

## ХРОНИКА

### НОВОЕ В ИЗУЧЕНИИ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА 1908 г.

На заседании объединенного Ученого совета Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР и Комитета по метеоритам АН СССР 13 ноября был заслушан предварительный отчет начальника Тунгусской метеоритной комплексной экспедиции АН СССР К.П.Флоренского о работе экспедиции 1961 г.

Как известно, падение Тунгусского метеорита 1908 г. представляет собою исключительное и до сих пор во многом неясное явление. Значительные трудности его изучения связаны с тем, что впервые район падения посетил Л.А.Кулик лишь в 1927 г., т. е. через 19 лет после падения метеорита. Все его внимание сосредоточилось на изучении термокарстовых воронок, которые находились в центре большой площади радиально-поваленного леса и были им ошибочно приняты за метеоритные кратеры. Естественно, что никаких метеоритных масс на дне их обнаружено не было. Аэрофотосъемка центральной части района падения была произведена лишь в 1938 г., но до последнего времени оставалась необработанной до конца.

В 1958 г. экспедиция Комитета по метеоритам АН СССР под руководством К.П.Флоренского (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР) впервые нанесла общие контуры леса, поваленного при падении метеорита, на точную топографическую основу. Было установлено, что на поверхности Земли нет никаких следов метеоритного кратера, который мог бы соответствовать общей энергии разрушений ( $10^{23}$  эрг). Таким образом было указано на высокое (воздушное) положение центра ударной волны, как это и предполагал Л.А.Кулик в своих ранних работах.

В результате этих данных была существенно пересмотрена теоретическая картина падения и предложено несколько возможных механизмов возникновения воздушной ударной волны (М.А.Цикулин, К.П.Станюкович и В.П.Шалимов, В.А.Бронштэн и др.). Академик В.Г.Фесенков нашел много доказательств в пользу того, что Тунгусский метеорит не был обычным осколком астероида, а являлся головой кометы, как это и полагали ранее И.С.Астапович и Ф.Уиппл. С точки зрения характера состояния вещества на близких позициях стоял и акад. В.И.Вернадский, рассматривавший Тунгусский метеорит как «достаточно плотное облако химической пыли».

В то же время экспедиция 1958 г. не установила никакой закономерности в распределении космогенных магнетитовых шариков (которые ранее (1957 г.) были

обнаружены в старых сборах почвы А.А.Явнелем), что не позволяло их связывать с остатками метеорита и отличить от общего фона метеорной пыли.

По постановлению Президиума АН СССР в 1961 г. была организована КМЕТ и ГЕОХИ АН СССР комплексная экспедиция для продолжения этих исследований: в ее работе принял участие ряд институтов и организаций (Почвенный ин-т МГУ, Главн. Ботанический сад, Ин-т леса и древесины, Леспроект, Ашхабадская астрофизическая обсерватория и др.).

Экспедиция составила уточненные карты повреждений всего района поваленного леса (около 2000 км<sup>2</sup>), что позволит значительно достовернее судить о характере распространения ударной волны и восстановить физическую картину падения. Оказалось, что ориентированные следы повреждений камбия, которые могли быть вызваны лучистым ожогом, распространены не далее 7–9 км от эпицентра и заметны только на сучках, имевших в 1908 г. диаметр не более 10–15 мм и достаточно тонкую кору. Ожог носил только физиологический характер и вряд ли его энергия превышала 5–12 кал/см<sup>2</sup>, что говорит о низком энергетическом уровне всего явления в целом, несмотря на большую общую мощность. Такого уровня энергии достаточно, чтобы вызвать возгорание сухой лесной подстилки, после чего пожар распространялся естественным путем.

Это, как и отсутствие специфической радиоактивности, могущей быть отнесенной к 1908 г. (что было установлено по  $C^{14}$  и  $Sr^{90}/Ce^{144}$  в ГЕОХИ) является доказательствами против возможности участия ядерных процессов во взрыве Тунгусского метеорита, как это иногда указывается при поверхностной оценке фактического материала.

Изучение ускоренного роста леса, открытое в 1958 г., не показывает прямой связи с падением метеорита, так как усиленный рост возникает и при аналогичном изменении условий от других причин.

Наибольший интерес представляет найденная закономерность в распределении метеоритной пыли в почве, отвечающая теоретической картине распыления Тунгусского метеорита.

«Индикатором вещества» при поисках были приняты шарообразные частицы диаметром 0,02–0,15 мм, которые образуются при распылении расплавленного вещества метеорита в воздухе. Частицы такого характера морфологически легко отделяются от большинства земных образований, что облегчает контроль их концентрации при обогащении почв. Было известно (О.А.Кирова), что в почвах этого района встречаются как силикатные, так и магнетитовые шарики. Для простоты обогащения в первую очередь изучались магнетитовые шарики, космогенность которых доказывается повышенным содержанием Ni (Ni/Fe около 10%, по микрохимическому анализу П.Н.Палея). Оказалось, что при пониженном их содержании в районе эпицентра концентрация заметно возрастает в стороны

от него. Это и затрудняло их поиски в предыдущие годы, когда основное внимание уделялось центральной части района.

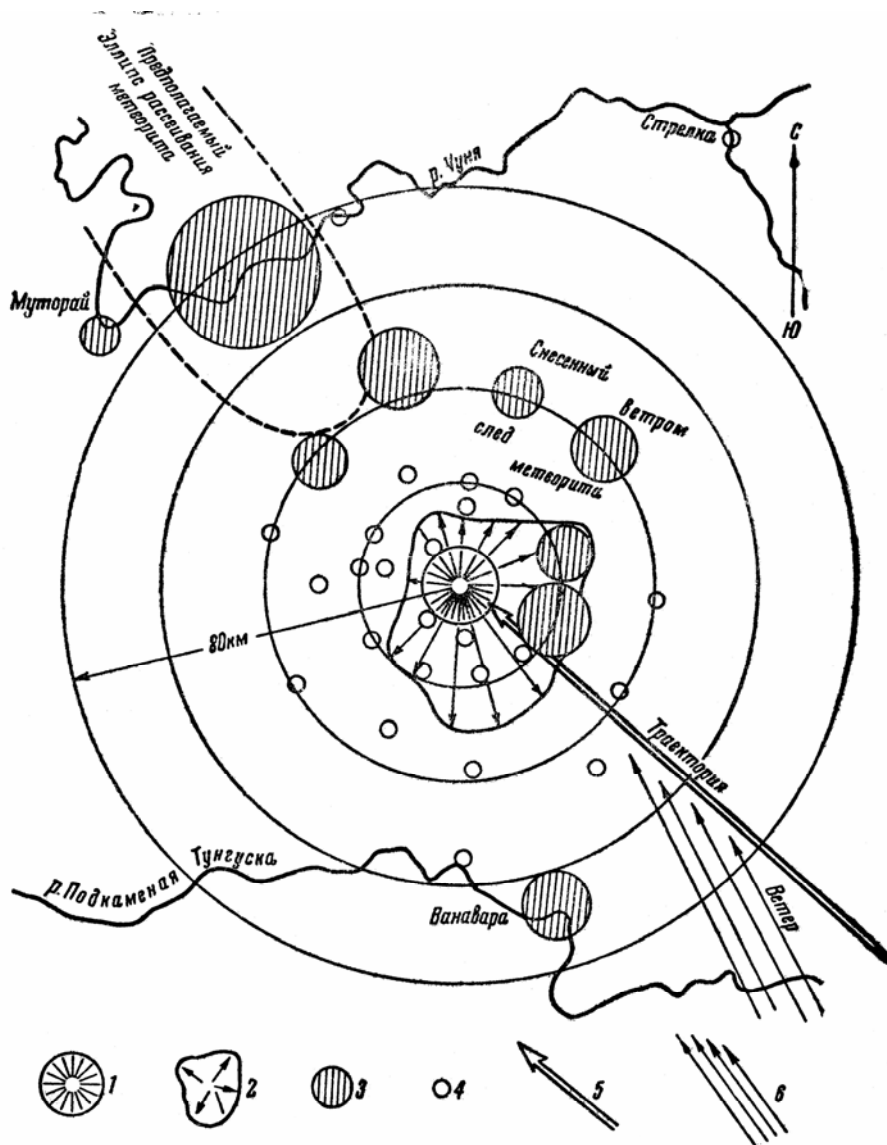


Схема воздействия Тунгусского метеорита 1908 г. и распределения метеоритных частиц в почве

1 — вероятный радиус светового физиологического ожога деревьев ( $r = 7-9$  км); 2 — площадь поваленного леса; 3 — места взятия наиболее богатых проб (площадь кружка пропорциональна концентрации частиц); 4 — бедные пробы с фоновым значением; 5 — траектория метеорита по Кринову; 6 — направление ветра по данным Института прогнозов

В то же время все наиболее богатые пробы сосредоточены к северу от эпицентра. Исключением является лишь одна проба, взятая в непосредственной близости от поселка Ванавара, где подозревается примесь частиц индустриального происхождения, так как анализ этой пробы показал лишь около 4% Ni/Fe.

Наиболее богатые пробы сосредоточены в северо-западном квадранте от эпицентра (до 90 частиц), а наиболее бедные — в юго-западном.

Такое распределение не может быть случайным и полностью соответствует представлению о взрывообразном разрушении метеорита в воздухе, при котором облако взрыва было поднято конвекционными токами и снесено ветром (см. рисунок).

При взрывах аналогичной мощности высота подъема нижнего края облака взрыва соответствует 8–12 км, а время падения частиц диаметром 0,15 мм — около 2 часов.

По данным Института прогнозов, во время падения метеорита дули южные и юго-восточные ветры со скоростью 30–40 км/час, что соответствует фактическому распределению частиц. Одновременно видно, что это отвечает траектории метеорита, определенной Е.Л.Криновым на основе анализа свидетельских показаний очевидцев.

Средняя концентрация магнетитовых шариков  
на разных расстояниях от эпицентра

Расстояние, км	Среднее содержание	
	число частиц	среднее из ... проб
0–10	1,5	6
20–30	4	16
~40	8	11
60–80	21	6

Установленная закономерность позволяет с большей долей вероятности говорить о том, что обнаруженные частицы действительно являются остатками Тунгусского метеорита. Истинный состав его устойчивой части может быть восстановлен по соотношению магнетитовых и силикатных частиц в пробах, которые сейчас изучаются в ГЕОХИ.

Собранные экспедицией материалы, хотя и не содержат прямых доказательств, но никак не противоречат представлению о том, что Тунгусский метеорит является головой кометы, как это думает акад. В.Г.Фесенков.

Это создает особенный интерес к изучению его остатков, так как возможно, что они являются первыми остатками кометного вещества, доступными для лабораторного изучения.

Объединенный Ученый совет одобрил проведенную работу и указал на необходимость ее продолжения.

*7 декабря 1961 г.*

*К.П.Флоренский*