

Тунгусский метеорит

...Небо раздвоилось, и в нем широко и высоко над лесом появился огонь, который охватил всю северную часть неба.

Гипотеза

Загадка XX столетия - космический корабль, осколок холодной кометы или обычный метеорит...

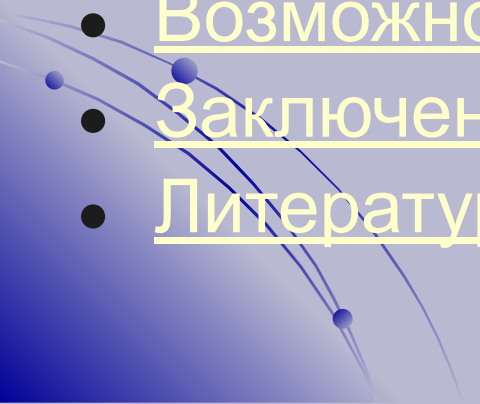
Существует ли теория, которая сможет объяснить всю загадку Тунгусского взрыва?



Цели и задачи

- Определить, что называется тунгусским феноменом,
- Исследовать историю изучения тунгусского феномена,
- Познакомиться с основными теориями, объясняющими тунгусский феномен,
- Узнать какие экспедиции изучали область падения метеорита,
- Узнать, существует ли опасность повторения катастрофы

Содержание:

- Введение
 - До...
 - Падение метеорита
 - Последствия
 - Основные характеристики
 - Экспедиции
 - Гипотезы
 - Выставки, конференции, научные встречи
 - Возможно ли повторение катастрофы?
 - Заключение
 - Литература
- 

Введение



Введение

Тунгусский метеорит занимает первое место среди природных катастроф по своей **энергетике, масштабу вызванных разрушений и упорной многолетней таинственности.**

Событие приобрело грандиозные размеры по мере его изучения, поднимаясь до уровня библейских потрясений (гибель Атлантиды, всемирный потоп и др.).



Введение

Тунгусский метеорит - уникальное природное событие, произошедшее 30 июня 1908 в 7 часов утра по местному времени в бассейне р. Подкаменная Тунгуска (ныне Эвенкийский национальный округ Красноярского края РСФСР), напоминавшего явления, сопровождающие падения метеоритов, но отличавшегося огромными масштабами.



До...

Тунгусскому метеориту предшествовали **необычные явления:**

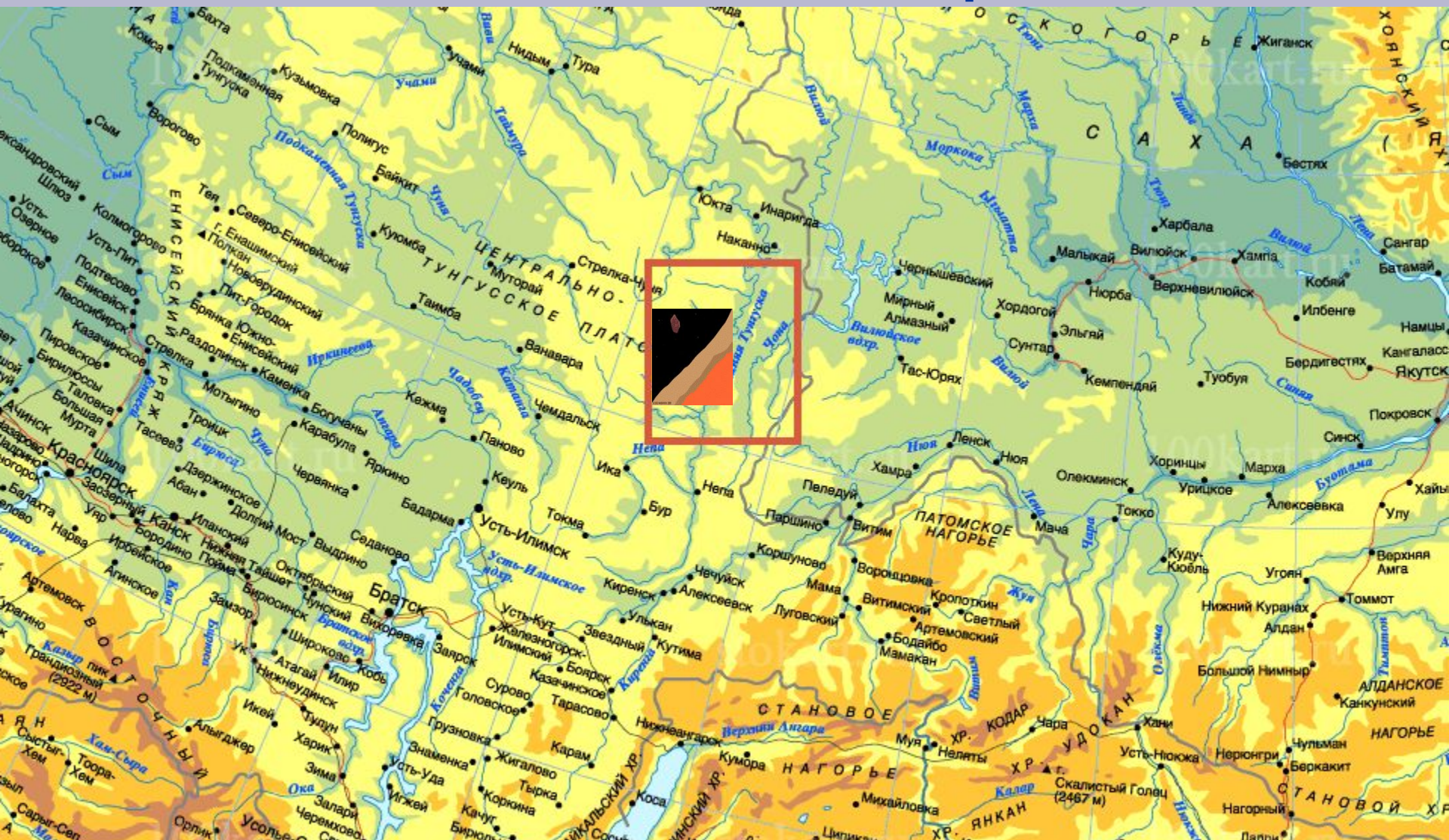
- небывалые половодья весной в Европе,
- над Атлантическим океаном висела густая пыль.

За несколько дней до катастрофы наблюдались **полярные сияния:**

- Средняя Волга
- Европа
- Сибири



Падение метеорита



Падение метеорита

«...В течение нескольких секунд наблюдался ослепительный яркий болид, перемещавшийся по небу с Ю.-В. на С.-З. На пути движения болида, который был виден на огромной территории Восточной Сибири (в радиусе до 800 км), остался мощный пылевой след, сохранявшийся в течение нескольких часов...»



Падение метеорита

После световых явлений был слышен **взрыв** на расстоянии свыше 1000 км.

Во многих селениях ощущалось:

- сотрясение почвы и построек, подобное землетрясению,
- раскалывались оконные стекла,
- с полок падала домашняя утварь,
- качались висячие предметы
- Многие люди, а также различные домашние животные воздушной волной были свалены с ног.



Падение метеорита

Сейсмографы в Иркутске и в ряде мест Западной Европы зарегистрировали сейсмическую волну.

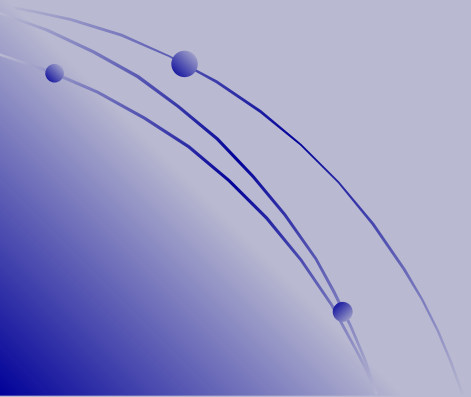
Воздушная взрывная волна была зафиксирована на барограммах, полученных на многих сибирских метеорологических станциях, в Петербурге и ряде метеорологических станций в Великобритании.





Сейсмограф

Это очень чувствительный прибор, который улавливает и регистрирует подземные толчки. Благодаря сейсмографу известны сила, направление и продолжительность подземных толчков.





Сейсмическая волна

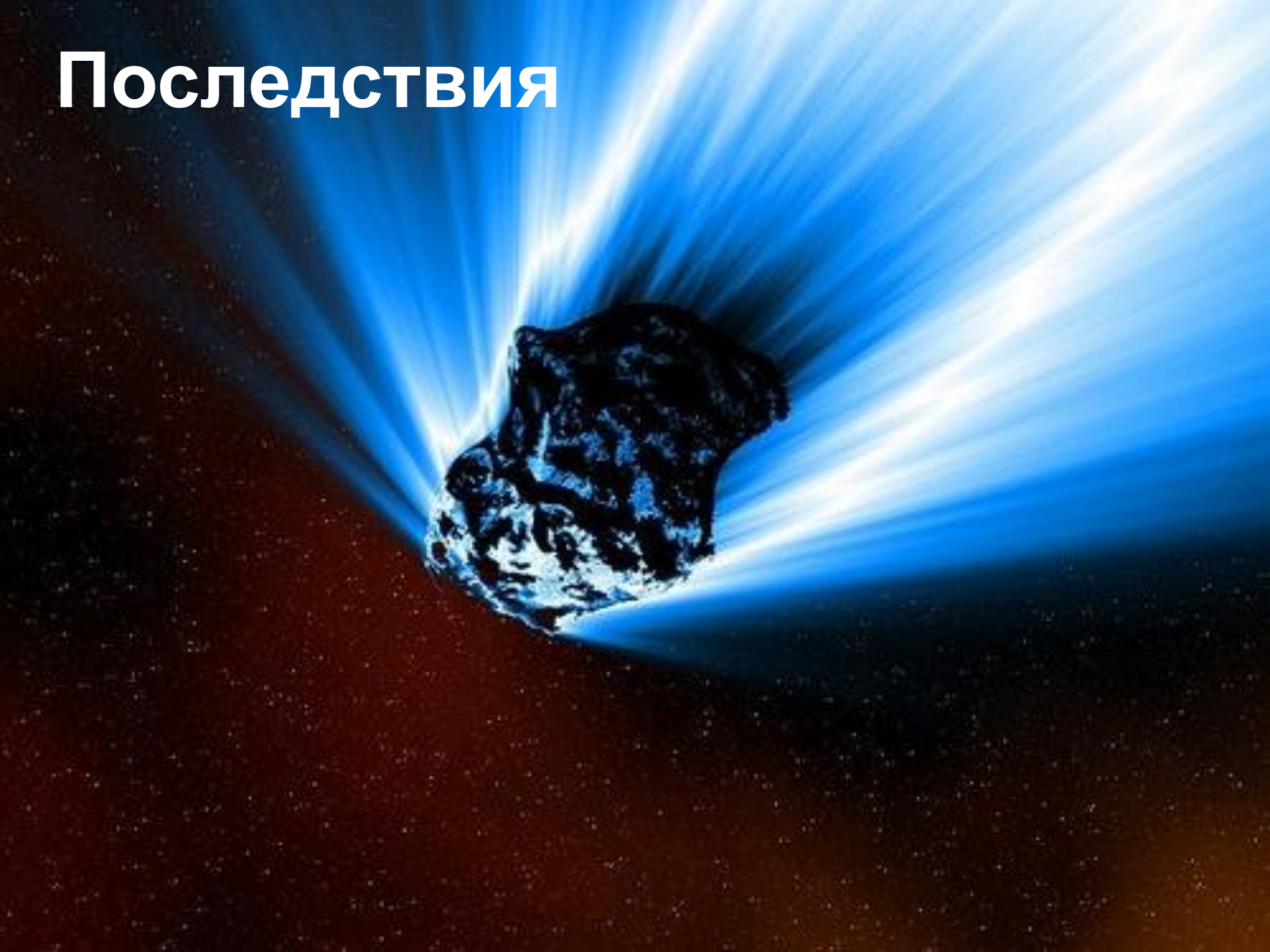
Упругие колебания, распространяющиеся в Земле от очагов землетрясений, взрывов и др. источников.

Продольные сейсмические волны - волны сжатия (колебания частиц среды осуществляются в направлении сейсмического луча);

Поперечные сейсмические волны - волны сдвига (колебания частиц среды происходят в направлении, перпендикулярном лучу).

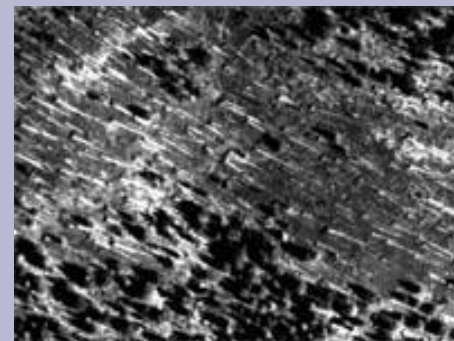
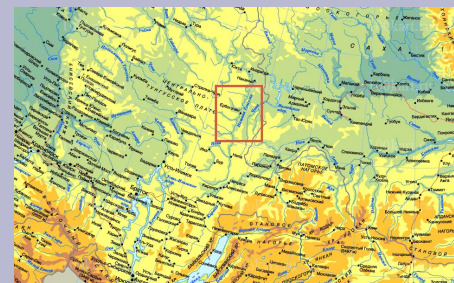


Последствия



Последствия

- **След** на небе был виден на огромной территории Восточной Сибири в междуречье Лены и Подкаменной Тунгуски. Зона видимости болида составила около 600 километров.
- **Взрывом** был полностью повален лес на огромной территории - на площади 2150 квадратных километров (это примерно соответствует площади современной Москвы).
- **Вспышка** обожгла лес на площади 200 квадратных километров и вызвала огромный лесной пожар.
- Под действием **светового излучения** на десятки километров вокруг вспыхнула тайга.



Последствия

- произошла частичная мутация растений,
- ускорился рост деревьев,
- изменился химический состав и физические свойства почв

Магнитная буря с изменением магнитного поля на большой площади.



Последствия

Облака, образовавшиеся на высоте около 80 километров, интенсивно отражали солнечные лучи, тем самым создавая **эффект светлых ночей** даже там, где их прежде не наблюдали.

Время: Через 15-20 часов после катастрофы.

Область распространения: от западных берегов Атлантики до центральной Сибири и от Ташкента до Санкт-Петербурга.

Площадь территории: более 12 млн. км²

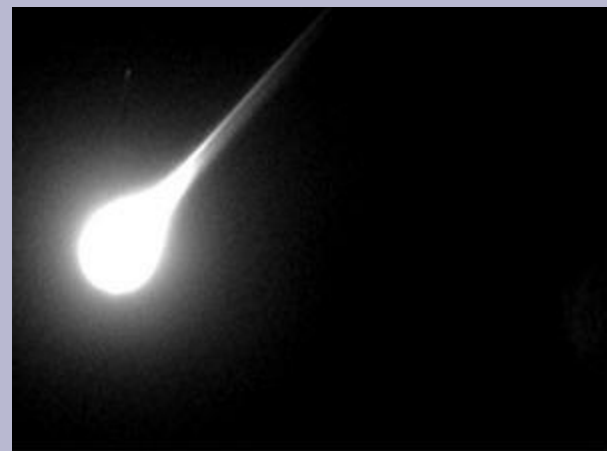


Основные характеристики



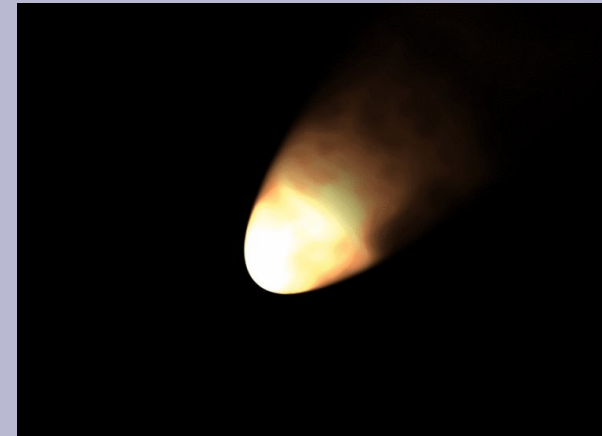
Основные характеристики

- Болид проделал путь в атмосфере от северной части Байкала до района Подкаменной Тунгуски (**примерно 1400 км**).
- Летел по **очень пологой траектории** с углом наклона $10\text{--}15^\circ$.
- Взрыв произошел на **высоте 6–10 км**.
- **Сила взрыва** – около 40 Мт тротила, что соответствует взрыву 2000 атомных бомб «калибра Хиросимы».



Основные характеристики

- **Выделившаяся энергия 10^{16} – 10^{17} Дж** пошла на световую вспышку, ударную воздушную и сейсмическую волны.
- Оцененная **масса** метеорита – больше 1 млн т.
- Взрыв вызвал **магнитную бурю**, перемагничивание пород в радиусе 30 км, **серебристые облака и белые ночи** (в течение двух-трех последующих суток) на большом пространстве к западу от взрыва, **наследственные изменения растительности**.
- **Никаких фрагментов метеорита в окрестностях взрыва найдено не было**, его вещественный состав неизвестен.



Экспедиции



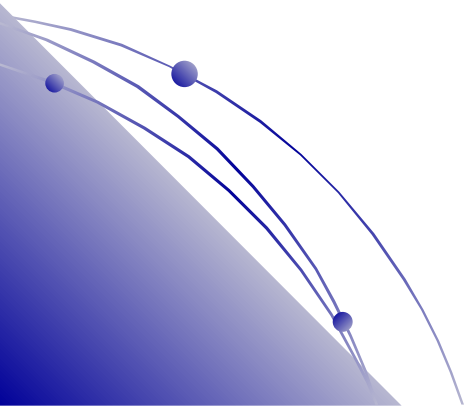
С.В. Обручев



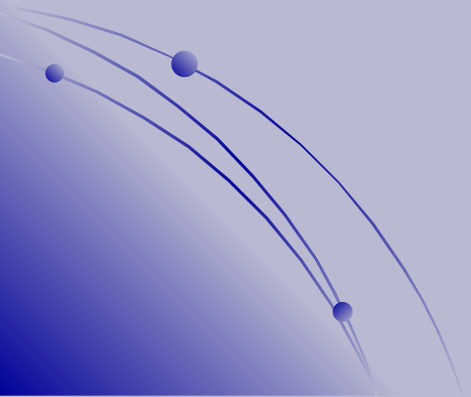
Экспедиция Л.А. Кулика



Л.А. Кулик



- 1924 г. экспедиции С.В.Обручева
- 1921–1939 гг. экспедиции Л.А.Кулика
- 1950-х гг. исследования К.П. Флоренского
- 1960-1961 гг. — экспедиция Академии наук СССР
- Экспедиции на Тунгуску 2001 года



Экспедиции С.В.Обручева

Истинные размеры разрушений и энергию взрыва были открыты экспедициями в районе падения.

В 1924 г. геолог **С.В.Обручев**, проводя исследования в этом месте, **установил, что севернее Ванавары находится гигантский массив поваленного леса площадью около 700 км² (на самом деле в 3 раза больше).**



С.В. Обручев

Экспедиции С.В.Обручева

Эпос северных народов

О «скошенной тайге» с яркими, фантастическими подробностями сообщали и охотники-эвенки. На землю, по их словам, спустился бог Агды в образе железной птицы, изрыгающей огонь.

Тунгусский метеорит вписался в эпос северных народов.

Реальные факты обросли богатым
ВЫМЫСЛОМ.



Экспедиции Л.А.Кулика

Впервые эпицентр описанных явлений обследовал в 1927 **Л. А. Кулик**. Им был обнаружен **радиальный вывал леса** вокруг эпицентра в радиусе до 15—30 км; здесь же на уцелевших деревьях позднейшими экспедициями замечены следы своеобразного ожога.

В центральной части этой области были обнаружены круглые ямы, заполненные водой и ошибочно принятые Куликом за метеоритные воронки.

В 1928—30 АН СССР были проведены под руководством Кулика ещё две экспедиции, а в 1938—39 произведена аэрофотосъёмка центральной части области поваленного леса.



Л.А. Кулик



карта Кулика



1. Река Кимчу 2. Озеро Чеко 3. Гора Вюльфинг 4. Северный торфяник, Кобаевый остров
5. Гора Фаррингтон 6. Избы Кулика 7. Гора Стойкович 8. Эпицентр взрыва 9. Южное болото
10. Болото "Бублик" 11. Гора Острая 12. Ручей Чеко 13. Водопад Чургим 14. База "Пристань"
15. Озеро Хушменское 16. Река Хушма 17. Хребет Сильгами 18. Ручей Угакит 19. Ручей Ямоко



Исследования К.П.Флоренского

В 50-х гг. геохимик К.П. Флоренский продолжил исследования. **Были обнаружены сферические микрочастицы космического происхождения в конусе от эпицентра в северо-западном направлении на расстоянии до 200 км.**

Был установлен еще один **удивительный факт – ускоренный рост деревьев в зоне поражения.** Тунгусский метеорит вызвал заметные мутации в местной флоре.

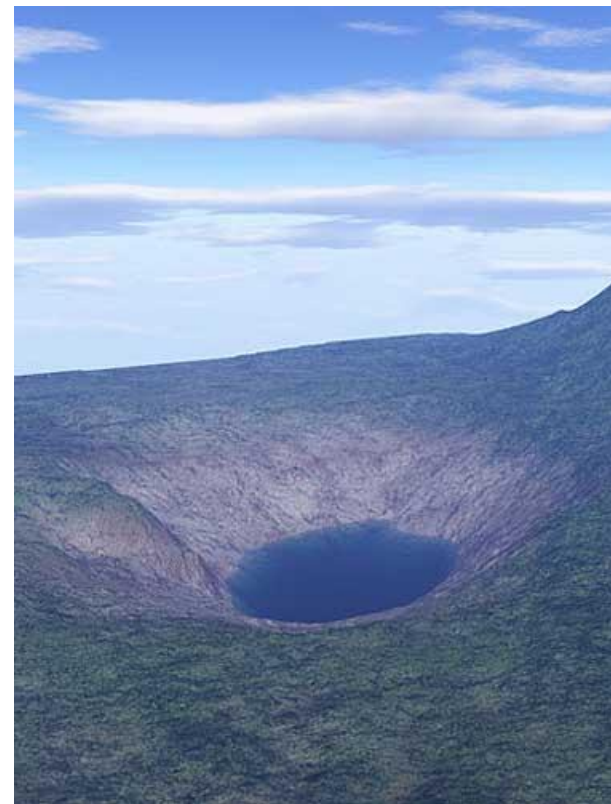


К.П. Флоренский

1960-1961 гг. – экспедиция Академии наук СССР

Основная задача - обследование водолазами дна озера Чеко и поиск метеоритного вещества в его окрестностях. Было установлено, что дно водоема конусовидное, но следов метеорита обнаружить не удалось.

По рассказам местных жителей на месте озера всегда существовал заболоченный водоем. Поэтому версия, что **озеро Чеко - след падения Тунгусского метеорита** больше не рассматривалась.



Озеро Чеко

Экспедиции на Тунгуску 2001 г.

Летом 2001 года на месте катастрофы и прилегающих к ней районах работало 3 группы и одна экспедиция.

- **Экспедиция КСЭ-43.** Проводилась с начала июля по конец августа. В ее составе приняли участие 5 отрядов, насчитывавших более 20 человек из городов Томск, Новосибирск, Москва. Основные работы, как и в предыдущие годы, были направлены на поиск вещества и изучение последствий взрыва.



Экспедиции на Тунгуску 2001 г.

- **Группа гидрогеолога А.Г.Плеханова** (3 чел.) По заданию администрации пос. Ванавара, проводились изыскательские работы на реке Подкаменная Тунгуска.
- **Группа И.К.Дорошина.** (3 чел.) Изучение мелкодисперсного вещества, поиск крупных фрагментов в близлежащих районах по направлению траектории. Осмотр подозрительных мест, обнаруженных на аэрофотосъемке в верховьях реки Хушмы и ручья Чеко.
- **Д.Ф.Анфиногенов.** В продолжение работ геологов Н.Л. Сапронова и В.И. Вальчака проводились поиски и изучение слабоизмененного вещества в торфяниках Северного болота.
- **Группа В.К.Журавлева.** (6 чел.) Поиски вещества вблизи эпицентра взрыва.
- **Группа В.А.Ромейко.** (7 чел.) Отбор проб с целью выявления кометных частиц (субтектитов и стримерглассов). Радиометрические измерения к югу от эпицентра. Изучение молниевых повреждений современных и катастрофных деревьев, и поиск фульгуритов. Плановые наблюдения серебристых облаков по программе "МЕЗО".

Гипотезы

Метеоритная

Кометная

Рикошетная

Геофизическая

Антивещественная

Научно-фантастическая

Экзотические гипотезу

Гигантский каменный
метеорит



Метеоритная гипотеза

Первоначально Л.А.Кулик считал, что на месте катастрофы **«выпал рой обломков железного метеорита, связанных с кометой Понса–Виннике»**.

Гипотеза встретила серьезные трудности.

Она не могла ответить на вопросы:

- Почему произошел высотный взрыв?
- Где остатки метеорита?
- Что вызвало западные белые ночи?



Кометная гипотеза

Известный английский космофизик Ф.Уипл предположил, что **Земля столкнулась с небольшой кометой.**

Ядро кометы – это, по выражению ученого, «комочек грязного снега», который полностью испарился в атмосфере, не оставив следа.

Аргументы против:

- как могла комета подкрасться незамеченной?
- комета не могла проникнуть так глубоко в атмосферу.

Похожую модель предложили француз Ф.де Руа и академик В.И. Вернадский, считавшие, что Земля столкнулась с облаком космической пыли.



Рикошетная гипотеза

Вторгшееся в земную атмосферу под малым углом к горизонту тело (ядро кометы или метеорит), не достигнув Земли, раскололось и испытало рикошет, поднявшись на сотню километров вверх. Осколки, потеряв скорость, выпали уже совсем в другом месте.

Гипотеза объясняла отсутствие вещественных улик, белые ночи и другие побочные явления, но расчеты ее не подтверждали.

Аргументы против: Очень странный рикошет такого крупного тела.



Геофизическая гипотеза

Место взрыва – **район ярко выраженного грязевого вулканизма.**

Подсчитывалось необходимое количество газа, рассматривались способы образования взрывчатой смеси с кислородом и т.д., но **на многие вопросы гипотеза не давала ответа:**

- Что такое огненный болид?
- Почему белые ночи?
- Чем вызваны изменения магнитного поля?

Со временем эта модель обросла дополнительными предположениями:

- Особый вид вулканической активности,
- Магнитные монополи, вылетающие из земных недр,



Антивещественная гипотеза

Американский физик Л.Лапаз (1948 г.), а позднее К.Коуэн и У. Либби предположили, что **Тунгусский метеорит – это кусок антивещества, испытавший аннигиляцию в атмосфере**, т.е. полностью превратившийся за счет ядерных процессов в излучение.

Аргумент против: Аннигиляция, однако, должна была произойти еще в верхних слоях, и совершенно непонятно, как метеорит смог проникнуть так глубоко в атмосферу.

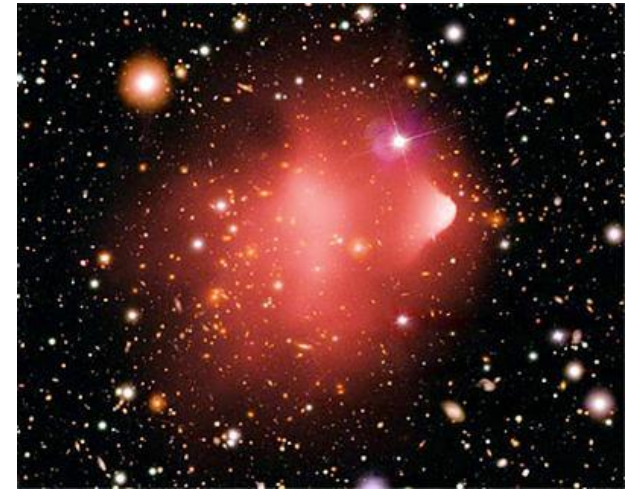


Антивещественная гипотеза

На возможный антивещественный состав метеоритных потоков указал академик Б.П.Константинов в 60-х гг.

Продукты аннигиляции – нейтроны и гамма-кванты – искались в совпадении с метеоритами, но обнаружить веские свидетельства таких совпадений не удалось.

В настоящее время большинство физиков считают, что заметных (макроскопических) скоплений антивещества в природе нет – ни в Солнечной системе, ни в Галактике.



Научно-фантастическая гипотеза

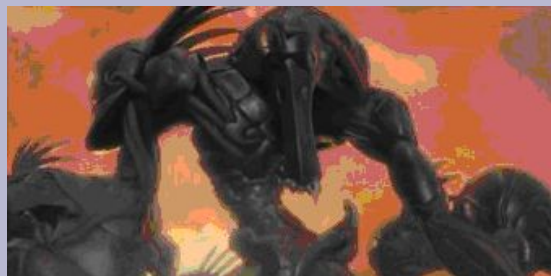
В 1946 г. А.П.Казанцев в рассказе, опубликованном в журнале «Вокруг света», описал **атомный взрыв космического корабля над тунгусской тайгой.**

Прямая аналогия между внешним проявлением Тунгусского метеорита и взрывами атомных бомб над Хиросимой и Нагасаки.



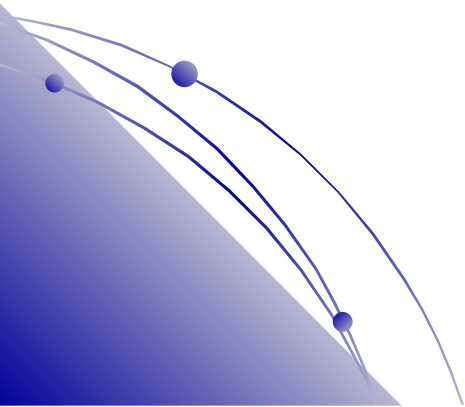
Научно-фантастическая гипотеза

Роман А. Казанцева «Пылающий остров» (1940-1941) и его же рассказа «Взрыв» (1946) - гипотеза о взрыве инопланетного корабля стала настолько популярной в советской фантастике, что превратилась фактически в общее место (например, «Фарсаны» Семёна Слепынина, «Последний ангел» Константина Брендючкова



Научно-фантастическая гипотеза

- два НЛО, прилетевшие с Марса,
- три контейнера с информацией, направляемой на Землю,



Экзотические гипотезы

- шаровые молнии,
- необычные электрические разряды,
- черные дыры,
- «обратный ход времени»



Гигантский каменный метеорит

Начало 90-х гг. XX века:

Согласно расчетам разрушения каменного метеорита большой массы в атмосфере тело распадается на много фрагментов.

Аргумент против: ни один осколок не был обнаружен на территории Южного Болота, куда должны были упасть остатки метеорита.

Выход: В.В.Светсов - сотрудник Института динамики геосфер РАН - провел точные расчеты тел большой массы (10–20 Мт), влетающих с высокой скоростью в атмосферу.



Гигантский каменный метеорит

Сценарий В.В. Светсова 1996г.

- Тело массой около 1 Мт проникает глубоко в атмосферу,
- Не сбрасывает достаточно скорость,
- В плотных слоях испытывает огромные аэродинамические нагрузки, которые полностью разрушают его, превращая в рой мелких (диаметром не больше 1 см) осколков, погруженных в радиационное поле высокой интенсивности.
- Происходит тепловой взрыв,
- Полное испарение-распыление вещества - **абляция**.



Гигантский каменный метеорит

Итог

Сценарий В.В. Светсова признан как **окончательное решение проблемы: астероид (или новый термин – метеороид) диаметром приблизительно 30 м разрушился и испытал взрыв с рассеиванием вещества на высоте около 8 км.**

Остатки вещества, как пыль, развеялись в западном направлении, по вектору полета. Они образовали серебристые облака над Европой и Атлантикой, вызвавшие необычные белые ночи, пока циркуляционные потоки в атмосфере не разнесли их по всему земному шару.



Выставки, конференции, научные встречи

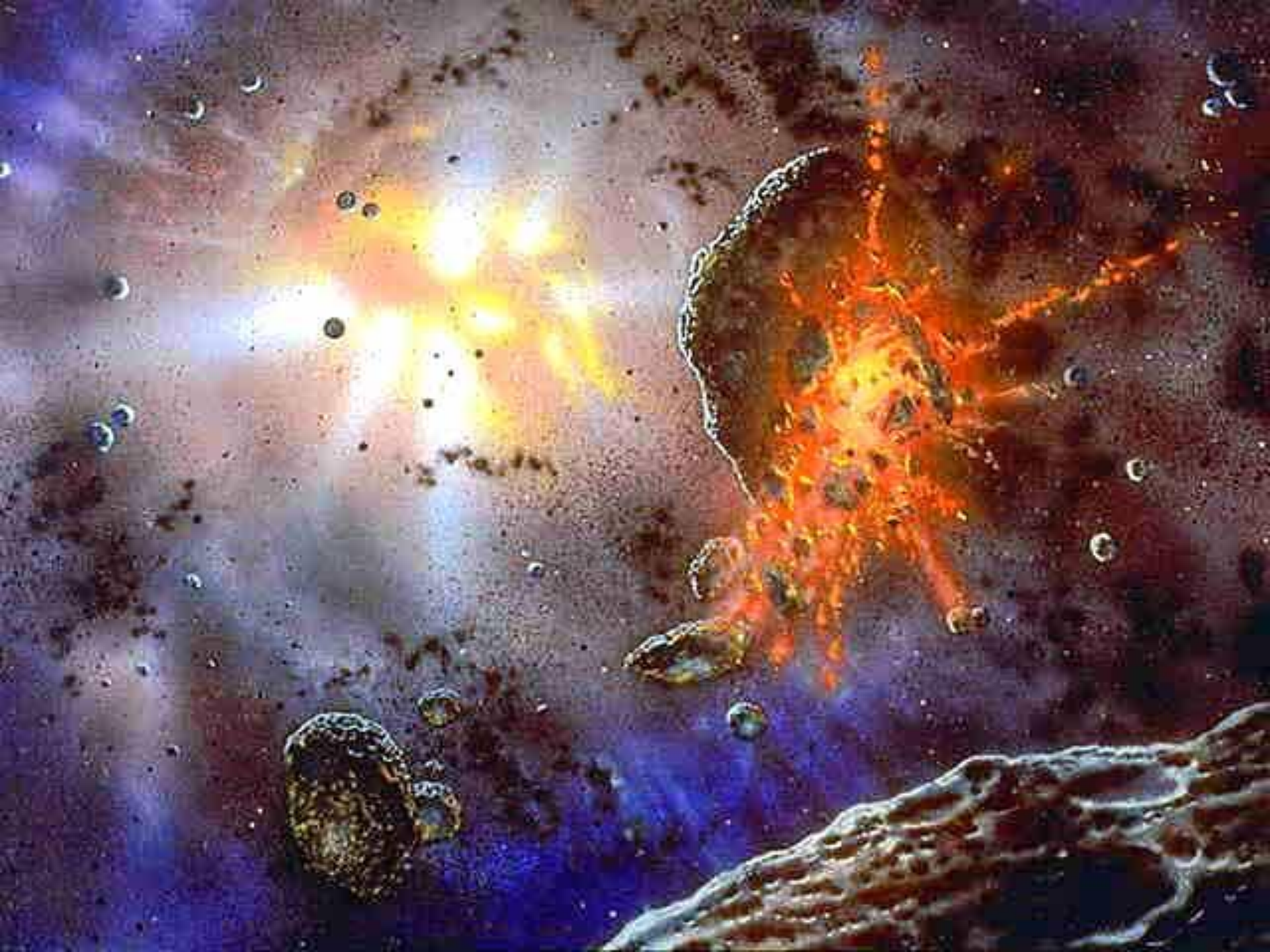
- Открытие выставки картин художника Н. Федорова в московском Дарвиновском музее 29 января 2008 г.
- Открытие первой в истории выставки, посвященной Тунгусскому метеориту в московском Дарвиновском музее 1 марта 2008 г.:
 - Выставка книг о Тунгусском метеорите,
 - Выставка метеоритов из коллекции Геологического музея им. В.И.Вернадского,
 - Персональная выставку фотографий «К Тунгусскому метеориту»



Выставки, конференции, научные встречи

- **«Сто лет тунгусскому феномену. новые подходы»** - международная конференция. Москва. Политехнический музей. 27 июня 2008 г.
- **«100 лет проблеме тунгусского метеорита»** - юбилейная международная конференция. Красноярск. 28- 29 июня 2008 г.
- Сибирская юбилейная научная конференция **«100 лет Тунгусскому метеориту»**. Томск. 1-3 мая 2008 г.





Возможно ли повторение катастрофы?

Человечество беззащитно перед
ВОЗМОЖНОЙ НОВОЙ тунгусской
катастрофой –

- современные средства не могут заблаговременно обнаруживать подобные космические тела (на достаточном расстоянии для начала операции по уничтожению), тогда как ущерб, который они могут нанести, сопоставим с ядерным ударом.



Заключение

Тунгусская катастрофа относится к числу хорошо изученных, но вместе с тем к одному из самых загадочных явлений XX столетия.

На данный момент сценарий В.В. Светсова признан как **окончательное решение проблемы.**



Заключение

Изучение этого метеорита, хотя и затрудненное удаленностью его от населенных мест, даст науке очень много:

- прольет свет на происхождение метеоритов,
- на связь метеоритов с кометами,
- на строение как метеоритов, так и небесных тел вообще.



Заключение

Кроме того падение огромного метеорита, разорвавшегося на большое количество кусков, вызвало в болотистой почве целый ряд воронок, напоминающих по внешнему виду знаменитые кратеры на поверхности луны; **таким образом происхождение лунных кратеров можно поставить в связь с падением метеоритов на поверхность луны.**

