramy z jego masy.

W dniu 3 września roku 1910 w Grzempach powiatu czarnkowskiego w województwie poznańskim spadł meteoryt kamienny o godzinie 15.00 masy 690 gramów. Masa jego prawie całkowicie została zachowana i przechowuje się w jednym ze zbiorów w Polsce.

Dwa największe deszcze meteorytowe, których spadek był zaobserwowany, to deszcz meteorytów pułtuski i łowicki.

Pułtuski deszcz meteorytowy spadł w okolicy Pułtusk (rys. 41), na północ od Warszawy, dnia 30 stycznia 1868 roku o godzinie 19.00. Ilość okazów meteorytów, któ-



Rys. 41. Elipsa rozszania pułtuskiego deszczu meteorytów (wg prof. Samsonowicza)

f re podczas tego deszczu spadły na Ziemię ocenia się na ponad 60 tysięcy. Deszcz, ten uważa się za najobfitszy na świecie spadek aerolitów (meteorytów kamiennych). Większość okazów tego meteorytu, to tak zwane „groszki pułtuskie” — bardzo małe, gramowe jednak całkowite odłamki. Niektóre okazy ważyły do 10 kg. Całość masy pułtuskiego deszczu meteorytowego oblicza się na około 8,8 ton. Kilkaset okazów tego meteorytu można było



Rys. 42. Meteoryty łowickie na wystawie „Budowa Wszechświata”, urządzonej przez „Dom Wojska Polskiego” we wrześniu **1953 roku**

oglądać na wystawie urządzonej przez **Dom Wojska Polskiego**, w Warszawie we wrześniu **1953 r.**

Łowicki deszcz meteorytowy (rys. 42) spadł, **jak** wskazuje jego nazwa, w okolicy Łowicza dnia 12 marca 1935 roku o godz. 0,54. Były to meteoryty żelazokamiennie odmiany tzw. mezosyderytów. Podjęto i zabezpieczono kilkadziesiąt okazów przeważnie przechowywanych w zbiorach polskich.

W roku 1856 spadł meteoryt w Świdnicy Górnej pod Wschową, a w dn. **12/8 1880** r. w Ratyniu gm. Golina w Kaliskim. Meteoryty z tych spadków zostały znalezione, jednak zaginęły.

Z meteorytów, których spadku nie obserwowano i które zostały znalezione przypadkowo, wymienimy meteoryt żelazny znaleziony w **1850** roku w Świeciu w województwie poznańskim (był to okaz żelaznego meteorytu masy około 21 kg) i meteoryty znalezione w roku 1914 w listopadzie i w latach późniejszych w Morasku pod Poznaniem.

Największy okaz tego spadku posiada masę około 61 kg. Znaleziony został przez żołnierzy w czasie sporządzania okopów.

Wierny z przeczytanej broszury, że wiele spośród ruskich kronik, tzw. „letopisów”, wspomina o przelotach 'bolidów i spadkach meteorytów. Również u nas spotykamy podobne wzmianki kronikarskie np. jedna z kronik wspomina, że w Warszawie w połowie XVII wieku „spadł z nieba kamień, który zburzył basztę więzienną”. Chodzi tu prawdopodobnie o jedną z baszt w murze obronnym, którym wówczas otoczona była Warszawa. Rzecz jasna, w notatkach kronikarskich trudno się doszukiwać jakiegoś naukowego potraktowania podobnych zjawisk, w tym okresie bowiem sprawa spadania na Ziemię ciał z przestrzeni międzyplanetarnej była zupełnie nieznaną dziedziną. Spadki meteorytów i same meteoryty, jak zresztą już o tym wiemy z broszury, pochytywane były za zjawiska 'nadmaturalne, a co najmniej były dla ówczesnych uczonych otoczone zupełną tajemnicą.

Duży dostęp w tej dziedzinie, uczyniono na przełomie wieku XVIII i XIX, gdy fakt spadku meteorytów z przestrzeni międzyplanetarnej został stwierdzony naukowo.

Z okresu tego wymienić należy pracę o kamieniach meteorycznych, Karola Kortuna członka Warszawskiego Towarzystwa Naukowego, wydaną w roku 1805. Była to już praca wartościowsza pod względem naukowym.

Nad meteorytami pracowali również profesorowie Uniwersytetu Wileńskiego J u n d z i ł ł i D r z e w i n -

s k i ogłaszając swe prace w Dzienniku Wileńskim w latach 1805—1825. W roku 1822 wychodzi monograficzna praca znanego z innych dziedzin nauki uczonego polskiego Jędrzeja Śniadeckiego pt: „O żelazie meteoretycznym rzeczyckim”, t.j. o meteorycie, który .-spadł w dniu 12.VII. 1820 r. w okolicy Rzeczycy na Białorusi.

Bezpośrednio po spadku meteorytu owego deszczu pułtuskiego ukazała się praca monograficzna o tym meteorycie, wydana przez Szkołę Główną w Warszawie, której autorstwo przypisywano profesorowi chemii Warszawskiej Szkoły Głównej Wawnikiewiczowi.

Interesującą pracę o meteorycie pułtuskim ogłosił ostatnio profesor Jan Samsonowicz, ukazała się ona w „Wiadomościach Muzeum Ziemi” (toim VI 1952 rok) pt: „O wieku, pochodzeniu i przypuszczalnej ilości oraz masie meteorytu pułtuskiego”.

Również meteoryt łowicki był przedmiotem badań polskich naukowców. Szereg opracowań tego meteorytu znajdujemy w „Archiwum mineralogicznym Warszawskiego Towarzystwa Naukowego” (tom XIV, 1938 rok). Większa praca o łowickim deszczu meteorytowym pióra Z. S. Różyckiego i M. Kobyłeckiego ukazała się w rok po jego spadku w „Zabytkach Przyrody nieożywionej Ziemi Rzeczypospolitej Polskiej” (zeszyt 3, rok 1936).

Meteorytami ziemi poznańskiej zajął się prof. Szulczewski w artykule „O meteorytach wielkopolskich”, który ukazał się w roku 1923 w „Przyrodzie i technice”. Autor opisuje w nim meteoryty Grzempy i Morasko.

Obecie prace w dziedzinie meteorytyki (prowadzi z ramienia PAN Jerzy Pokrzywnicki, któremu zawdzięczamy tę garść informacji o meteorytach polskich, jakie podaliśmy w niniejszym dodatku.

Na koniec chcieliśmy wspomnieć, że wielka rola w dziedzinie obserwacji i wykrywania meteorytów przypada miłośnikom nauk przyrodniczych, a w szczególności astronomii. Prosta obserwacja jasných (bolidów nie wymaga specjalnych przyrządów i dlatego dostępna jest dla każdego. Obecnie dla znalezienia bardzo ważnych odpowiedzi na pytania, jakie stoją przed współczesną astronomią i meteorytyką niezbędną jest stała, dokładna

i systematyczna obserwacja nieba. Większy materiał obserwacyjny można z powodzeniem zebrać tylko przy uczestnictwie i pomocy szerokiego kręgu ludności oraz miłośników astronomii. Zwracamy uwagę zwłaszcza wojskowego czytelnika, że często zdarzało się, iż znalezienie wielu meteorytów przypadło w udziale żołnierzom, a szczególnie saperom.

Znany jest fakt znalezienia przez żołnierzy podczas sporządzania okopów jednego z dość znacznych okazów meteorytu, o czym już wspominaliśmy. Zdarzyło się również, że żołnierze znaleźli meteoryt wśród kamieni zebranych przez siebie do ćwiczenia się w wolnych chwilach w rzucaniu granatem.

Jak wynika z tego, żołnierz dość często może stać się przygodnym znalazcą meteorytu. Zwracamy się więc do żołnierzy, aby czy to przebywając na obozach letnich, czy to wykonując prace saperskie, interesowali się każdą znalezioną, przypominającą meteoryt, bryłką żelazną czy kamienną, bowiem wśród nich czasem istotnie może być meteoryt.

Dlatego gdyby któryś z czytelników stał się świadkiem przelotu dużego bolidu, z którego mogły spaść meteoryty, lub dowiedział się o nim od innych, czy też znalazł jakiś okaz meteorytu, niech nadeśle stosowny opis, ułożony według wskazówek podanych w XI rozdziale broszury, na podany niżej adres Jerzy Pokrzywnicki Warszawa, ul. Śniadeckich 10 m 15, lub na adres Komitetu Geologicznego przy Wydz. III PAN Warszawa, Pałac Staszyca, na ręce przewodniczącego tego Komitetu.



SPIS TREŚCI

	Str.
I. Spadające gwiazdy — meteory.	5
II. Deszcz „gwiazd” i meteorowe potoki	14
III. Ogniste kule — bolidy	22
IV. Kamienie niebieskie — meteoryty	28
V. Gigantyczne meteoryty i kratery meteorytowe	38
VI. Nauka o meteorytach — meteory tyka	58
VII. Kształty i rozmiary meteorytów	64
VIII. Z czego składają się meteoryty.	77
IX. Pochodzenie meteorytów.	91
X. Spadki i znaleziska meteorytów w Związku Radzieckim.	9\$
XI. Jak obserwować spadanie meteorytów i przeprowadzać ich poszukiwania.	.115
XII. Zakończenie „	.121
<i>Dodatek</i> (Meteoryty polskie).	.125

Cena 4 zł 10 gr

P.I.H. M. Wrocław

BIBLIOTEKA

Nr rej. *IIb-36*