

ISSN 0021-3411

**ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

# **ФИЗИКА**

**3·92**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

УДК 523.51

Н. В. ВАСИЛЬЕВ

## ПАРАДОКСЫ ПРОБЛЕМЫ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

В статье приводятся основные данные о физике Тунгусского взрыва и о результатах поисков вещества Тунгусского метеорита. Обосновываются представления о комплексном характере этого явления и о высокой степени его сложности. Указывается на трудность интерпретации Тунгусского феномена в рамках существующей научной парадигмы, включая наиболее распространенную в настоящее время гипотезу о кометной природе Тунгусского метеорита. Указывается на ряд парадоксальных обстоятельств, относящихся к траектории Тунгусского космического тела, к геофизическим последствиям Тунгусской катастрофы и к порожденным ею биологическим последствиям в районе взрыва. Указывается на необходимость разработки альтернативных вариантов интерпретации Тунгусского феномена.

Вопрос о природе Тунгусского метеорита остается нерешенным до настоящего времени, несмотря на многолетние усилия исследователей **проблемы**. Предложенные для объяснения этого феномена гипотезы делятся на две группы: 1) исходящие из представления о принадлежности Тунгусского метеорита (ТМ) к одной из категорий малых тел Солнечной системы [1—3, 23, 31—35, 46, 47] — астероидам или кометам; 2) предполагающие необычную, в том числе техногенную его природу [2, 15, 16, 43—45]. Входящие в первую группу гипотезы о Тунгусском метеорите как о небольшом астероиде [24, 25] в настоящее время практически дезавуированы и представляют в основном исторический интерес. Сохранила свое значение и подвергается дальнейшему развитию кометная гипотеза [18, 31—35]. В числе альтернативных ей вариантов, входящих во вторую группу гипотез, следует выделить версии о Тунгусском метеорите как о плазмонде [13] и о техногенной инопланетной природе ТМ [15, 16].

Учитывая то обстоятельство, что большинство исследователей в вопросе о природе Тунгусского метеорита придерживаются кометной гипотезы, представляется целесообразным обсудить ряд парадоксальных, в том числе малоизвестных, обстоятельств Тунгусской катастрофы, которые с трудом укладываются в рамки данной концепции. Игнорирование этих моментов может толкнуть дальнейшее развитие проблемы на ложный путь и затруднить ее конечное решение.

Было бы неверно считать, что специфической чертой, выделяющей Тунгусский феномен из ряда других падений гигантских метеоритов, является исключительно его масштаб. Тритиловый эквивалент Тунгусского взрыва (10—40 Мт) и его энергия ( $10^{23}$ — $10^{24}$  эрг), безусловно, очень велики, однако они не являются верхним пределом энергетических параметров, характеризующих явления подобного рода. Так, энергия, выделившаяся при образовании Попигайской астроблемы, на несколько порядков превышала энергию Тунгусского метеорита. Главной специ-

фической чертой Тунгусского феномена является его многогранность, и это обстоятельство должно учитываться при построении любой концепции, претендующей на объяснение данного явления в целом. Необходимо иметь в виду, что взрыв космического тела на Подкаменной Тунгуске 30.06.1908 г. был наиболее ярким, кульминационным, но далеко не единственным эпизодом в сложной цепи аномальных природных явлений, развернувшихся летом 1908 г.

Обсуждая парадоксальные обстоятельства Тунгусской катастрофы, необходимо, прежде всего, остановиться на некоторых особенностях его движения в атмосфере Земли.

Известно, что взрыву ТМ предшествовал пролет над Центральной Сибирью гигантского дневного болида, сопровождавшийся исключительно мощными звуковыми и световыми эффектами [10]. Анализ каталога показаний очевидцев катастрофы [11], общее число которых достигает нескольких сотен, выявляет не разъясненное до настоящего времени обстоятельство, состоящее в том, что громopodobные звуки наблюдались не только во время и после пролета болида, но и до него. Такая информация содержится в ряде показаний очевидцев, находившихся в момент события в населенных пунктах на Ангаре, в том числе в весьма подробном описании события политическим ссыльным, жившим в селе Кежда — человеком с достаточно высоким, судя по всему, образовательным уровнем. Объяснить их субъективными ошибками вряд ли реально, так как утверждения подобного рода повторяются неоднократно и независимо друг от друга. Так как наблюдатели нередко находились от зоны проекции траектории на расстоянии, измеряемом как минимум десятками километров, то очевидно, что причиной звуков в данном случае баллистическая волна заведомо не могла быть, ибо она способна отставать от болида, но не обгонять его. Единственно реальное объяснение этого обстоятельства состоит в допущении связи его с мощными электромагнитными явлениями, однако под этим углом зрения до настоящего времени рассматриваемый вопрос не проработан.

Второе, достаточно странное, обстоятельство связано с направлением движения тела. Анализ показаний свидетелей, собранных по горячим следам события [11] и в 20-е—30-е годы [25, 28], привел первых исследователей проблемы (Л. А. Кулика, И. С. Астаповича и Е. Л. Кринова) к единодушному заключению о том, что болид пролетал в направлении с юга на север. Однако анализ векторной структуры повала леса, вызванного ударной волной Тунгусского метеорита, дает азимут  $114^\circ$  [29, 30], а поле ожоговых повреждений — даже  $95^\circ$  [6—8], т. е. свидетельствует о движении метеорита почти с востока на запад. Необходимо добавить, что это направление подтверждается и анализом показаний очевидцев, проживавших в момент события в верховьях Нижней Тунгуски (район Преображенки, Ербогачена и Нэпы).

Имеющее место несоответствие очевидно. Попытки объяснения его предпринимались неоднократно и с различных позиций. Высказано, в частности, предположение [13] о том, что 30.06.1908 г. над Центральной Сибирью имел место пролет не одного, а нескольких болидов. Такая трактовка, однако, представляется крайне натянутой по той причине, что среди многих сотен задокументированных показаний очевидцев нет ни одного, в котором упоминались бы два болида, наблюдаемых в один день, хотя перекрытие зон видимости в рассматриваемом случае более чем вероятно. Большую дискуссию вызвала версия Ф. Ю. Зигеля о маневре ТМ в атмосфере Земли. Она, однако, может обсуждаться всерьез, лишь если допустить, что природа Тунгусского космического тела техногенна.

Кульминацией пролета Тунгусского метеорита был взрывоподобный энергетический разряд, тротиловый эквивалент которого составлял от 10 до 40 мегатонн с большей вероятностью верхнего уровня оценок [20—22, 27, 41]. Подробная характеристика разрушений, вызванных ударной волной, а также сейсмических, барических и иных эффектов Тунгусского взрыва содержится в ряде источников [1, 2, 27, 46, 47]. Одним из важнейших штрихов в «портрете» векторного поля повала леса, образованного ударной волной, является наличие осесимметричных отклонений от строгой радиальности, имеющих место в зоне проекции траектории [29, 30] и представляющих собою след баллистической волны. Дальнейший детальный анализ векторной структуры привел, однако, к заключению, что осесимметричные отклонения имеют место не только перед эпицентром, но и за ним, по продолжению траектории. Поскольку же единственным предложенным объяснением этих отклонений от радиальности является воздействие баллистической волны, то отсюда следует вывод о том, что Тунгусский метеорит (или, по крайней мере, его часть) не закончил свое существование в момент взрыва, а продолжил свое движение по траектории со сверхзвуковой скоростью. Если учесть, что ядро кометы, каковым, как полагают, являлся Тунгусский метеорит, представляло собой глыбы замерзших газов плотностью  $1 \text{ г/см}^3$ , неясно, каким образом объект, имеющий подобные характеристики, мог хотя бы частично сохраниться, подвергнувшись сверхмощным термическим и механическим нагрузкам, охарактеризованным выше.

Ключевым звеном в изучении природы Тунгусского метеорита является вопрос о том, каким был его материальный (элементный и изотопный) состав. Начиная с экспедиций Л. А. Кулика, поисками вещества Тунгусского метеорита было занято несколько поколений исследователей. Итоги этих многолетних усилий отражены в многочисленных обзорах и оригинальных публикациях [23—25]. Тем не менее, сегодня можно с полной ответственностью утверждать, что космическое вещество, которое можно было бы гарантированно отождествить с веществом Тунгусского метеорита, пока не найдено.

Объяснить этот негативный результат недостаточной чувствительностью применявшихся методик невозможно по двум причинам.

Во-первых, те же методы с успехом используются при выполнении работ экологического профиля для выявления следов выпадения промышленных аэрозолей в количествах, соизмеримых с прогнозируемыми в данной ситуации [6—8, 36—40].

Во-вторых, в торфах и почвах района падения Тунгусского метеорита теми же методами обнаружено как минимум пять видов мелкодисперсного космического вещества, представляющего собой следы фоновых глобальных выпадений космической пыли [6—8]. Вполне понятно, что, если чувствительность используемых методик достаточна для выявления фоновых выпадений, нет никаких оснований считать их недостаточными для выявления тугоплавкого мелкодисперсного вещества Тунгусского метеорита в случае его наличия.

Уязвимо для критики и объяснение указанного результата отсутствием в кометных ядрах значительных количеств тугоплавкого материала: зондирование кометы Галлея в рамках проектов «Вега» и «Джотто», хотя и не дало возможности строгой количественной оценки доли тугоплавкой компоненты в составе кометного ядра, позволяет все же считать, что вклад ее в общую массу ядра не может быть пренебрежимо малым.

В связи с этим высказано мнение о том, что Тунгусский метеорит имел, возможно, необычный для малых тел Солнечной системы состав.

Хотя прямых доказательств этому нет, имеются косвенные обстоятельства, его подтверждающие. К ним относится обнаружение итальянскими исследователями Галлео, Чеккини и др. [42] в смоле 1908 г. деревьев, переживших Тунгусский взрыв вблизи его эпицентра, аэрозольных частиц, содержащих висмут, соединения вольфрама с кобальтом и свинца с бромом. Не противоречит сказанному «пиковое» повышение концентрации редкоземельных элементов, особенно иттербия, в образцах почв, отобранных вблизи расчетного центра вероятного выпадения вещества Тунгусского метеорита [6—8]. Не придавая большого значения этим находкам, было бы неправильно их и недооценить, поскольку речь идет о явно нетривиальном событии.

Много вопросов вызывают биологические последствия Тунгусского взрыва, в особенности обнаруженный методами математической популяционной генетики эффект увеличения генотипической изменчивости у сосны в районе катастрофы [14]. Эффект этот статистически высоко достоверен, тяготеет к эпицентру и проекции траектории и несводим к действию пожара, вывала леса и другим известным изменениям экологической обстановки. Причина его остается невыясненной. Исследование радиоактивности почв и растений в районе катастрофы выявили колебания в пределах естественного фона, хотя значения ее поблизости от эпицентра несколько превышают таковые на периферии района [9]. Изучение изменений термолюминесцентных свойств горных пород [5] и почв [4], являющихся индикатором радиационного воздействия на объекты в прошлом, выявили сложную картину, не противоречащую представлению о возможном присутствии в спектре физических факторов Тунгусского взрыва ионизирующей радиации. Отсутствие повышенной радиоактивности по сравнению с естественным фоном в районе эпицентра не может служить основанием для отрицания ее в прошлом, так как, во-первых, Тунгусский взрыв произошел на высоте 5—7 км, что минимизирует его гипотетические локальные радиационные последствия, во-вторых, с тех пор до момента первых (весьма грубых) замеров прошло более 50 лет — срок, более чем достаточный для нормализации суммарной радиоактивности даже в местах испытания ядерного оружия.

Кроме локальных АЯ 30.06.1908 г. в Центральной Сибири лето 1908 г. ознаменовалось комплексом оптических аномалий ночного и сумеречного неба, начавшихся за несколько суток до события, достигших кульминации в ночь с 30 июня на 1 июля, экспоненциально уменьшившихся по интенсивности в последующие 2—3 дня и окончательно угасших к концу июля месяца. Основными компонентами этого аномального оптического комплекса были яркие («вулканические») сумерки, необычайное по мощности распространение полей серебристых облаков на высоте 80 км и, по-видимому, усиление эмиссии ночного неба. Подробное описание и каталог этих явлений даны в [17, 26], их объясняют обычно внесением в верхние слои атмосферы Земли одновременно с падением метеорита тонкодисперсной материи кометного происхождения — конкретнее, кометного хвоста. Последний же был отклонен давлением солнечных лучей в сторону, противоположную Солнцу, которое в 7 часов утра местного времени находилось почти точно на востоке. Таково объяснение, обычно приводимое при описании механизма «светлых ночей» 1908 г. Более тщательный анализ выявляет, однако, ряд серьезных трудностей, которые могут быть сведены к следующим основным моментам.

Во-первых, соображения, приведенные в [17], показывают, что в рассматриваемой ситуации хвост гипотетической кометы должен был лечь не на Западную Европу или Европейскую территорию России и

тем более не на Северный Кавказ, а, «перекинувшись» через Северный полюс, на Канаду, чего в действительности не было.

Во-вторых, акад. В. Г. Фесенков [31—34], которому принадлежит наиболее полное обоснование кометной гипотезы, показал, что частицы кометного хвоста в силу их малых размеров должны были задержаться на высоте 200 км и выше и лишь постепенно парашютировать затем оттуда на протяжении длительного времени. Между тем, серебристые облака находятся на высоте 80—82 км, а зоревые явления формируются на высоте 50—60 км. Еще ниже имеют место процессы, обеспечивающие изменения со стороны атмосферной поляризации, не говоря уже о многочисленных в те дни солнечных гало. Все это привело В. Г. Фесенкова к необходимости исключить из числа атмосферных оптических эффектов, связанных с Тунгусским метеоритом, практически все виды аномалии, кроме одного — собственной эмиссии ночного неба, наличие которой, кстати говоря, наименее доказано, так как в то время прямые измерения эмиссии еще не осуществлялись.

В третьих, основными структурными компонентами комет являются голова, хвост и кома. Диаметр газопылевой комы у кометы, размер которой соответствует предполагаемой Тунгусской, измеряется сотнями километров, запыленность же в ней намного выше, чем в хвосте. Логично поэтому ожидать, что при входе в атмосферу Земли кома должна запылить верхнюю ее часть на расстоянии сотен километров не только к западу, но и к востоку от места падения. В действительности же атмосферные оптические аномалии наблюдались только к западу от Енисея и не наблюдались, судя по всему, в Якутии, что никак не согласуется с представлением о наличии у Тунгусского метеорита газопылевой оболочки.

Перечисленные выше моменты не исчерпывают все трудности, с которыми приходится иметь дело при попытке привести кометную гипотезу в соответствие с имеющимися фактическими материалами. Серьезные трудности возникают при попытках интерпретации с этих позиций геомагнитного эффекта, вызванного Тунгусским взрывом [13], оценки вклада внутренней энергии Тунгусского метеорита в общий баланс взрыва, механизма возникновения последовавшего за взрывом лесного пожара и ряда других моментов.

По-видимому, эти обстоятельства объясняют периодически предпринимаемые попытки интерпретации феноменологии Тунгусской катастрофы с нетрадиционных позиций. В литературе обсуждались, в частности, вопросы об антивещественной природе Тунгусского метеорита [19, 45], его принадлежности к реликтовому сверхплотному веществу Вселенной [43], о Тунгусском метеорите как транзiente-энергофоре [13]. Ни одна из этих версий не осталась без фактической проверки, однако право на дальнейшее существование получили, судя по всему, лишь две из них: гипотеза А. Н. Дмитриева—В. К. Журавлева о транзентной природе Тунгусского метеорита и Ф. Ю. Зигеля—А. Н. Золотова о техногенном его происхождении. Первая из них нуждается в серьезном фактическом подкреплении, поскольку вопрос о самой возможности существования устойчивых транзиентов остается пока открытым. Что же касается второй, то в настоящее время, по-видимому, созрели условия для пересмотра априорно негативного отношения к любым гипотезам, в основу которых положено допущение о космической роли разумной жизни. Находясь в полном соответствии с учением В. И. Вернадского о ноосфере, гипотезы такого рода не могут сразу же квалифицироваться как антинаучные и имеют право, по крайней мере, на фактическую проверку.

Так как окончательного решения вопроса о природе Тунгусского феномена не найдено и необходимо признать, что многолетние попытки интерпретации его в рамках классической парадигмы пока не принесли решающего успеха, то представляется целесообразным рассмотреть и проверка альтернативных вариантов его объяснения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапович И. С. //Астрономический журнал. — 1933. — Т. 10. — Вып. 4. — С. 465—486.
2. Астапович И. С. //Природа. — 1951. — № 2. — С. 23—32; № 3. — С. 13—23.
3. Астапович И. С. //Астрономический циркуляр. — 1963. — № 238. — С. 2—4.
4. Бидюков Б. Ф., Красавчиков О. Ф., Разум В. А. //Следы космических воздействий на Землю. — Новосибирск: Наука, 1990. — С. 88—107.
5. Василенко В. Б., Демин Д. В., Журавлев В. К. //Проблема Тунгусского метеорита. — Томск: Изд-во ТГУ, 1967. — Вып. 2. — С. 227—331.
6. Васильев Н. В. //Метеоритные исследования в Сибири. — Новосибирск: Наука, 1984. — С. 3—22.
7. Васильев Н. В. //Космическое вещество и Земля. — Новосибирск: Наука, 1986. — С. 3—34.
8. Васильев Н. В. //Актуальные вопросы метеоритики в Сибири. — Новосибирск: Наука, 1988. — С. 9—31.
9. Кириченко Л. В., Гречушкина Н. П. //Проблемы Тунгусского метеорита. — Томск: Изд-во ТГУ, 1963. — Вып. 1. — С. 139—152.
10. Васильев Н. В., Журавлев В. К., Демин Д. В. и др. //Космическое вещество на Земле. — Новосибирск: Наука, 1976. — С. 71—81.
11. Васильев Н. В., Ковалевский А. Ф., Разин С. А., Эпиктетова Л. Е. Показания очевидцев Тунгусского падения. — Томск: ТГУ, 1981. — Деп. в ВИНИТИ 24.11.81, № Б 350.
12. Вознесенский А. В. //Мироведение. — 1925. — Т. XIV. — № 1. — С. 25—38.
13. Дмитриев А. Н., Журавлев В. К. Тунгусский феномен 1908 г. — вид солнечно-земных взаимосвязей. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1984. — 144 с.
14. Драгавцев В. А., Лаврова В. А., Плеханова Л. Г. //Проблемы метеоритики. — Новосибирск: Наука, 1975. — С. 132—141.
15. Зигель Ф. Ю. //Метеоритные и метеорные исследования. — Новосибирск: Наука, 1983. — С. 151—161.
16. Золотов А. В. Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. — Минск: Наука и техника, 1909. — 204 с.
17. Зоткин И. Т. //Метеоритика. — 1961. — Вып. 20. — С. 40—53.
18. Идлис Г. М., Карягина З. В. //Метеоритика. — 1961. — Вып. 21. — С. 32—43.
19. Константинов Б. П., Бредов М. М., Соколов И. А. //Космич. исследования. — 1966. — Т. 4. — Вып. 1. — С. 66—73.
20. Коробейников В. П., Путятин Б. В., Чушкин П. И., Шуршалов Л. В. //Метеоритные и метеорные исследования. — Новосибирск: Наука, 1983. — С. 5—24.
21. Коробейников В. П., Чушкин П. И., Шуршалов Л. В. //Взаимодействие метеоритного вещества с Землей. — Новосибирск: Наука, 1980. — С. 115—138.
22. Коробейников В. П., Чушкин П. И., Шуршалов Л. В. //Метеоритные исследования в Сибири. — Новосибирск: Наука, 1984. — С. 99—117.
23. Кринов Е. Л. Тунгусский метеорит. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — 196 с.
24. Кулик Л. А. //Мироведение. — 1926. — Т. XV. — № 2. — С. 173—178.
25. Кулик Л. А. //Мироведение. — 1927. — Т. XVI. — № 4. — С. 231—232.
26. Васильев Н. В., Журавлев В. К., Журавлева Р. К. и др. Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита. — М.: Наука, 1965. — 112 с.
27. Пасечник И. П. //Космическое вещество на Земле. — Новосибирск: Наука, 1976. — С. 24—54.
28. Суслов И. М. //Мироведение. — 1927. — Т. XVI. — № 1. — С. 13—18.
29. Фаст В. Г., Баранник А. П., Разин С. А. //Вопросы метеоритики. — Томск: Изд-во ТГУ, 1976. — С. 36—52.
30. Фаст В. Г., Бояркина А. П., Бакланов М. В. //В кн.: Проблема Тунгусского метеорита. — Томск: Изд-во ТГУ, 1967. — Вып. 2. — С. 62—104.
31. Фесенков В. Г. //Астрон. журн. — 1961. — Т. 38. — Вып. 4. — С. 577—592.
32. Фесенков В. Г. //Метеоритика. — 1961. — Вып. 20. — С. 27—31.

33. Фесенков В. Г.//Метеоритика. — 1964. — Вып. 24. — С. 5—15.
34. Фесенков В. Г.//Метеоритика. — 1964. — Вып. 24. — С. 177—179.
35. Фесенков В. Г., Крinov Е. Л.//Вестник АН СССР. — 1960. — № 12. — С. 32—36.
36. Флоренский К. П.//Геохимия. — 1962. — № 2. — С. 187—189.
37. Флоренский К. П.//Метеоритика. — 1963. — Вып. 23. — С. 3—29.
38. Флоренский К. П.//Геохимия. — 1963. — № 3. — С. 284—296.
39. Флоренский К. П., Иванов А. В., Ильин И. П. и др.//Геохимия. — 1968. — № 10. — С. 1163—1173.
40. Флоренский К. П., Вронский Б. И., Емельянов Ю. М. и др.//Метеоритика. — 1969. — Вып. 19. — С. 103—104.
41. Ben Menahem A.//Phys. — Earth and Planet. Interiors. — 1975. — V. 11. — P. 1—35.
42. Cecchini S., Galli M., Korlevic J., Valdre C. In press.
43. Cowan C., Atluri C., Atluri C. R., Libbi W. F.//Nature. — 1965. — V. 206. — № 4986. — P. 861—865.
44. Jackson Y. A. A., Ryan M. P.//Nature. — 1973. — V. 245. — № 5429. — P. 88—89.
45. G. la Paz.//Popular Astronomie. — 1948. — V. 56. — P. 330—331.
46. Whipple F. J. W.//On phenomena related to the Royal Meteorolog. Soc. — 1934. — V. 60. — P. 505.
47. Whipple F. J. W.//Quart. Journal of the Royal Meteorological Soc. — 1939. — V. 56. — № 236. — P. 349.

Томское отделение  
Всесоюзного астрономо-геодезического  
общества