

# Феномен Тунгуски:

## многоаспектность проблемы



1908 - 2008

КОМИССИЯ ПО МЕТЕОРИТАМ И КОСМИЧЕСКОЙ ПЫЛИ  
КОМПЛЕКСНАЯ САМОДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

**ФЕНОМЕН ТУНГУСКИ:  
МНОГОАСПЕКТНОСТЬ  
ПРОБЛЕМЫ**

**К 100-летию ТУНГУССКОГО  
СОБЫТИЯ 1908 г.**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

НОВОСИБИРСК - 2008

УДК 523.51; 523.23; 552.6 (571.512)

ББК 22.655 (2Р54 – 4Кра – 6Э)

Феномен Тунгуски: многоаспектность проблемы. – Новосибирск: ООО  
ИПФ «Агрос», 2008. – 354 с.

ISBN 978-5-9657-0130-8

В сборнике обобщены результаты исследований последних 20 лет по широкому спектру направлений в русле решения Тунгусской проблемы (изучение пожара, ожога, показаний очевидцев Тунгусского События, поиски вещества, исследования термолюминесцентных характеристик пород). Представлены списки проектов, ставившихся и реализовывавшихся Комплексной самодеятельной экспедицией (КСЭ) со времен ее основания в 1959 г. Дается ряд концепций, объясняющих природу и характер Тунгусского События 1908 г., подчеркивается их альтернативность и взаимная дополнительность. Выделен методологический аспект Тунгусской проблемы. Показана ее социальная значимость. Дается несколько раритетных материалов.

В числе авторов сборника – не только участники КСЭ, но и независимые исследователи. В представленных статьях выделяются нерешенные задачи и ставятся новые, призванные построить целостную и непротиворечивую картину События. Общая тональность настоящего издания – Тунгусская проблема далека от разрешения, и рано закрывать эту тему.

Книга рассчитана, прежде всего, на реально интересующихся состоянием дел в изучении Тунгусского феномена, специалистов в различных областях знаний, могущих внести свой вклад в решение проблемы, но также и на широкий круг читателей.

Ответственный редактор

**Б. Ф. Бидюков**

Редакционная коллегия

доктор геолого-минералогических наук **А. Н. Дмитриев**,

доктор физико-математических наук **В. К. Гусяков**,

кандидат физико-математических наук **В. К. Журавлев**,

© Издательство ООО ИПФ «Агрос», 2008

ISBN 978-5-9657-0130-8

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Основанием замысла этой книги стала неудовлетворенность авторов сложившимся положением дел в исследованиях Тунгусского События 1908 года (в дальнейшем ТС). Мы не разделяем уверенности определенной части исследователей в том, что Загадка Века в общих чертах решена и осталось только уточнить некоторые детали. Не согласны мы и с тем, что научным является лишь подход к изучению ТС, ведущийся в русле двух конкурирующих версий – астероидной и кометной. Мы придерживаемся точки зрения, что многочисленные альтернативные версии появлялись и продолжают появляться только потому, что гипотезы, признанные наиболее вероятными, фактически не подтверждены. И комплекс доказательств, выдвигаемых для их обоснования, все еще недостаточен.

Сама ситуация продолжающегося существования оппозиции «астероид-комета» – лишнее свидетельство того, что в стане «традиционалистов» все далеко не так гладко, как они это пытаются представить. Тем не менее, любые идеи, выходящие за рамки традиционной парадигмы, игнорируются без попыток использования их, даже очевидно полезных, сторон.

Ведущиеся по сей день работы по тунгусской тематике, несмотря на декларируемую междисциплинарность, с нашей точки зрения таковыми не являются. Периодическая и фрагментарная скоординированность предметных линий исследования не дает и не может дать в результате целостной картины События. Однако комплексное осмысление затруднений, возникающих в отдельных предметных областях и влияющих на общее понимание, большинством исследователей полагается необязательным. Отсюда хроническое отсутствие сбалансированной стратегии работ именно как межпредметных, полипрофессиональных. Не способствует построению стратегической линии и отсутствие в явном виде поставленной цели – дать целостную картину События.

Более того, целеполагание вида «выяснить **что** это было?» из нашей позиции видится сейчас не как безусловно и всецело актуальное. Отсутствие в течение века целостного представления о ТС требует рассматривать этот неординарный феномен не только с чисто научной точки зрения, но и как социальное явление. И самое Событие, и длительный, непростой путь его изучения, и преломление их в сознании современников стали уже историческим и культурным явлением. Наличие такого культурно-исторического феномена требует построения на его основе принципиально нового идеального объекта и разработки адекватных средств его изучения.

Постановка такой цели и формулирование соответствующих задач вовсе не предполагают отказ от прежних ориентиров. Мы лишь обращаем внимание на то, что в XXI веке их надо вписывать в более широкую рамку. Отсутствие ресурса для решения объемлющих задач не должно быть препятствием для их постановки. Совершенно самостоятельно может ставиться задача поиска средств для решения подобных задач.

Не может быть здесь и конкуренции с теми, кто ведет изучение локальных, исторически определившихся аспектов ТС – каждый строит свой собственный объект исследования и формулирует частные цели. Можно и не стремиться к объединению отдельных картин. Но мы хотим обозначить такое пространство, где бы эта сборка стала возможной.

*Борис Бидюков*

## КОНЦЕНТРАЦИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛА

---

---

В 2001 г. Г. Ф. Плехановым для первого выпуска электронного приложения «Тунгуска-экспресс» к журналу «Тунгусский вестник» был подготовлен обзор «Направления работ по ТМ», где Командор свел воедино программы исследований Тунгусского События, когда-либо выполнявшиеся КСЭ и лишь намечавшиеся к выполнению. Разработка этих планов и самих программ осуществлялась признанными лидерами нашей организации – Г. Ф. Плехановым, Н. В. Васильевым, Д. В. Деминим и Ю. А. Львовым. Представленный материал поражает своей масштабностью и лишней раз свидетельствует, что КСЭ действительно функционировала как НИИ на общественных началах.

Публикуемый здесь указанный обзор позволяет не только получить целостное представление о реестре исследовательских работ, проводившихся КСЭ в течение десятилетий своего существования, но и оценить, какую часть из грандиозных планов к настоящему времени удалось осуществить и что осталось незавершенным.

В настоящем издании работа Г. Ф. Плеханова приведена к виду, более соответствующему научной публикации.

Г. Ф. ПЛЕХАНОВ (Томск)

### НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО ТМ

#### ИЗ СТАРЫХ ЗАГОТОВОК:

(Н. В. Васильев, Д. В. Демин, Ю. А. Львов, Г. Ф. Плеханов)

#### ПРОГРАММА РАБОТ ПО ТУНГУССКОМУ МЕТЕОРИТУ

##### Архивы

#### 1. Работа с уже имеющимися данными по Тунгусскому метеориту.

- а) Инвентаризация архивов: где, что, у кого есть.
- б) Хранение архивов, организация хранения первичных документов.
- в) Классификация архивов по критерию очередности ввода в ЭВМ.
- г) Компьютеризация архивов, создание их электронных копий.
- д) Разработка алгоритмов и программ анализа архивных данных.
- е) Компьютерный анализ всей имеющейся информации.

##### Модели

#### 2. Построение умозрительных, вероятностных моделей явления путем перебора входных характеристик.

- а) Выбор направлений перспективных для моделирования.
- б) Нахождение лиц и организаций способных провести эти расчеты.
- в) Организация работы.

##### Сбор данных

#### 3. Направления дальнейших исследований, представляющихся перспективными.

##### *А. Аспекты, относящиеся к моменту катастрофы.*

- а) Было ли предсвещение неба?
- б) Было ли свечение неба в Канаде, США?
- в) Разобраться с полярограммой Буша.
- г) Разобраться с геомагнитным эффектом.
- д) Действительно ли 1908 г. был аномальным по геофизике: солнечная активность, землетрясения, метеорология и т.д.?

(Направления работ, связанные с дальнейшим сбором материалов по показаниям очевидцев, а также, со сбором и анализом сейсмограмм, барограмм можно считать бесперспективными).

##### *Б. Аспекты, относящиеся к району катастрофы.*

##### 1) Физика явления в целом.

- а) Аномальная термолюминесценция пород и почв.
- б) Нарушение палеомагнитных свойств подстилающей поверхности района.
- в) Места возникновения пожара.
- г) Электрические и магнитные воздействия катастрофы на близлежащие объекты.

- д) Содержание  $C^{14}$  по слоям древесины.
- 2) Химия явления (вещество) – (адекватный контроль!)
  - а) Изотопия по Колесникову.
  - б) Микрочастицы в засмолах, древесине, илах.
  - в) Микрочастицы в слоях торфа.
  - г) Микрочастицы в почве.
  - д) Поиск «гороха».
  - е) Определение кислотных дождей в близлежащих районах.
- 3) Биологические последствия. - (Адекватный контроль!)
  - а) Стерильность пыльцы растений.
  - б) Приросты и треххвойность сосны.
  - в) Ускоренный прирост деревьев.
  - г) «Мутации» муравьев.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БЛОКИ РАБОТ ПО ТМ (с участием Д. В. Демина)

1. **Каталоги, компьютерные банки данных.**
  - а) Очередные, практически готовые. (Нужно только вводить).
  - б) Стоят на очереди ввода. (Нужен добор материала).
  - в) Требуют доработки или осмысления.
  - г) Новые направления работ, представляющиеся перспективными.
2. **Методы, алгоритмы и программы обработки банков данных.**
3. **Математические модели** различных аспектов явления с учетом разных его вариантов.  
(Лучевая структура вывала и т.д.)
4. **Методы, аппаратура, инструментарий** полевых и камеральных работ.
5. **Возможность применения** тунгусских наработок для решения других задач.

#### 1. КАТАЛОГИ

- а) Очередные, практически готовые, нужен только ввод.
1. **Вывал**: по каталогу Фаста, по материалам Кулика, другие.
  2. **Пожар**: данные Бережного, Курбатского, Фуряева, Дорошина и К°.
  3. **«Ожог»** по Ильину, Зенкину, Воробьеву и К°.
  4. **Очевидцы** – литература + собственные сборы.
  5. **Свечение неба** - литература + просмотр газет ленинградцами.
  6. **«Мутации» сосны** – треххвойность и длины приростов.
  7. **Геофизика** 1908 г.
    - сейсм 30.06.08.
    - барограммы.
    - геомагнитный эффект + при ядерных взрывах.
    - полярометрия.

- |  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">б) <u>Стоят на очереди</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлометрия.</li> <li>2. Изотопия. (<i>Работы Колесникова, Голенецкого</i>).</li> <li>3. Скол. (<i>Ковалюх, Собонович</i>).</li> <li>4. Геология района, включая палеовулкан. (<i>Камень Джона?</i>)</li> <li>5. Геофизика 1908 г., включая общую сейсмику.</li> </ol> | <p style="text-align: center;">в) <u>Требует доработки и обоснования.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шарики в почве.</li> <li>2. Шарики в торфе.</li> <li>3. Изотопия.</li> <li>4. Палеомагнетизм.</li> <li>5. Термолюминесценция.</li> <li>6. Ускоренный прирост.</li> <li>7. Солнечная активность 1908 г.</li> </ol> |
|--|---|

г). Перспективные направления работ.

#### **А. Район катастрофы и контроль.**

1. Изотопия по Колесникову: а) Центр, б) Контроль 1 – Байкит или Богучаны; контроль 2 – Камчатка.
2. Термолюминесценция: а) Центр (*по радиусам*); б) контроль на старых горях.
3. Палеомагнетизм: разобраться с самим фактом эффекта.
4. Стерильность пыльцы: а) Центр. б) контроль – сходный район.
5. Итгербиевый центр по Демину. (В. К. Журавлев).
6. Границы возникновения пожара.
7. Частицы в древесине (По В. А. Алексееву).
8. Тектиты по Е. В. Дмитриеву
9. Дендрохронология и  $C^{14}$  (В. Д. Несветайло).

10. Центр по ускоренному приросту (В. К. Журавлев).
11. Лишайники – что из них можно вывести?

**Б. Время катастрофы.**

1. Было ли предсвещение неба?
2. Было ли свечение неба в Канаде и США?
3. Вероятность кислотных дождей. (Работы Е. М. Колесникова).

**ДРУГОЙ ВАРИАНТ ПРОГРАММЫ ОЧЕРЕДНЫХ РАБОТ  
(С участием Н. В. Васильева и Ю. А. Львова)**

1. **Инвентаризация проектов, или всех работ, проводившихся по ТМ;** (или все реализованные планы работ за все годы).

- а) Что выполнено и закончено в первом приближении?
- б) Что невыполнено и требует продолжения?
- в) Тупиковые работы.
- г) Перспективный план дальнейших исследований.

2. **Распределение проектов по направлениям и срокам.**

- |  |   |
|--|---|
| а) Показания очевидцев и следствия их анализа. | к) Помутнение атмосферы.                                |
| б) Сейсм и его анализ.                         | л) Вулканическая деятельность в околкатастрофное время. |
| в) Барограммы.                                 | м) Движение малых тел Солнечной системы.                |
| г) Геомагнитограмма.                           | н) Метеорология.  |
| д) Полярограмма Буша.                          | о) Климатологические особенности.                       |
| е) Светлые ночи.                               | п) Таяние ледников.                                     |
| ж) Болидная активность.                        | р) Фон космической пыли.                                |
| з) Солнечная активность.                       | с) Заболеваемость 1908 г.                               |
| и) Геотектоника.                               |   |

**Относящиеся к району катастрофы:**

1. Физические.

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| а) Кратеры и воронки.         | ж) Термолюминесценция                    |
| б) Вывал.                     | з) Палеомагнетизм.                       |
| в) Пожар.                     | и) Магнитометрия.                        |
| г) Ожог.                      | к) Электроразведка.                      |
| д) Радиоактивность.           | л) Замедление времени (по А.В. Золотову) |
| е) Сухие речки и термокарсты. | м) Обводнение района.                    |

2. Химия. (Вещество).

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| а) Куски визуально.            | л) Изотопия.            |
| б) Индуктометрия.              | м) Редкие земли.        |
| в) Шарики в почве.             | н) Камень Джона.        |
| г) Шарики в торфе.             | о) Камень-олень         |
| д) Вещество в сломках.         | п) Камень Янковского.   |
| е) Вещество в засмолах сучков. | р) Алмазные сростки.    |
| ж) Металлометрия в почве.      | с) Угольные шарики.     |
| з) Флорометрия.                | т) Вещество в карманах. |
| и) Торфяная спектрометрия.     | у) «Горох».             |

к) Скол

3. Биологические.

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| а) Ускоренный прирост.  | е) Стерильность пыльцы.      |
| б) Рыхлое кольцо.       | ж) Кости шамана.             |
| в) Треххвойность сосны. | з) Овес по-Ошаровски.        |
| г) Приросты сосны.      | и) Удобрения по Голенецкому. |
| д) Муравьи.             |                              |

4. Характеристика территории.

- а) *Геология* района, рельеф, геохимия, «Иттербиевый центр».
- б) *Гидрология* района (мерзлота).
- в) *Биология* района: флора и фауна, леса, болота, пожары.
- г) *Карты*: «Светлое пятно» по космоснимкам.

## **ИЗ ПЛАНА РАБОТ ПО ЗАПОВЕДНИКУ (Н. В. Васильев)**

Представляется совершенно необходимым развитие следующих направлений исследований и следующих видов научных изыскательских работ.

1. Анализ ландшафтной структуры заповедника и его окрестностей, включая морфометрические оценки территории, типологическую характеристику ландшафтного покрова и закономерности его пространственной организации. Ландшафтная характеристика должна быть произведена на основе дробного районирования территории и на базе почвенного и геоботанического картирования.

2. Усиление исследования компонентов ландшафта, особенно компонентов биотической группы: экологического, ботанического, почвенного.

3. Разработка региональных экологических шкал для оценки экологического состояния и динамических процессов биогеоценозов заказника. Основой для этого вида работ должен послужить массив геоботанических описаний как общих, так и выполненных специально для этой цели.

4. Многолетние полустационарные исследования динамики вечной мерзлоты, выяснения той суммы местных условий, при которых мерзлота возникает в грунтах и почвах и деградирует. Этот вид работ включает сеть закрепленных нивелированных ходов для систематических повторных топографических промеров и систему точек наблюдения за состоянием температуры почвы и гидрологии деятельного горизонта почвы.

5. Исследования приземных слоев атмосферы как источника осаждаемых на поверхность Земли аэрозолей. Продолжение работ (в том числе методических) по изучению состава и количества аэрозольных осадений по моховым, торфяным и снеговым планшетам, а также сезонной динамике аэрозолей с помощью природных планшетов и ловушек.

6. Продолжение сбора материала по использованию ретроспективных методов изучения динамики природы (торфяные колонки, дендроиндикация, анализ моховой дернины и пр.) и развертывание мониторинговых наблюдений.

### **Проекты XXI века**

#### **1. ФОНДЫ**

- а) Собрать все исходные материалы полевых и лабораторных работ.
- б) Свести исходные материалы в соответствующие каталоги.
- в) Создать электронную карту территории катастрофы.
- г) Разработать ГИС-представления исходных данных.
  - д) **Создать компьютерные каталоги по:**
    - 1) Показаниям очевидцев.
    - 2) Вывалу леса
    - 3) «Лучистому ожогу».
    - 4) Морфометрии сосны.
    - 5) Морфометрии муравьев.
  - е) Привести все каталоги к единой системе координат в ГИС.
- ж) **Начать составление каталогов по:**
  - 6) Шарикам в торфе.
  - 7) Изучению пожара.
  - 8) Приросту деревьев.
  - 9) Куликовской аэрофотосъемке.
  - 10) Металлометрии.

#### **2. ПУБЛИКАЦИИ**

- а) Составить полный перечень (картотеку) всех публикаций по ТМ.
- б) Собрать их в виде подлинников или копий.
- в) Составить план издания антологии (и/или энциклопедии) по проблеме ТМ. (3-6 томов).
- г) Продолжить публикацию «Тунгусского вестника».
- д) Издать первый том «Трудов Заповедника».
- е) Доработать и издать книгу Н.В.Васильева по ТМ.
- ж) Разработать и создать обобщенный сайт в интернете по ТМ. (Включая справочный отдел и хронику текущих дел)

#### **3. АНАЛИЗ И МОДЕЛИ**

- а) Оценить достоверность всех собранных материалов.
- б) По достоверным данным построить ряд моделей.

#### 4. ПОЛЕВЫЕ И КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

*Совместно с Заповедником составить:*

- а) План дополнительного сбора данных по территории и ТМ.
- б) План мероприятий по подготовке к столетию ТМ.
- в) Заявки на гранты.
- г) Продолжить контакты с Минприродой и РосГео. (Г. Ф. Плеханов).

И. К. ДОРОШИН (Томск)

#### СПИСОК ПРОЕКТОВ КСЭ ПО ПРОБЛЕМЕ «ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ»

В исторический период деятельности КСЭ ее участниками разрабатывались и реализовывались исследовательские проекты, направленные на установление природы Тунгусского События. В состав проектов включены и работы вспомогательного характера, способствовавшие основной деятельности. В представленный список сведены результаты опросов членов КСЭ и анализа литературы по проблеме. В кавычках приведены употреблявшиеся названия проектов, состоящих обычно из полевых и камеральных работ.

##### 1. Моделирование

- 1.1. Моделирование пролета космического тела при его торможении в Земной атмосфере
- 1.2. Моделирование ударной волны
- 1.3. Натурное моделирование ударной волны
- 1.4. Моделирование разрушения тела
- 1.5. Моделирование поведения продуктов взрыва
- 1.6. Моделирование выпадений вещества

##### 2. Наблюдения пролета тела

- 2.1. «Очевидцы»
- 2.2. Сбор показаний по Чулымскому болиду
- 2.3. Сбор показаний по другим болидам
- 2.4. Каталог показаний очевидцев

##### 3. Изучение местности падения

- 3.1. Описание природы
- 3.2. Палеовулкан
- 3.3. Ботаника
- 3.4. «Термокарст»
- 3.5. «Карст»
- 3.6. Метеорология
- 3.7. Магнитное склонение
- 3.8. Докатастрофные пожары

##### 4. Сопровождающие явления

- 4.1. Сейсм
- 4.2. Барические возмущения
- 4.3. Геомагнитный эффект
- 4.4. «Светлые ночи»
- 4.5. Прозрачность атмосферы
- 4.6. «Палеомагнитка» (палеомагнетизм почв)
- 4.7. Оптические аномалии
- 4.8. Нарушение озонового слоя

##### 5. Разрушения на местности

- 5.1. Аэрофотосъемка Кулика
- 5.2. «Вывал»
- 5.3. «Стояки»
- 5.4. «Сухая речка»
- 5.5. «Восточный вывал»
- 5.6. «Западный вывал»

- 7.6. Спектральный анализ золы деревьев
- 7.7. Спектральный анализ золы торфа
- 7.8. Донные отложения
- 7.9. Отложения на пнях
- 7.10. Отложения в смолах
- 7.11. Отложения под выворотнями
- 7.12. Шарики в почвах
- 7.13. «Шарик» (шарики в торфах)
- 7.14. «Камень Джона»
- 7.15. «Луч» (Рентгено-флюоресцентный анализ торфа)
- 7.16. «Изотопия» (анализ торфа)
- 7.17. «Скол» (Сколовый радиоуглерод в почвах)
- 7.18. Радиоуглерод в торфах
- 7.19. Радиоуглерод в древесине
- 7.20. Пожарный шарик
- 7.21. «Карбонады»
- 7.22. «Карбонатыды»
- 7.23. «Стриммергласы»

##### 8. Радиоактивность

- 8.1. Радиоактивность почв
- 8.2. Радиоактивность золы
- 8.3. Радиофотография спилов
- 8.4. «Термлюм» (Термлюминесценция почв)
- 8.5. Следы нейтронной активации
- 8.6. Калий-аргоновая проверка

##### 9. Изучение биообъектов

- 9.1. Медицинское обследование населения
- 9.2. Захоронения
- 9.3. Генетические аномалии
- 9.4. «Муравьи»
- 9.5. «Муравейники»

##### 10. Прочее

- 10.1. «Обед» (Этнографическое исследование)
- 10.2. «Биолокация»
- 10.3. «Ход времени»
- 10.4. «Курумники»
- 10.5. Поэзия

##### 11. Каталогизация

- 11.1. Архив Васильева

## 6. Изучение леса

- 6.1. «Лесотаксация»
- 6.2. «Ускоренный прирост»
- 6.3. «Пожар»
- 6.4. «Ожог»
- 6.5. «Рыхлое кольцо»
- 6.6. «Уголек»
- 6.7. «Рощи»
- 6.8. «Трехвойность»
- 6.9. Молниевые повреждения леса

## 7. Поиск вещества

- 7.1. «Кратеры»
- 7.2. «Воронки»
- 7.3. «Магнитометрия»
- 7.4. «Индуктометрия»
- 7.5. Спектральный анализ почв

- 11.2. Архив Львова
- 11.3. Обзор гипотез
- 11.4. Обзор проектов
- 11.5. История исследований
- 11.6. Библиография научных работ
- 11.7. Библиография популярных публикаций
- 11.8. Сервер «Тунгусский метеорит»
- 11.9. «Топооснова»

## 12. Хозяйство

- 12.1. Заказник
- 12.2. Заповедник
- 12.3. Постройка базы (Центр, Чувар)
- 12.4. Лаборатория на Кимчу
- 12.5. Ремонт изб
- 12.6. Тропы и просеки
- 12.7. Благоустройство

В.А. ВОРОБЬЕВ (Архангельск),  
А. Г. ИЛЬИН, И. К. ДОРОШИН (Томск)

### КАТАЛОГ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВЕТВЕЙ ЛИСТВЕННИЦ В РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

В ходе работ КСЭ-3 в 1961 году на лиственницах, переживших катастрофу, были обнаружены специфические поражения ветвей, датированные 1908 годом. В результате предварительной обработки была выявлена преимущественная ориентация поражений в сторону некоторого центра. Исходя из предположения о том, что эти поражения образовались под действием световой энергии взрыва, были вычислены координаты центра излучения и дана оценка световой энергии взрыва /1/.

В 1963-1968 годах продолжалось изучение этих поражений в следующих направлениях:

1. Отработка методики сбора и обработки образцов /2/.
2. Уточнение границы распространения поражений.
3. Определение направленности поражений.
4. Изучение параметров, характеризующих интенсивность поражения /3/.
5. Определение прозрачности атмосферы в условиях, близких к условиям взрыва /4/.
6. Сбор контрольного материала за пределами области ожога.
7. Фитопатологическое исследование поражений.

Результаты этих работ опубликованы в /2,3,4,5/. Однако имеющиеся фактические данные нуждаются в более основательной обработке, а для этого необходимо свести собранные материалы из первичных документов и представить их в виде сводки данных - каталога.

Каталог повреждений ветвей содержит три таблицы: в табл. 1 представлен список всех пробных лиственниц с указанием их координат в системе, описанной ниже, и с указанием наличия повреждения на ветвях; в табл. 2 представлены параметры ветвей, несущих поражения; в табл. 3 приведены первичные замеры параметров поражений на каждом спиле.

Измерения производились на обеих сторонах спила, индекс 1 относится к стороне, обращенной от ствола (внешняя сторона), индекс 2 – к стороне, обращенной к стволу (внутренняя сторона).

На рис.1 показана схема проведения измерений с соответствующими обозначениями измеряемых параметров.

На рис.2 показана схема отбора пробных деревьев и контур области, в которой встречаются лиственницы, несущие поражения.

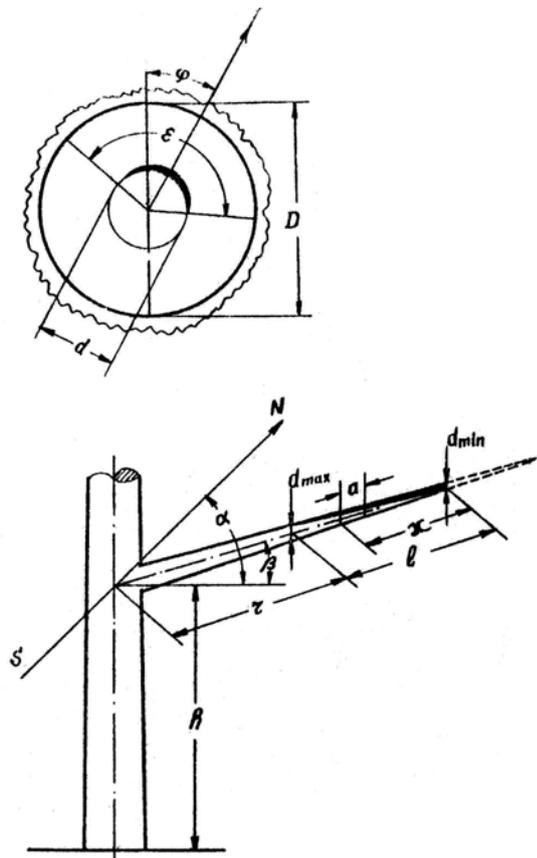


Рис. 1. Схема проведения измерений

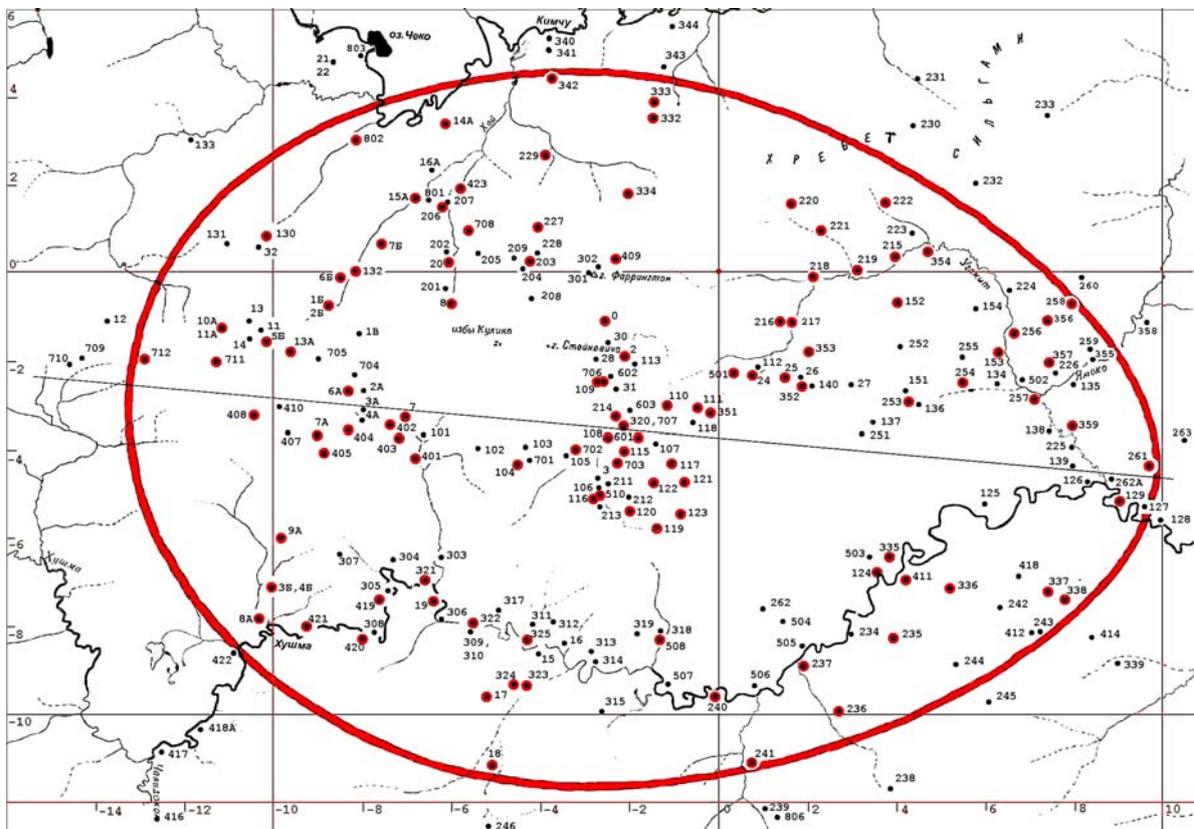


Рис. 2. Схема отбора пробных деревьев и контур области, в которой встречаются лиственницы, несущие поражения

Условные обозначения на рис. 1 и в табл. 1, 2, 3:

- X, Y – координаты дерева  
 $\alpha$  – азимут ветви у ствола или азимут сегмента ветви,  
 $\beta$  – угол наклона ветви у ствола или наклона сегмента ветви от горизонтали. (0 – для горизонтальной ветви, положительный – для ветви, растущей вверх, отрицателен – для ветви, опущенной вниз),  
h – высота ветви от земли (м),  
D – современный диаметр спила (мм),  
t – возраст спила в 1908 г. (лет),  
T – возраст ветви (лет),  
r – расстояние начала поражения от ствола (м),  
 $\chi$  – расстояние спила от конца поражения (мм),  
a – длина спила (мм),  
l – длина поражения (мм),  
d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> – диаметр ветви в 1908 году, соответственно на внешней и внутренней сторонах спила (мм),  
 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  – сектор поражения (град),  
 $\varphi_1, \varphi_2$  – угол поражения от вертикали. Если смотреть вдоль ветви от ствола,  $\varphi$  положителен по часовой стрелке от вертикали и отрицателен против часовой (град).

Принцип нумерации деревьев и спилов:

- 1 – номер маршрутной группы,  
104 – номер дерева (4-е дерево 1-й маршрутной группы),  
104-1 – номер ветви,  
104-1-3 – номер прямолинейного сегмента ветви,  
104-1-3-8 – номер спила.

Система координат:

Ось X направлена на географический восток, ось Y на географический север. Начало координат лежит в точке 102°00'00" вост. долготы и 60°55'00" сев. широты. Координаты г. Фаррингтон в этой системе  $x = -2,70$  км,  $y = -0,06$  км.

Пересчет координат из системы, принятой для каталога вывала /6/, производится по формулам:

$$X = y' * 0,99756405 + x' * 0,06975647 - 29,35$$

$$Y = -y' * 0,06975647 + x' * 0,99756405 - 41,10$$

где:  $x'$  и  $y'$  – координаты в системе /6/

Таблица 1. – Список пробных лиственниц

№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога	№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога
1	0	-2,5	-1,2	ожог	25	13	-10,5	-1,2	нет ожога
2	1Б	-8,8	-0,8	ожог	26	13А	-9,6	-1,8	ожог
3	1В	-8,0	-1,4	нет ожога	27	14	-10,5	-1,6	нет ожога
4	2	-2,0	-2,0	возможен ожог	28	14А	-6,1	3,4	ожог
5	2А	-7,9	-2,8	нет ожога	29	15	-4,1	-8,7	нет ожога
6	2Б	-8,8	-0,8	ожог	30	15А	-6,7	1,7	ожог
7	3	-2,7	-4,8	нет ожога	31	16	-3,5	-8,4	нет ожога
8	3А	-8,0	-3,2	нет ожога	32	16А	-6,5	2,3	нет ожога
9	3Б	-10,1	-7,2	ожог	33	17	-5,3	-9,7	ожог
10	4А	-8,0	-3,2	нет ожога	34	18	-5,1	-11,2	ожог
11	4Б	-10,1	-7,2	ожог	35	19	-6,4	-7,5	ожог
12	5Б	-10,1	-1,6	ожог	36	20	-6,0	0,2	возможен ожог
13	6А	-8,3	-2,7	ожог	37	21	-8,7	4,8	нет ожога
14	6Б	-8,5	-0,1	ожог	38	22	-8,7	4,8	нет ожога
15	7	-7,1	-3,3	ожог	39	24	0,8	-2,3	ожог
16	7А	-9,0	-3,7	ожог	40	25	1,5	-2,4	возможен ожог
17	7Б	-7,6	0,6	нет ожога	41	26	1,9	-2,5	нет ожога
18	8	-6,0	-0,7	возможен ожог	42	27	3,0	-2,6	нет ожога
19	8А	-10,3	-7,9	ожог	43	28	-2,7	-2,1	нет ожога
20	9А	-9,9	-6,0	ожог	44	30	-2,4	-1,7	нет ожога
21	10А	-11,1	-1,3	ожог	45	31	-2,2	-2,7	нет ожога
22	11	-10,3	-1,3	нет ожога	46	32	-10,3	0,5	нет ожога
23	11А	-11,1	-1,3	ожог	47	101	-6,6	-3,8	нет ожога
24	12	-13,7	-1,2	нет ожога	49	102	-5,4	-4,1	нет ожога

№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога
50	103	-4,3	-4,0	нет ожога
51	104	-4,5	-4,4	ожог
52	105	-3,4	-4,2	нет ожога
53	106	-2,7	-5,0	нет ожога
54	107	-1,4	-4,0	нет ожога
55	108	-2,5	-3,8	ожог
56	109	-2,7	-2,6	ожог
57	110	-1,1	-3,1	ожог
58	111	-0,4	-3,0	ожог
59	112	1,0	-2,2	нет ожога
60	113	-1,9	-2,1	нет ожога
61	115	-2,1	-4,1	ожог
62	116	-2,8	-5,2	ожог
63	117	-1,0	-4,4	ожог
64	118	-0,6	-3,4	нет ожога
65	119	-1,3	-5,9	ожог
66	120	-2,0	-5,5	ожог
67	121	-0,8	-4,7	ожог
68	122	-1,5	-4,9	ожог
69	123	-0,8	-5,4	ожог
70	124	3,6	-6,8	ожог
71	125	6,0	-5,3	нет ожога
72	126	8,4	-4,8	нет ожога
73	127	9,6	-5,3	нет ожога
74	128	10,0	-5,7	нет ожога
75	129	9,0	-5,2	ожог
76	130	-10,1	0,8	ожог
77	131	-11,1	0,6	нет ожога
78	132	-8,2	0,0	ожог
79	133	-11,9	3,0	нет ожога
80	134	6,3	-2,6	нет ожога
81	135	8,0	-2,6	нет ожога
82	136	4,6	-3,0	нет ожога
83	137	3,6	-3,5	нет ожога
84	138	7,5	-3,7	нет ожога
85	139	8,0	-4,4	нет ожога
86	140	2,1	-2,6	нет ожога
87	151	4,2	-2,7	нет ожога
88	152	4,1	-0,7	ожог
89	153	6,4	-1,9	слабый ожог
90	154	5,9	-0,9	нет ожога
91	201	-5,5	-0,4	нет ожога
92	202	-6,1	0,4	нет ожога
93	203	-4,2	0,3	ожог
94	204	-4,3	0,0	нет ожога
95	205	-5,4	0,4	нет ожога
96	206	-6,1	1,4	ожог
97	207	-6,0	1,5	нет ожога
98	208	-4,1	-0,6	нет ожога
99	209	-4,6	0,3	нет ожога
100	210	-2,5	-4,9	нет ожога
101	211	-2,0	-5,1	нет ожога
102	212	-2,7	-5,4	нет ожога
103	214	-2,2	-3,3	ожог
104	215	4,1	0,3	ожог
105	216	1,4	-1,1	ожог
106	217	1,7	-1,2	ожог
107	218	2,2	-0,1	ожог
108	219	3,2	0,1	ожог

№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога
109	220	1,6	1,5	ожог
110	221	2,4	0,9	ожог
111	222	3,7	1,5	ожог
112	223	4,4	0,9	нет ожога
113	224	6,6	-0,5	нет ожога
114	225	7,9	-4,0	нет ожога
115	226	7,7	-2,4	нет ожога
116	227	-4,0	0,9	ожог
117	228	-4,1	0,3	нет ожога
118	229	-3,9	2,5	ожог
119	230	4,4	3,3	нет ожога
120	231	4,5	4,4	нет ожога
121	232	5,8	2,0	нет ожога
122	233	7,4	3,5	нет ожога
123	234	3,0	-8,2	нет ожога
124	235	4,0	-8,3	ожог
125	236	2,6	-10,0	ожог
126	237	1,9	-8,9	ожог
127	238	4,1	-11,7	нет ожога
128	239	1,2	-12,2	нет ожога
129	240	-0,1	-9,6	ожог
130	241	0,8	-11,2	ожог
131	242	6,3	-7,7	нет ожога
132	243	7,2	-8,2	нет ожога
133	244	5,3	-8,9	нет ожога
134	245	6,1	-9,8	нет ожога
135	246	-5,1	-12,6	нет ожога
136	251	3,3	-2,7	нет ожога
137	252	4,2	-1,7	нет ожога
138	253	4,3	-3,0	слабый ожог
139	254	5,5	-2,5	возможен ожог
140	255	5,6	-2,0	нет ожога
141	256	6,7	-1,5	слабый ожог
142	257	7,2	-2,9	слабый ожог
143	258	8,1	-0,8	слабый ожог
144	259	8,4	-1,8	нет ожога
145	260	8,2	-0,2	нет ожога
146	261	9,7	-4,4	слабый ожог
147	262	1,0	-7,7	нет ожога
148	262А	8,9	-4,8	нет ожога
149	263	10,5	-3,9	нет ожога
150	301	-2,8	-0,2	нет ожога
151	302	-2,6	-0,1	нет ожога
152	303	-6,2	-6,5	нет ожога
153	304	-7,3	-6,5	нет ожога
154	305	-7,5	-7,2	нет ожога
155	306	-6,2	-7,9	нет ожога
156	307	-8,5	-6,4	нет ожога
157	308	-7,7	-8,2	нет ожога
158	309	-5,6	-8,2	нет ожога
159	310	-5,6	-8,2	нет ожога
160	311	-4,2	-8,1	нет ожога
161	312	-3,7	-8,0	нет ожога
162	313	-2,9	-8,7	нет ожога
163	314	-2,8	-8,9	нет ожога
164	315	-2,7	-10,0	нет ожога
165	317	-5,0	-7,7	нет ожога
166	318	-1,3	-8,2	нет ожога
167	319	-1,8	-8,3	нет ожога

№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога
168	320	-2,1	-3,5	ожог
169	321	-6,5	-7,0	ожог
170	322	-5,5	-8,0	ожог
171	323	-4,3	-9,5	ожог
172	324	-4,6	-9,4	ожог
173	325	-4,4	-8,4	ожог
174	332	-1,4	3,5	ожог
175	333	-1,4	3,8	ожог
176	334	-2,1	1,7	ожог
177	335	3,8	-6,5	ожог
178	336	5,2	-7,2	ожог
179	337	7,6	-7,3	ожог
180	338	7,8	-7,5	ожог
181	339	8,9	-8,9	нет ожога
182	340	-3,8	5,2	нет ожога
183	341	-3,8	4,9	нет ожога
184	342	-3,8	4,3	ожог
185	343	-1,2	4,5	нет ожога
186	344	-1,0	5,5	нет ожога
187	351	-0,1	-3,2	ожог
188	352	1,9	-2,6	возможен ожог
189	353	2,1	-1,8	возможен ожог
190	354	4,8	0,5	ожог
191	355	8,5	-2,0	нет ожога
192	356	7,4	-1,2	слабый ожог
193	357	7,5	-2,2	слабый ожог
194	358	9,7	-1,2	нет ожога
195	359	8,1	-3,5	слабый ожог
196	401	-6,8	-4,2	ожог
197	402	-7,4	-3,5	ожог
198	403	-7,2	-3,8	ожог
199	404	-8,3	-3,6	ожог
200	405	-8,8	-4,2	ожог
201	406	-9,7	-3,7	нет ожога
202	407	-9,7	-3,6	нет ожога
203	408	-10,5	-3,3	ожог
204	409	-2,3	0,2	ожог
205	410	-9,8	-3,0	нет ожога
206	411	4,2	-7,0	ожог
207	412	7,1	-8,1	нет ожога

№ п/п	№ дерева	X	Y	Степень ожога
208	414	8,4	-8,4	нет ожога
209	416	-12,6	-12,4	нет ожога
210	417	-12,5	-10,9	нет ожога
211	418	-11,6	-10,4	нет ожога
212	418А	6,8	-6,9	нет ожога
213	419	-7,6	-7,5	ожог
214	420	-8,1	-8,4	ожог
215	421	-9,2	-8,1	ожог
216	422	-10,9	-8,6	нет ожога
217	423	-5,9	1,9	ожог
218	501	0,4	-2,3	ожог
219	502	6,8	-2,5	нет ожога
220	503	3,4	-6,5	нет ожога
221	504	1,4	-7,9	нет ожога
222	505	1,2	-8,4	нет ожога
223	506	0,8	-9,4	нет ожога
224	507	-1,1	-9,3	нет ожога
225	508	-1,3	-8,4	ожог
226	510	-2,7	-5,1	ожог
227	601	-1,8	-3,8	ожог
228	602	-2,4	-2,5	нет ожога
229	603	-1,9	-3,2	нет ожога
230	701	-4,2	-4,4	нет ожога
231	702	-3,2	-4,1	ожог
232	703	-2,2	-4,4	ожог
233	704	-8,2	-2,3	нет ожога
234	705	-9,0	-2,0	нет ожога
235	706	-2,5	-2,6	ожог
236	707	-2,1	-3,5	ожог
237	708	-5,5	0,9	ожог
238	709	-14,3	-2,1	нет ожога
239	710	-14,6	-2,1	нет ожога
240	711	-11,3	-2,0	ожог
241	712	-13,1	-2,1	нет ожога
242	801	-6,5	1,5	ожог
243	802	-8,2	3,0	ожог
244	803	-6,5	2,3	нет ожога
245	805	-8,0	4,9	нет ожога
246	806	1,3	-12,4	нет ожога

Таблица 2. – Параметры пораженных ветвей лиственниц

№ ветви	h	T	r	l
0 - 9	10.6		1,1	127
1Б - 1	6.0	150		24
2Б - 1	10.0	60	0,2	207
2Б - 5			0,2	48
3Б - 2	5.0	67	0,9	226
3Б - 3				100
4Б - 5	6.5		0,5	311
5Б - 10				
5Б - 2	7.5	62	0,1	36
5Б - 3	7.6	61	0,4	41
5Б - 9	6.0	65	0,1	253
6А - 1	7.0	72	1,8	
6Б - 1				15
6Б - 4				20

№ ветви	h	T	r	l
6Б - 6	8.0	75	1,9	150
6Б - 7	8.0	69	1,0	100
6Б - 8	9.0	66	1,1	456
6Б - 9	9.0	65	1,5	372
6Б - 11	13.0	68	0,5	249
7А - 1	8.0	70	2,3	300
7А - 2	7.5	62	0,2	146
7А - 3	12.0	58	0,4	280
7А - 4	10.0	60	1,4	115
8А - 1	7.5	70	1,0	220
8А - 2	8.0	140	1,6	30
8А - 3	8.0	70	1,0	54
8А - 4	9.0	62	1,1	183
8А - 6	8.0	60	1,1	154

№ ветви	h	T	r	l
8A - 7	7.0	60	1,2	20
9A - 1	7.0	70	0,5	180
9A - 2	7.0	73	0,7	91
9A - 3		60	0,1	80
11A - 1	15.0	76	1,3	121
11A - 3	13.0	60	2,0	93
13A - 1	12.0	80	1,7	80
13A - 3	11.0		3,3	206
13A - 4	12.0	80	2,0	101
13A - 6	8.0	60	1,0	83
14A - 1	6.0	60	0,3	99
14A - 4	8.0	69	1,2	40
14A - 6	8.0	60	1,7	363
14A - 8	12.0	72	0,7	65
14A - 9	12.0	71	1,4	61
14A - 11	13.0	60	0,7	66
15A - 1	6.0	60	0,4	121
15A - 2	6.5	70	0,4	84
104 - 1	11.5	72	0,2	685
104 - 2	12.5	83	1,4	72
104 - 3	12.5	79	0,9	607
104 - 4	12.4	83	0,4	319
104 - 5	12.5	80	0,8	476
108 - 3	8.0	124	2,2	57
109 - 1	10.0	97	2,0	111
109 - 4	13.0	72	0,9	136
109 - 6	13.0	69	1,0	35
110 - 3	8.3	85	0,6	48
110 - 5	9.6	83	1,3	104
110 - 8a	10.9	76	0,9	118
110 - 9	11.3	89	1,0	56
110 - 9a			0,8	100
116 - 1	6.0	91	1,4	82
116 - 8	11.0	88	1,5	151
116 - 10	12.0	90	1,4	32
116 - 11	14.0	87	1,5	150
120 - 2	5.0		0,4	273
120 - 3	6.0	56	0,3	508
120 - 4	5.0	60	0,2	385
120 - 5	5.0	60	0,3	479
120 - 6	6.0	60	0,4	513
120 - 7	6.5	60	0,6	301
120 - 10	6.0	60	0,2	96
120 - 11	4.5	60	0,5	488
120 - 12	6.0		0,6	466
120 - 13	4.0	70	1,5	241
121 - 8	12.0	70	1,8	134
123 - 4	5.0	60	1,3	89
123 - 10	10.0	60	0,2	41
129 - 2	15.0	76	0,8	184
129 - 3	15.0	120	0,6	217
203 - 1	7.0	64	0,7	11
203 - 3	5.0	70	0,7	244
214 - 7	9.7	61	1,4	146
214 - 9	10.5	70	1,0	121
214 - 10	11.5	64	0,5	259
214 - 12	11.7	62	0,5	391
215 - 5	17.0	70	0,6	41
218 - 2	17.5	70	1,0	106

№ ветви	h	T	r	l
218 - 3	17.0	79	1,0	163
218 - 6	16.0	84	1,3	199
219 - 3	6.4	62	0,4	238
219 - 5	6.0	64	0,4	197
219 - 7	6.4	60	0,3	117
220 - 6	10.0		1,8	163
221 - 3	11.0	108	0,8	47
221 - 8	14.5	99	2,3	127
222 - 1	7.0	59	0,3	109
222 - 2	12.0	60	0,2	63
222 - 3	5.5	61	0,6	243
229 - 1				24
229 - 4			1,5	167
320 - 1	8.4		0,8	273
320 - 3	9.5	80	0,8	623
320 - 5		62	0,8	335
320 - 7	12.5	60	0,5	229
321 - 1	5.5		2,8	83
321 - 2	6.3	67	0,5	164
321 - 4	7.0	86	2,2	99
321 - 5	7.0	111	3,2	20
321 - 7	7.8	75	1,1	170
321 - 8	10.0	70	1,1	20
322 - 1	3.1	60	0,4	73
322 - 6	6.0	62	0,2	103
323 - 6	13.1	135	0,3	68
323 - 12	16.4	117	1,7	168
324 - 1	6.0	73	0,8	82
324 - 12	12.8	100	2,2	90
325 - 4	5.2	69	0,8	309
325 - 7	7.4	58	0,5	340
325 - 8	7.0	68	1,4	100
325 - 12	9.0	61	0,7	50
333 - 11	10.6	80	1,9	241
333 - 15	15.0	60	0,5	40
401 - 1	7.0	68	1,2	61
401 - 2	7.3	73	1,2	106
401 - 7	7.7	69	0,7	41
401 - 8	8.3	64	0,6	57
401 - 9	8.1	69	0,8	59
401 - 10a	8.8	66	0,4	230
401 - 12a	10.0			432
401 - 13	11.0			114
401 - 16	10.7	65		198
403 - 4	9.5	80	1,5	125
403 - 12	13.0	61	0,6	189
408 - 6	9.3	70	0,6	310
408 - 8	10.3	68	0,8	40
408 - 14	11.0	63	0,4	177
409 - 1	12.0	71	0,3	689
409 - 3	10.0	77	1,7	35
409 - 4	12.0	65	1,0	296
409 - 5	10.5	70	0,5	135
411 - 1	24.0	76	1,1	374
411 - 3	23.0	70	0,8	147
419 - 1	6.0	124	3,7	159
419 - 2	8.5	102	2,2	407
419 - 3	9.0	103	2,8	19
419 - 5		98	3,3	247

№ ветви	h	T	r	l
419 - 6	12.5	81	2,2	168
419 - 7	13.0	84	1,5	191
419 - 8	13.0	74	1,1	180
419 - 9	14.0	78	0,9	154
420 - 2	8.5	60	0,3	348
420 - 4	9.0	62	0,4	307
421 - 1	7.0	72	1,8	398
421 - 2	9.0	62	1,1	492
421 - 3	9.5	68	1,3	297
421 - 5	11.0	60	0,6	111
501 - 2				188
601 - 7	8.0	77	0,6	105
601 - 18	11.0		0,9	49
601 - 21	12.0		0,5	152
703 - 1				211
703 - 6				78
703 - 7				160
703 - 15			0,7	79
706 - 8				
706 - 2			2,0	78

№ ветви	h	T	r	l
707 - 3	6.2	82	1,7	301
707 - 4	6.5	84	1,0	3
707 - 10	8.0	63	1,3	160
708 - 6	17.8	85	1,8	124
708 - 7	18.4	79	1,4	510
708 - 9	20.4	64	0,6	284
708 - 10	20.0		0,9	316
708 - 11	21.8	64	0,3	613
708 - 12	21.5	61	0,4	387
708 - 13	21.0	74	0,6	230
708 - 14	23.0	60	0,2	51
711 - 2	4.5	72	1,1	48
711 - 3	6.4	67	0,2	109
711 - 6				95
801 - 5		105	2,0	133
801 - 7	8.0	120	1,7	51
801 - 8	10.0	120	1,9	164
802 - 5			2,8	239
802 - 7			3,1	144

Таблица 3. – Параметры поражений ветвей лиственниц

№ спиля	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\chi$
Лиственница 0, ветвь 9 (0 - 9 -)												
2 - 4	154	23	32	11		5.0	5.0	188	135	60	50	11
3 - 1	154	29	35	11		5.7	5.8	129	115	62	57	24
3 - 2	154	29	33	9			5.8		120		56	35
3 - 3	154	29	36	20		6.0	7.5	127	105	64	65	57
3 - 5	154	29	35	19		6.8	7.2	97		66		78
4 - 2	154	33	33	11		5.3	7.2	89	92	18	12	91
4 - 3	154	33	35	13		7.7	7.7	98	100	29	50	106
4 - 4	154	33	35	8		7.7	6.0	105	85	53	41	116
5 - 1	159	36	36	10		7.0	7.6	91	108		52	128
5 - 2	159	36	35	15		6.8	7.6	80	79	45	62	145
Лиственница 1Б, ветвь 1 (1Б - 1 -)												
2 - 0	313	1	17	24		2.2		266		-16		24
Лиственница 2Б, ветвь 1 (2Б - 1 -)												
1 - 1	162	2	39	35			2.6		180		33	35
1 - 2	162	2	39	32		2.6	2.5	158	134	39	42	69
2 - 0	162	2	35	21		3.0		119		27		92
2 - 2	162	2	35	24			3.4		35		14	118
3 - 2	162	2	35	21		3.7		84		-17		161
3 - 1	162	2	37	18		3.5	3.7	37	96	29	-18	138
4 - 2	162	2	32	24			4.4		53		-28	207
Лиственница 2Б, ветвь 5 (2Б - 5 -)												
3 - 0	162	2	23	14			6.2		118		8	14
3 - 1	162	2	31	14		6.5	6.4	110	122	4	15	30
4 - 0	162	2	36	16		6.7	6.5	131	123	7	28	48
Лиственница 3Б, ветвь 2 (3Б - 2 -)												
2 - 1	154	3	34	18		2.2		90		-68		18
2 - 2	154	3	34	15			2.2		101		-90	35
2 - 3	154	3	35	12		2.5	2.5	130	108	-90	-90	49
2 - 4	154	3	35	18		3.2	2.7	87	149	-71	-90	69
2 - 5	154	3	34	30		2.7	2.6	127	113	-90	-84	101
3 - 0			34	26		3.1		95		-77		129
3 - 1			34	46		3.3		64			-59	177
3 - 2			35	47		3.6		57		-63		226
Лиственница 3Б, ветвь 3 (3Б - 3 -)												
2 - 1			36	31		2.5	2.5	95	142	3	-11	31

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 2			39	35		2.6		141		-5		68
2 - 3			39	30		2.7		160		-68		100
Лиственница 4Б, ветвь 5 (4Б - 5 -)												
1 - 1			29	16		2.6		180			-21	16
1 - 2			29	19		3.0		180		-29		37
1 - 5			29	20		2.0	2.7	145	155	-43	-72	59
2 - 1	160	-2	30	12		2.9	2.6	180	144	-67	-58	73
2 - 2	160	-2	29	15			3.4		145		-42	90
2 - 3	160	-2	29	19		3.4		222		-57		111
2 - 4	160	-2	30	23			4.0		131		-25	136
3 - 1	160	-2	31	15		3.8	4.0	100	145	-28	-26	153
3 - 2	160	-2	30	27		4.0	4.1	139	115	-22	-41	182
3 - 3	160	-2	30	12		4.8		118		-25		196
3 - 4	160	-2	30	15			4.0		55		-37	213
4 - 1	160	-2	31	19		4.0	4.9	70	62	-6	-26	234
4 - 2	160	-2	30	24		4.9		59		-25		260
4 - 3	160	-2	29	28			4.8		86		-29	290
5 - 0			30	19		4.6		73		-29		311
Лиственница 5Б, ветвь 10 (5Б - 10 -)												
6 - 0			34	28			4.6		92		-83	28
7 - 0			36	24		5.9	5.9	130	118	95	-75	54
7 - 1			35	26		5.8		114		-68		82
Лиственница 5Б, ветвь 2 (5Б - 2 -)												
6 - 1	194	-1	38	36		5.4		104		-25		36
Лиственница 5Б, ветвь 3 (5Б - 3 -)												
1 - 1	331	0	36	41		1.9	1.9	180	121	99	20	41
Лиственница 5Б, ветвь 9 (5Б - 9 -)												
2 - 0	258	0	38	39			3.0		133		-28	39
3 - 0	258	0	35	30		3.6	3.3	214	139	-16	-49	71
3 - 1	258	0	34	40		3.0		129		-53		113
4 - 2	258	0	35	25		4.0	3.9	119	115			140
5 - 0	258	0	36	36		4.5	4.4	120	140	-46	-32	178
5 - 1	258	0	36	35		4.4	4.4	139	125	-58	-28	213
6 - 0	258	0	38	38		4.7	4.8	129	60	-32	-28	253
Лиственница 6А, ветвь 1 (6А - 1 -)												
1 - 0			37	27								
Лиственница 6Б, ветвь 1 (6Б - 1 -)												
2 - 4	330	1	38	15			2.7		157		-18	15
Лиственница 6Б, ветвь 4 (6Б - 4 -)												
2 - 0			28	20		9.2		112		-82		20
Лиственница 6Б, ветвь 6 (6Б - 6 -)												
2 - 1	332	2	26	23		2.8	3.5	195	225	45	45	23
2 - 2	332	2	27	24		3.6	5.5	222	75	46	20	49
2 - 3	332	2	29	30		4.7	5.4	67	107	13	47	81
2 - 4	332	2	28	27		5.6	4.0	115	105	35	48	110
2 - 5	332	2	32	38		4.0		115		35		150
Лиственница 6Б, ветвь 7 (6Б - 7 -)												
1 - 3	202	5	41	19								
2 - 0	202	5	55	25								25
2 - 1	202	5	43	22		4.6	5.2	114	113	-52	-28	49
2 - 2	202	5	43	22		5.0	5.0	106	110	-34	-40	73
2 - 3	202	5	43	20		5.1		115				95
3 - 1	202	5	45	24		5.8	5.8	78	97	-18	-18	
3 - 2	202	5	43	33		5.6		116		-19		
4 - 2	202	5	47	18		5.9						
4 - 3	202	5	46	16		7.4	7.7	45	44	-23	-18	
4 - 4	202	5	43	19		7.7		60		-23		
Лиственница 6Б, ветвь 8 (6Б - 8 -)												
1 - 1	36	3	31	24			3.2		221		40	24

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
1 - 2	36	3	31	21		3.3	3.3	206	223	36	42	47
1 - 3	36	3	31	20		4.1	4.0	156	102	35	12	69
1 - 4	36	3	33	18		4.1	4.3	100	65	15	11	89
2 - 0			29	26		4.1	4.5	36	67	38	14	117
2 - 1			34	26		9.9	10.0	28	35	-2	12	145
2 - 2			34	18		10.1		32				165
2 - 3			36	15			5.7		58		1	182
3 - 2			33	41			7.5		62		16	225
4 - 2			33	27		7.6	8.0	65	59	24	35	254
4 - 3			33	26		6.8	7.7	97	85	5	27	282
4 - 4			34	22		8.3	8.3	90	121	25	8	306
4 - 5			33	26		8.6	9.2	112	119	-5	23	334
5 - 0			34	28		8.8	9.4	105	46	22	-17	364
6 - 1			33	32		9.2	9.8	59	84	-7	5	398
6 - 2			33	24		10.2	9.6	57	92	2	-3	424
6 - 3			35	30		9.8		62				456
Лиственница 6Б, Ветвь 9 (6Б - 9 -)												
1 - 1	101	4	43	23			4.3		95		-5	23
1 - 2	101	4	41	21		4.4	4.8	73	154	-2	6	46
1 - 3	101	4	41	32		4.7		155		2		80
1 - 6	101	4	37	20			6.0		70		9	140
1 - 7	101	4	37	21		6.0	6.3	76	92	5	22	163
1 - 8	101	4	40	18		6.4	5.7	90	50	29	21	183
1 - 9	101	4	37	19		6.2		39		45		204
2 - 2	101	4	39	22			6.8		36			248
2 - 3	101	4	40	22		7.3	7.4	44	60	27	30	272
2 - 4	101	4	41	24		7.6	7.5	78	83	38	24	298
2 - 5	101	4	42	25		7.8		93		30		325
2 - 6	101	4	41	18			7.8		44		8	345
2 - 7	101	4	41	25		8.0	8.1	39	68	22	13	372
Лиственница 6Б, Ветвь 11 (6Б - 11 -)												
2 - 2	157	4	35	24		1.7	2.0	82	119	115	-56	24
2 - 3	157	4	36	23		2.0	2.5	138	157	-50	-65	49
2 - 4	157	4	37	13		3.1		153		-13		64
3 - 0	157	4	39	27			3.8		106		7	93
3 - 1	157	4	38	22		4.5		109		28		117
3 - 2	157	4	42	17			4.7		151		21	136
3 - 3	157	4	40	18		4.7	4.6	154	74	16	5	156
3 - 4	157	4	40	22		4.6	4.9	68	58	18	-4	180
3 - 5	157	4	40	19		5.4		38		33		201
4 - 1	157	4	40	21		5.3	5.3	41	95	30	25	224
4 - 2	157	4	42	23		5.1		67				249
Лиственница 7А, Ветвь 1 (7А - 1 -)												
1 - 0	40	5	28	25			4.0		180		202	25
2 - 1			43	8		5.2	4.0	215	245	119	136	35
2 - 2			38	18		4.6	4.7	222	208	128	152	55
2 - 3			35	28		4.7	4.4	218	206	145	165	85
2 - 4			33	29		5.1	5.0	215	180	166	155	116
3 - 0			30	25		6.3	6.3	180	200	172	187	143
3 - 1			33	42		6.3	6.7	180	180	178	192	187
3 - 2			32	28		6.7	5.0	180	129	180	165	220
5 - 0			33	24		9.3	9.3	85	75	115	79	
6 - 0			35	54		10.0		69		137		
Лиственница 7А, ветвь 2 (7А - 2 -)												
1 - 0	220	0	42	42			1.7		208		-81	42
1 - 1	220	0	40	40		1.8	2.3	134	155	-77	-60	84
2 - 0			40	38		2.0	2.3	180	180	-50	-58	124
2 - 1			40	20		2.0	2.8	180	180	-53	-35	146

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 7А, ветвь 3 (7А - 3 -)												
1 - 0	140	10	35	23		5.4		80		-53		
1 - 2	140	10	35	46			5.2		70		-50	
5 - 0	140	10	34	23			5.8		123		-60	
5 - 2	140	10	34	18								
6 - 1	140	10	33	28		4.1	4.0	121	168	-66	-62	
6 - 4	140	10	33	23		3.8	4.2	125	128	-69	-67	
7 - 1	140	10	34	18		4.6		180		-41		
7 - 2	140	10	36	24		4.6	4.4	135	114	-50	-72	
7 - 3	140	10	34	60		4.0		99		-62		
Лиственница 7А, ветвь 4 (7А - 4 -)												
2 - 0	315	30	43	31			4.2		95		-77	
3 - 1	315	30	39	29		4.0	4.6	96	132	-54	-54	
4 - 1	315	30	42	16		5.2		110		-59		
4 - 2	315	30	41	13			5.4		82		-70	
4 - 3	315	30	38	18		5.0	4.2	75	102	-50	-78	
Лиственница 8А, ветвь 1 (8А - 1 -)												
1 - 0	120	-5	22	25			3.6		259		2	25
2 - 1			22	19		3.5	3.5	270	228	18	4	46
2 - 2			23	17		4.0	4.0	139	232	143	53	65
3 - 0			24	68		4.3	5.2	86	180	148	-89	135
5 - 0			28	23		5.0	5.5		210		24	
5 - 1			28	19		5.3	5.7	229	220	164	42	
5 - 2			27	14		5.7		288		148		
5 - 3			24	22		4.3	4.3	180	275	129	35	
Лиственница 8А, ветвь 2 (8А - 2 -)												
2 - 1	140	0	27	14		2.4	2.0	180	145	-54	-62	14
2 - 2	140	0	25	14		2.1	1.9	124	96	-58		30
Лиственница 8А, ветвь 3 (8А - 3 -)												
2 - 1	225	25	24	26		2.3	2.5	180	180	111	108	26
2 - 2	225	25	24	26		2.5	2.4	165	95	120	121	54
Лиственница 8А, ветвь 4 (8А - 4 -)												
1 - 1	150	0	29	14			1.4		100		8	14
1 - 2	150	0	29	18								34
1 - 3	150	0	30	22		2.7	2.4	82	116	-22	-1	58
2 - 1			30	20		2.4	3.1	105	122	8	0	80
2 - 2			32	16		2.7	2.5	138	110	-7	10	98
2 - 3			30	17		2.2	2.4	85	84	0	0	117
3 - 0			29	64		3.6		103		-1		183
Лиственница 8А, ветвь 6 (8А - 6 -)												
1 - 3	335	0	25	21			1.6		118		-24	21
2 - 0			22	15		1.6	2.4	90	180	-46	-57	38
2 - 1			24	13		2.4	2.2	180	78	-65	-41	53
2 - 2			27	14		1.6	2.2	79	180		-71	69
2 - 3			24	14		2.5	2.9	180	110		-57	85
3 - 1	335	0	25	20		2.9		79			-61	107
3 - 2	335	0	27	21			2.9		91		-46	128
3 - 3	335	0	27	24		2.7		73		-52		154
Лиственница 8А, ветвь 7 (8А - 7 -)												
1 - 0	340	10	29	20			3.0		180		-29	20
Лиственница 9А, ветвь 1 (9А - 1 -)												
1 - 2	180	10	40	36								36
2 - 0	180	10	40	38		4.2	4.2					76
2 - 1	180	10	40	40			4.6					118
3 - 0	180	10	40	25		4.9	4.7					145
3 - 1	180	10										
3 - 2	180	10	39	29		4.5						
Лиственница 9А, ветвь 2 (9А - 2 -)												
2 - 1	125	20	36	26		2.0						26

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 2	125	20	35	30								58
2 - 4	125	20	35	31		2.3	2.3					91
Лиственница 9А, ветвь 3 (9А - 3 -)												
1 - 1	270	0	26	24			1.3					24
2 - 1	270	0	29	19		1.3	1.3	180	196	-5	8	45
2 - 2	270	0	28	18		1.7	1.8	203	139	-4	22	65
2 - 3	270	0	26	13		2.0	2.0	152	153	-5	6	80
Лиственница 11А, ветвь 1 (11А - 1 -)												
2 - 3	140	15	28	10		3.5	4.6	129	66	-38	-52	10
3 - 1	140	15	28	20			2.7		121		-37	32
4 - 2	140	15	28	19		3.1	3.1	145	131	-48	-36	73
5 - 1	140	15	29	23		3.7		95		-36		98
5 - 2	140	15	29	21			3.7		92		-40	121
Лиственница 11А, ветвь 3 (11А - 3 -)												
1 - 0			26	18		2.2	2.0	180	126	-12	-33	18
1 - 1			27	30		2.3	2.7	228	218	-42	-23	50
2 - 0			27	20		2.5	3.4	215	180	-51	-53	72
2 - 1			28	19		3.8	3.8	180	118	-57	-61	93
Лиственница 13А, ветвь 1 (13А - 1 -)												
1 - 0	180	-5	29	25			1.4		180		-18	
3 - 1	180	-5	32	23		1.8		102		34		
4 - 2	180	-5	30	13		2.5	2.7	71	99	34	15	
4 - 3	180	-5	30	11		2.3	2.4	80	180	10	24	
Лиственница 13А, ветвь 3 (13А - 3 -)												
2 - 1	350	15	23				3.3		144		5	0
2 - 2	350	15	24	21		3.8		133				23
3 - 0	350	15	23	23		3.0	3.8	93	119		8	48
4 - 1	350	15	25	24		3.6	3.6	110	141	4	13	74
4 - 2	350	15	25	25		4.0	3.8	138	103	17	24	101
5 - 1	350	15	27	20		4.9	4.5	78	116	9	10	123
5 - 2	350	15	26	16		4.4	4.8	122	129	7	14	141
5 - 3	350	15	27	17		4.9	4.8	135	102	12	28	160
6 - 2	350	15	24	24		5.0		104		12		206
Лиственница 13А, ветвь 4 (13А - 4 -)												
1 - 1	315	0	26	23			2.4		268		15	23
1 - 2	315	0	24	27		2.5	2.5	231	197	-8	19	52
2 - 1	315	0	23	18		2.7	2.5	215	129	8	22	72
2 - 2	315	0	24	16		2.4	2.6	137	150	9	11	90
2 - 3	315	0	24	9		2.4	2.8	120	130	21	22	101
Лиственница 13А, ветвь 6 (13А - 6 -)												
1 - 0	205	20	40	34		3.9	3.6	90	95	107	90	34
2 - 1	205	20	39	29		3.3	3.4	103	106	-71	57	61
2 - 2	205	20	35	20		3.0		113		-59		83
Лиственница 14А, ветвь 1 (14А - 1 -)												
1 - 0	345	0	27	17			3.0		256		-75	17
1 - 1	345	0	26	15		3.0	3.0	256	120	-70	-24	34
2 - 1	335	0	25	24		2.7	2.8	109	87	-6	-8	60
2 - 2	335	0	24	24		3.0	3.0	58	132	-15	0	86
3 - 0	335	0	25	11		4.7	3.3	104	89	-3	6	99
Лиственница 14А, ветвь 4 (14А - 4 -)												
2 - 2	170	0	29	40		2.1		180		-54		40
Лиственница 14А, ветвь 6 (14А - 6 -)												
2 - 1	60	5	24	15		2.5	3.3	119	180	78	59	15
2 - 2	60	5	26	15		3.3	3.8	180	180	52	54	32
2 - 3	60	5	16	13		4.0	4.3	192	236	60	60	47
2 - 4	60	5	28	21		3.8	4.9	202	180	45	41	70
2 - 5	60	5	26	16		4.6	4.2	180	180	37	42	88
2 - 6	60	5	27	22		4.6	4.4	180	165	51	61	112
3 - 1	60	5	26	22		4.6	5.5	152	145	33	57	136

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
3 - 2	60	5	24	19		4.6	4.8	151	86	58	49	157
3 - 3	60	5	29	20		5.0	5.2	88	63	43	56	179
3 - 4	60	5	24	17		5.0	5.0	105	131	45	59	198
3 - 5	60	5	24	20		5.0	5.4	112	90	45	44	220
3 - 6	60	5	24	25		5.7		100		46		247
4 - 2	60	5	28	13			5.5		61		40	282
4 - 3	60	5	29	15		6.6	6.2	72	100	53	49	299
4 - 4	60	5	30	15		6.6	6.4	63	137	47	46	316
4 - 5	60	5	30	21		6.4	7.3	61	59	51	60	339
4 - 6	60	5	27	22		7.4		66		53		363
Лиственница 14А, ветвь 8 (14А - 8 -)												
1 - 2	30	20	32	22		3.5	3.7	180	94	8	18	22
2 - 1	30	20	28	16		3.7	3.2	87	126	11	26	40
2 - 2	30	20	26	15		2.7	3.6	133	88	34	18	57
2 - 3	30	20	27	17		3.8	3.2	67	69	23	40	76
2 - 4	30	20	27	15		3.8		44		42		93
4 - 2	30	20	29	15		4.7	5.1	62	82	-7	10	15
4 - 3	30	20	29	18		5.2	5.0	91	59	7	-16	35
4 - 4	30	20	29	11		5.5	5.0	55	74	10	18	48
4 - 5	30	20	28	15		5.0		70		25		65
Лиственница 14А, ветвь 9 (14А - 9 -)												
2 - 2	185	10	28	17		2.4	3.1	114	138	70	90	17
2 - 3	185	10	28	23		3.1	2.8	164	168	76	85	42
2 - 4	185	10	31	17		2.8		180		90		61
Лиственница 14А, ветвь 11 (14А - 11 -)												
2 - 1	315	0	23	23			2.1		180		-39	23
2 - 2	315	0	25	20		2.1	1.8	180	105	-61	-53	45
2 - 3	315	0	28	19		2.0		135		-51		66
Лиственница 15А, ветвь 1 (15А - 1 -)												
2 - 1	20	0	29	19			7.1		102		55	45
2 - 2	20	0	28	15		7.1	7.2	96	134	50	44	62
2 - 3	20	0	28	14		7.2	8.1	94	129	39	33	58
3 - 1	20	0	28	13		7.5	7.9	106	169	15	-5	73
3 - 2	20	0	28	14		8.0	8.0	180	152	-2	-9	79
3 - 3	20	0	28	30		7.7		144		-7		121
Лиственница 15А, ветвь 2 (15А - 2 -)												
2 - 1	265	-15	28				5.2		180		23	0
2 - 2	265	-15	39	19		4.0	4.8	256	158	21	-7	21
2 - 3	265	-15	32	20		5.2	5.2	94	73	0	11	43
3 - 1	265	-15	39	19		4.5	4.2	156	129	-19	-15	64
3 - 2	265	-15	30	18		4.3	4.2	93	74	0	-9	84
Лиственница 104, ветвь 1 (104 - 1 -)												
6 - 1	13	4	56	20	13	14.0	14.0			-15	-12	428
6 - 2	13	4	56	25	13	14.0	15.0			10	0	455
6 - 3	13	4	55	14	13	14.5	14.5			4	-3	471
6 - 4	13	4	54	16	13	14.0	14.0			10	11	489
6 - 5	13	4	52	17	13	16.0	16.0	120	113	2	-1	503
6 - 6	13	4	52	16	14	16.5	17.5			0	0	526
1 - 1	11	-1	63	19	7		9.9	159	135	0	52	19
1 - 2	11	-1	62	12	8	12.0	11.0	210	158	-46	-37	33
2 - 1	32	7	56	12	8	15.0	8.5	210	180	-41	-59	47
2 - 2	32	7	54	16	10	11.0	8.8	140	156	-41	-46	65
2 - 3	32	7	55	13	10	11.0	11.0	160		-49	-38	80
2 - 4	32	7	55	14	10	11.0	11.0	162	170	-32	-32	96
2 - 5	32	7	55	13	11	9.0	11.0	140	180	-13	-20	111
2 - 6	32	7	53	14	10	11.0	11.0			-23	-22	127
3 - 1	24	-1	54	12	11	12.0	12.0			-25	-22	141
3 - 2	24	-1	56	13	11	11.6	12.0	180	180	-17	-20	156
3 - 3	24	-1	57	12	11	12.0	13.0	180	180	-14	-8	170

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
3 - 4	24	-1	58	13	11	12.0	12.0	180	168	4	6	185
3 - 5	24	-1	59	15	12	12.0	11.0	146	160	-7	-6	202
3 - 6	24	-1	62	15	12	12.6	12.5	166	160	0	-2	219
4 - 1	22	9	60	20	12	12.0	13.0	180	180	11	18	241
4 - 2	22	9	57	20	12	12.0	12.5			16	14	263
4 - 3	22	9	55	16	12	12.0	12.0			28	29	281
4 - 4	22	9	55	16	13	13.0	13.0			17	15	299
4 - 5	22	9	55	16	13	14.0	13.0	210	209	13	26	317
5 - 1	26	7	56	21	13	14.5	15.5			17	33	340
5 - 2	26	7	52	19	13	15.0	15.0	120	133	11	0	361
5 - 3	26	7	56	14	13	15.0	15.0	140	120	15	16	375
5 - 4	26	7	52	13	13	15.0	13.0	135	134	-17	-17	390
5 - 5	26	7	52	14	13	14.0	13.0	130	148	14	4	406
7 - 1	14	3	50	16	14	16.4	15.3			-5	-4	544
7 - 2	14	3	50	16	14	16.0	15.5			0	-3	562
7 - 3	14	3	52	14	14	16.0	15.5			0	6	578
7 - 4	14	3	51	12	14	15.0	15.0			-9	-5	592
7 - 5	14	3	51	17	14	16.0	17.0	80	85	-1	-7	611
7 - 6	14	3	51	15	15	16.0	15.5	90	97	-7	-10	628
8 - 4	16	2	47	7	15	17.0	16.0		46		-2	637
8 - 5	16	2	48	16	15	15.0		56	73	-7	-20	655
8 - 6	16	2	49	10	16	16.0	16.0	98	76	-27	-14	667
8 - 7	16	2	50	16	16	16.5	15.0	81	98	-10	0	685
Лиственница 104, ветвь 2 (104 - 2 -)												
2 - 2	66	23	47	16	10		8.0				-49	16
2 - 3	66	23	44	17	10	7.3	8.5			-52	-55	34
2 - 4	66	23	45	16	11	6.2				-34	-33	52
2 - 5	66	23	43	18	12	8.6	8.5			-47	-57	72
Лиственница 104, ветвь 3 (104 - 3 -)												
1 - 5	120	33	41	14	11	8.0	8.0	79	74	-77	-61	14
3 - 2	111	17	41	11	12	9.5	10.0	101	90	-6	-6	27
3 - 3	111	17	41	12	12	10.0	11.0	58	60	-8	-15	41
3 - 4	111	17	41	11	12	12.0	9.5	77	120	-42	-65	54
3 - 5	111	17	40	12	12	11.0	10.0	126	86	-25	-25	68
3 - 6	111	17	43	14	13	10.0	11.5	106	68	-33	-30	84
3 - 7	111	17	43	16	13	12.0	11.0	72	92	-21	-25	102
4 - 1	111	19	42	11	13	11.5	11.0	118	130	-20	-28	115
4 - 2	111	19	43	11	13	10.0	10.5	95	117	-33	-27	128
4 - 3	111	19	43	13	13	11.0	12.5	121		-19		143
4 - 4	111	19	42	12	14		12.0		63		10	157
4 - 5	111	19	42	10	14	10.5		57		16		169
5 - 3	115	19	54	12	14	11.0	12.5	67	70	55	45	183
5 - 4	115	19	55	13	15	13.0	13.0	50		58		198
5 - 5	115	19	49	12	15	13.0	12.5	101	123	-74	-73	212
5 - 6	115	19	45	12	15	12.5	13.0	67	72	-30	-40	226
6 - 1	107	13		15				73	37	-24	1	243
6 - 3	107	13	46	13	15	14.0	14.0	90	66		0	278
6 - 4	107	13	47	19	15	13.0	13.0	112	109	-3	-3	299
6 - 5	107	13	45	19	15	12.0	14.0	118		0		320
7 - 1	110	15	42	15	18	15.0	13.0		54		-20	337
7 - 2	110	15	47	18	18	13.0	13.5	44	122	-28	-58	357
7 - 3	110	15	46	20	19	13.0	13.0	130	90	-57	-57	379
7 - 4	110	15	47	17	19	13.0	13.0				-59	398
7 - 5	110	15	46	15	19	14.0	14.0				-40	415
8 - 1	111	20	45	14	20	14.0	14.0	62		-34	-48	431
8 - 4	111	20	46	20	21	14.0	14.5		55		-43	493
8 - 5	111	20	46	18	21	15.0	14.0	60	66	-50	-57	513
9 - 1	111	14	47	14	21	15.0	16.0	71	71	-59	-50	529
9 - 2	111	14	46	19	22	14.0	15.0			-34	-30	550

№ спица	$\alpha$	$\beta$	$t$	$D$	$a$	$d_1$	$d_2$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
9 - 3	111	14	46	20	22	15.0	15.0	79	53	-32	-42	572
9 - 4	111	14	46	18	23	14.0	16.5			21	32	592
9 - 5	111	14	46	13	23	12.0				25		607
Лиственница 104, ветвь 4 (104 - 4 -)												
1 - 1	266	10	52	24	22		13.0			36		24
1 - 2	266	10	46	15	22	13.0	12.5	134	123	45	40	41
1 - 4	266	10	50	16	23	13.4		147	149	41	31	76
1 - 5	266	10	44	14	23		14.3	51		40		92
1 - 3	266	10	50	50	22	12.5	14.0	94	141	39	41	58
2 - 1	276	-1	43	19	23	14.0	14.0	51	75	84	64	113
2 - 2	276	-1	43	20	23	13.7	14.0			81	67	135
2 - 3	276	-1	47	22	24	14.0	15.0	93	120	54	49	159
2 - 4	276	-1	45	19	24	15.5	14.5	93	98	49	46	180
2 - 5	276	-1	45	21	24	14.5	14.0	85	113	49	44	203
3 - 1	279	-3	44	15	24	14.0	14.0	125	110	38	33	220
3 - 2	279	-3	44	18	24	15.5	16.5	90	128	49	42	240
3 - 3	279	-3	43	19	24	15.0	15.0	84	44	35	-40	261
3 - 5	279	-3	44	20	26	16.0	16.0			20	14	302
3 - 4	279	-3	43	17	26	15.5				-40		
4 - 1	280	-5	45	15	26	15.0		80		20		319
Лиственница 104, ветвь 5 (104 - 5 -)												
1 - 2	202	21	49	15	12	9.0	8.0		139		-44	15
1 - 3	202	21	52	11	12	8.0	8.0	118	83	-30	-15	29
1 - 4	202	21	51	16	12	8.5	8.0	78	110	-11	-37	47
1 - 5	202	21	48	16	12	7.0	7.5	107	90	-3	-9	65
2 - 1	212	28	50	13	12	9.0	9.0	140	158	-34	-37	80
2 - 2	212	28	50	13	12	8.4	9.0	220	93	-25	-18	95
2 - 3	212	28	53	15	12		8.5	80		-20	-20	112
2 - 4	212	28	52	17	12	9.0	10.0		79	-19	-15	131
2 - 5	212	28	51	23	12	9.0	9.0	96		-2	-12	156
3 - 1	222	24	50	14	12		9.0		65			172
3 - 2	222	24	50	18	12	9.5			163		-34	192
3 - 3	222	24	50	17	12	9.5	11.0	140	105	-36	-45	211
3 - 4	222	24	52	17	13	10.0	10.0	150	96	-45	-34	230
3 - 5	222	24	54	25	13	11.0	12.0	98	83	-28	-19	257
4 - 1	216	8	52	20	13	10.0	11.0			6	0	279
4 - 2	216	8	52	22	13	10.0	11.0			-6		303
5 - 2	222	19	54	18	14	11.5	11.5	93	123	-60	-59	343
5 - 3	222	19	53	19	14	10.5	12.0	118	146	-52	-59	364
5 - 4	222	19	52	19	15	13.0	12.0	103		-17		385
5 - 5	222	19	52	23	15	11.5	13.5		83		22	410
6 - 1	214	17	52	19	16	13.0	13.0	83	80	38	-42	431
6 - 2	214	17	53	20	16	13.0	12.5	132	70	-62	-60	453
6 - 3	214	17	54	21	17	12.0	13.0	80		-40		476
Лиственница 108, ветвь 3 (108 - 3 -)												
1 - 1	52	41	27	20			4.1		155		2	20
2 - 1	31	61	26	25		5.0	4.2	135	114	-34	-30	47
2 - 2	31	61	27	8		4.5	6.0	90	60	5	-20	57
Лиственница 109, ветвь 1 (109 - 1 -)												
1 - 1	125	-2	21	6	4			180		35		6
1 - 2	125	-2	21	12	4		2.1		26		26	20
1 - 3	125	-2	21	13	4		2.9		180		19	35
2 - 1	125	-2	22	14	4	2.8	2.9	180	125	1	4	51
2 - 2	125	-2	21	15	4	2.8		117		5		68
2 - 4	125	-2	19	10	5		3.4	106		36		80
2 - 5	125	-2	19	11	5	3.1	3.4	70	142	34	33	93
2 - 6	125	-2	19	16	5	3.7		138		30		111
Лиственница 109, ветвь 4 (109 - 4 -)												
3 - 1	355	6	27	12			2.5		180		253	12

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
3 - 2	355	6	29	16		2.4	2.5	180	180		262	30
3 - 3	355	6	29	16		3.0	3.0	180	180	-81	-85	48
3 - 4	355	6	28	22		2.9	2.0	153	105	-82	-73	72
3 - 5	355	6	30	22			3.1		135		250	96
4 - 1	357	12	30	16		4.1	4.1	180	180	265	267	114
4 - 2	357	12	29	20		4.0		180		-75		136
Лиственница 109, ветвь 6 (109 - 6 -)												
1 - 3	164	14	29	23			2.4		101		50	23
2 - 1	164	14	29	10		2.2		99		65		35
Лиственница 110, ветвь 3 (110 - 3 -)												
3 - 1	138	-8	19	12		2.6	2.7	105	180	37	65	12
3 - 2	138	-8	19	16		2.9	3.2	180	180	69	80	30
3 - 3	138	-8	21	16		3.2		154		68		48
Лиственница 110, ветвь 5 (110 - 5 -)												
1 - 1	59	0	24	11			3.8		71		-38	11
1 - 2	59	0	23	12		3.7	3.1	72	124	-7	51	25
1 - 3	59	0	25	17		3.3	3.2	200	180	62	43	44
1 - 4	59	0	25	15		3.6	3.7	180	135	45	37	61
1 - 5	59	0	26	19		3.4	3.6	200	225	30	42	82
1 - 6	59	0	26	20		3.5	4.7	180	175	50		104
Лиственница 110, ветвь 8а (110 - 8а -)												
1 - 1	44	3	22	8			2.0		205		26	8
1 - 2	44	3	25	16		1.9	1.9	198	203	-10	-7	26
1 - 3	44	3	27	18		1.7	1.8	240	133	11	-4	46
1 - 4	44	3	24	25			2.3		180			73
2 - 1	30	3	23	15		2.5	2.6	198		20		100
2 - 1	30	3	24	16		2.8		117	135	18	2	118
Лиственница 110, ветвь 9 (110 - 9 -)												
2 - 3	129	-17	28	17		10.7	11.0	93	105	45	30	17
2 - 4	129	-17	28	23		10.7		130		10		32
3 - 1	127	-21	30	22			13.0		75		24	56
Лиственница 110, ветвь 9а (110 - 9а -)												
1 - 2	93	0	28	19		2.1	2.3	71	180	-25		19
1 - 3	93	0	28	16		2.3	2.9	180	110	-15	-40	37
1 - 4	93	0	26	19		2.9	3.0	180	180	10	25	58
2 - 1	96	-9	26	19		3.0		160		41		79
2 - 2	96	-9	27	19		10.8	11.0	90	70	36	45	100
Лиственница 116, ветвь 1 (116 - 1 -)												
2 - 2	185	10	46	25	8	5.0	6.0	100	75	0	13	55
2 - 3	185	10	46	25	8	6.0	6.0	259	93	47	-1	82
2 - 1	185	10	45	28	7	4.0	5.0		121		0	28
Лиственница 116, ветвь 8 (116 - 8 -)												
1 - 1	345	8	42	25	8	5.9	6.1	47	40	-12	-18	25
1 - 2	345	8	46	23	8	5.8	6.0	41	38	-4	-24	50
1 - 3	345	8	47	24	8	6.0	6.0	54	58	-17	-15	76
1 - 4	345	8	47	23		7.5	7.0	62	77	-10	6	101
1 - 5	345	8	48	20		7.1		65		8		123
2 - 1	345	8	49	26		8.3		65		8		151
Лиственница 116, ветвь 10 (116 - 10 -)												
2 - 1	275	0	58	32	2	3.0		73		74		32
Лиственница 116, ветвь 11 (116 - 11 -)												
1 - 3	240	0	56	31	4		4.3		120		-9	31
2 - 1	205	0	52	30		4.0	4.0	146	144	28	12	63
2 - 2	205	0	56	29		4.0	4.5	135	136	-4	17	94
2 - 3	205	0	60	28		4.5	5.0	126	108	20	-15	124
2 - 4	205	0	60	24		5.0	5.0	97	79	-10	-9	150
Лиственница 120, ветвь 2 (120 - 2 -)												
1 - 2	170	40	55	26	6		6.0		180		70	26
2 - 1	170	35	53	31	6	6.0	6.0	180	144	65	54	59

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 2	170	35	56	26	6	6.0	6.0	127	128	50	61	87
2 - 3	170	35	59	25	6	7.0	7.0	128	144	59	56	114
2 - 4	170	35	60	25	6	7.0	7.0	150	145	62	70	141
2 - 5	170	35	62	22	7	7.0	7.0	153	147	75	64	165
3 - 1	170	25	63	32	8	7.0	7.0	158	140	67	74	199
3 - 2	170	25	60	126	8	8.0	8.0	120	140	58	60	227
3 - 3	170	25	57	23	8	8.0	8.0	90	95	59	58	252
3 - 4	170	25	56	19	9	8.0	8.0	90		60		273
Лиственница 120, ветвь 3 (120 - 3 -)												
1 - 2	10	0	46	29	3		5.5		180		138	60
1 - 3	10	0	48	29	4	5.5	6.5	180	200	137	125	91
2 - 1	10	0	52	26	4	6.3	6.6	200	210	104	90	119
2 - 2	10	0	54	27	4	6.5	7.0	180	158	111	98	148
2 - 3	10	0	58	31	4	7.0	7.0	147	180	108	105	181
2 - 4	10	0	58	26	4	7.0	7.0	180	118	90	103	209
3 - 1	10	0	64	23	4	7.5	8.0	180	230	90	59	234
3 - 2	10	0	64	24	4	7.5	7.8	231	220	100	95	260
3 - 3	10	0	64	23	5	7.5	8.0	145	139	90	90	283
3 - 4	10	0	65	28	5	8.5	8.5	147	154	90	90	313
3 - 5	10	0	66	21	5	8.5	8.5	180	152	71	77	336
3 - 6	10	0	68	26	5	8.5	8.5	161	154	81	81	364
3 - 7	10	0	68	25	5	9.0	9.0	139		78	50	391
3 - 8	10	0	60	115	5	9.0	10.5		75	50	50	508
Лиственница 120, ветвь 4 (120 - 4 -)												
1 - 5	20	0	59	20			5.0		161			20
2 - 1	10	10	59	25		6.0	5.0	161	94	80	83	47
2 - 2	10	10	61	21	6	6.0	5.0	155	131	68	64	70
2 - 3	10	10	60	25	6	4.0	5.0	149	129	75	86	97
2 - 4	10	10	60	25	6	5.0	5.0	111	98	75	75	124
2 - 5	10	10	61	34	6	6.0	6.0	99	84	61	86	160
3 - 1	10	10	59	22	6	6.0	7.0	104	65	77		184
3 - 2	10	10	58	28	6	5.0	6.0	116	124	82		214
3 - 3	10	10	60	29	7	7.0	5.0	161	110	82	79	245
3 - 4	10	10	59	34	7	6.0	5.0	143	68	78		281
4 - 3	10	0	66	30	8		9.0		63		34	361
4 - 4	10	0	63	22	8	9.0	8.0	60	69	17		385
Лиственница 120, ветвь 5 (120 - 5 -)												
1 - 2			55	15	4		8.0		180		70	
1 - 3			55	23	4	7.7	7.7	180	145	70	66	0
2 - 1	175	25	52	29	4	8.0	8.3	175	120	70	30	29
2 - 2	175	25	53	35	4	8.4	8.0	94	82	14	-16	66
2 - 3	175	25	54	32	5	8.0	9.0	90	148	-19	10	100
2 - 4	175	25	55	23	5	8.0	8.6	157	180	6	35	125
2 - 5	175	25	51	21	5	8.8	8.8	180	153	21	41	148
2 - 6	175	25	52	22	5	9.0	9.0	180	163	27	19	172
3 - 1	175	10	59	27	5	9.0	9.3	180	180	22	25	201
3 - 2	175	10	54	28	6	9.8	9.5	180	180	21	32	231
3 - 3	175	10	55	29	6	9.5	10.0	180	166	21	15	262
3 - 4	175	10	55	29	6	10.0	10.0	180	154	18	5	293
3 - 5	175	10	55	31	6	10.0	10.0	188	210	21	35	326
3 - 6	175	10	57	29	6	10.0	10.5	210	124	30	7	357
3 - 9	175	10	60	26	7	10.5	10.5	108	104	-1	9	447
3 - 10	175	10	59	30	7	10.8	10.8	97	42	15	-4	479
3 - 7	175	10	58	28	6	10.5	10.5	142	117	6	4	387
3 - 8	175	10	59	30	7	10.5	10.5	78	109	-1	6	419
Лиственница 120, ветвь 6 (120 - 6 -)												
1 - 1	225	-40	44	24	4		6.0		265		172	24
1 - 2	225	-40	40	29	4	6.4	7.0	231	246	180	192	55
1 - 3	225	-40	41	33	4	7.0	7.0	307	210	180	202	90

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
1 - 4	225	-40	41	32	4	7.0	7.0	180	225	196	202	124
2 - 1	235	-40	35	24	5	7.0	7.0	200	180	205	189	150
2 - 2	235	-40	36	23	5	7.0	7.5	190	180	188	204	175
2 - 3	235	-40	33	23	5	7.6	7.6	198	180	204	216	200
2 - 4	235	-40	35	24	5	8.0	8.0	205	180	205	210	226
3 - 1	210	0	62	33	6	8.0	8.5	137	160	17	-7	261
3 - 2	210	0	64	29	6	8.5	8.5	167	180	-10	-10	292
3 - 3	210	0	66	30	6	8.5	8.5	177	163	-5	-29	324
3 - 4	210	0	61	29	6	8.5	9.0	153	180	-25	-49	355
3 - 5	210	0	65	28	7	9.0	9.0					385
3 - 6	210	0	57	31	7	9.0	9.5					418
3 - 7	210	0	59	28	7	9.5	10.0					448
3 - 8	210	0	60	28	7	10.0	10.0					478
3 - 9	210	0	58	33	7	10.0	10.0					513
Лиственница 120, ветвь 7 (120 - 7 -)												
3 - 1	210	0	56	34		10.0	10.0	89	45			301
1 - 1	290	-30	44	27	8		7.4		163		133	27
1 - 2	290	-30	47	24	8	7.5	7.4	180	180	133	140	53
1 - 3	290	-30	48	27	8	7.6	7.6	180	180	136	160	82
1 - 4	290	-30	44	25	8	7.0	7.0	180	180	150	150	109
2 - 2	290	-20	46	38		8.0	8.4	150	155	175	180	190
2 - 3	290	-20	50	31		8.2	8.2	140	138	180	180	223
2 - 4	290	-20	48	40		8.0	8.4	145	125	180	180	265
2 - 1	290	-20	49	39		7.7	8.0	152	110	195	220	150
Лиственница 120, ветвь 10 (120 - 10 -)												
1 - 1	180	10	44	21	4	5.3	5.5	183	180	-6	-27	21
1 - 2	180	10	46	22	4	5.5	5.5	142	126	-20	-21	45
1 - 3	180	10	46	22	4	6.0	5.8	180	180	-11	-11	69
1 - 4	180	10	50	25	4	6.0	6.0					96
Лиственница 120, ветвь 11 (120 - 11 -)												
1 - 2	30	10	59	30	6		7.0		220		36	30
1 - 3	30	10	60	28	6	7.1	7.5	229	215	40	27	60
1 - 4	30	10	63	28	6	7.0	7.0	218	208	33	27	90
1 - 5	30	10	59	33	6	7.0	7.5	221	205	26	25	125
2 - 1	30	10	62	28	6	7.5	8.0	220	204	25	37	155
2 - 2	30	10	66	28	7	8.0	8.0	232	194	44	34	185
2 - 3	30	10	68	29	7	8.2	8.1	208	184	24	15	216
2 - 4	30	10	68	27	8	8.4	9.0	180	157	17	22	245
2 - 5	30	10	64	27	8	8.5	9.2	129	93	23	42	274
3 - 1	50	10	57	18	8	9.5	9.0	89	90	47	40	294
3 - 2	50	10	58	22	8	9.0	9.0	63	82	19	28	318
3 - 3	50	10	56	26	8	9.0	9.0	57	44	37	-85	346
3 - 4	50	10	58	30	8	9.0	10.0	75	81	-70	-42	378
3 - 5	50	10	58	29	8	10.0	10.0	75	88	-30	-30	409
4 - 1	80	10	58	27	8	10.0	9.0	108	88	-16	-22	438
4 - 2	80	10	57	23	8	9.0	10.0	78	58	-31	-28	463
4 - 3	80	10	58	23	8	10.0		44		-46		488
Лиственница 120, ветвь 12 (120 - 12 -)												
2 - 2	0	40	51	21	6		9.0		135		137	21
2 - 3	0	40	48	24	7	8.0	8.5	124	127	140	140	47
2 - 4	0	40	51	23	7	8.5	9.0	130	141	134	133	72
3 - 1	0	40	51	27	7	9.0	9.3	166	133	135	126	101
3 - 2	0	40	51	28	7	9.0	9.0	125	127	115	97	131
3 - 3	0	40	54	27	7	9.0	9.0	130	129	100	102	160
3 - 4	0	40	50	26	8	9.3	9.0	180		75		188
3 - 5	0	40	49	26	9	10.0	10.0	117	39	135	-51	216
3 - 6	0	40	50	25	9	10.0	10.0	36	81	-50	59	243
4 - 1	0	40	53	29	9	10.0	10.0	78	56	57	72	274
4 - 2	0	40	52	32	9	11.0	10.3	90	111	70	73	308

№ спиля	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
4 - 3	0	40	51	29	9	10.0	10.0	113	91	90	83	339
4 - 4	0	40	52	34	9	10.0	11.0	100	68	98	98	375
5 - 1	0	40	54	30	9	11.0	12.0	85	70	90	85	405
5 - 2	0	40	50	28	9	12.0	12.0	67	64	80	95	435
5 - 3	0	40	53	29	9	12.0	12.0	70		90		466
Лиственница 120, ветвь 13 (120 - 13 -)												
1 - 2	170	20	55	30	5		10.0		131		-27	30
1 - 3	170	20	52	31	6	10.0	10.0	140	110	-15	-33	63
1 - 5	170	20	54	31	7	11.0	11.0	160	180	-32	-38	116
2 - 1	170	20	55	27	7	11.0	11.0	180	180	-33	-37	145
2 - 2	170	20	53	27	8	11.0	10.0	165	152	-30	-26	174
3 - 1	170	20	53	32	8	10.5	11.0	141	150	-27	-35	208
3 - 2	170	20	52	31	8	11.0	11.5	155	90	-42	-24	241
Лиственница 121, ветвь 8 (121 - 8 -)												
1 - 6	180	0	27	17	3		3.0		167		-22	17
2 - 4	180	0	27	13	5	4.0	4.0	100	103	-26	-26	32
2 - 5	180	0	26	15	5	4.0	4.0	125	180	-23	-43	49
2 - 6	180	0	25	13	5	4.0	4.0	116	87	-16	-20	64
2 - 7	180	0	25	12	5	4.5	4.8	110	82	-7	-21	78
2 - 8	180	0	26	12	6	4.5	5.3	64	54	-27	-15	92
2 - 9	180	0	25	13	6	5.0	5.5	68	112	-19	-6	107
2 - 10	180	0	25	25	6	5.0		67		-14		134
3 - 7	180	0	27	7	10		7.7		42		-1	
Лиственница 123, ветвь 4 (123 - 4 -)												
1 - 1	280	0	39	21	5		3.5		214		18	21
1 - 2-1	280	0	38	19	5	3.3	3.3	244	205	12	24	42
1 - 2-2	280	0	38	22	5	3.8	4.5	180	222	-22	5	66
2 - 1-1	280	0	38	20	6	4.5		250		110		88
Лиственница 123, ветвь 10 (123 - 10 -)												
2 - 1	70	7	40	23	5	4.3	5.2	180	154	7	5	23
3 - 1-2			38	16	6		5.5		73		15	41
Лиственница 129, ветвь 2 (129 - 2 -)												
1 - 1-2	335	15	40	20	7		3.6		100		-50	20
1 - 2	335	15	38	18	7	3.6		87		-42		40
2 - 1	335	15	37	21	9	4.6	5.0	87	193	-53	-53	63
2 - 2	335	15	36	21	9	5.0	5.7	199	216	-65	-40	86
2 - 3	335	15	38	19	9	5.6	5.0	188	180	-50	-47	107
2 - 4	335	15	38	18	10	5.0	5.0	180	119	-49	-43	127
3 - 1	335	15	37	19	10	5.4	5.4	110	42	-46	-50	148
3 - 2	335	15	37	15	10	5.0	5.5	50	70	-50	-54	165
3 - 3	335	15	35	17	10	5.5		55		-54		184
Лиственница 129, ветвь 3 (129 - 3 -)												
2 - 2-1	30	20	30	18	6		4.0		98		-90	18
2 - 2-2	30	20	32	27	6	4.0		102		-63		47
2 - 3-1	30	20	31	22	7	4.0	4.0	84	77	-90	-90	71
2 - 5	30	20	34	18	7	4.5	5.0	93	98	-140	-129	91
3 - 2-1	30	20	35	15	7	4.3	4.6	97	115	-113	-120	108
3 - 2-2	30	20	34	14	8	4.0	4.8	75	103	-120	-105	124
3 - 2-3	30	20	32	14	7	4.0	4.6	93	113	-120	-125	140
3 - 2-4	30	20	35	13	8	4.6	4.6	105	95	-127	-133	155
4 - 1-1	30	20	35	19	8	5.0	5.0	122	67	-150	-145	176
4 - 1-3	30	20	34	19	8	5.0		85		-130		197
4 - 2	30	20	34	18	8	4.5		93		-68		217
Лиственница 203, ветвь 1 (203 - 1 -)												
2 - 1	33	5	36	11		5.1	5.3	106	180	-44	-51	11
Лиственница 203, ветвь 3 (203 - 3 -)												
1 - 1	105	26	45	17		4.3	4.8	360	180		-10	17
1 - 3	105	26	39	16		4.4	5.9	89	93	-14	-18	55
1 - 4	105	26	38	17		4.0	4.0	95	115	-13	-11	74

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
1 - 5	105	26	37	19		4.2	4.0	117		-10		95
1 - 6	105	26	37	11		4.2	4.3	53	59	-5	-33	108
1 - 7	105	26	38	11		4.4	4.2	108	76	15	8	121
1 - 8	105	26	37	15		4.7	4.7					138
2 - 1	115	18	39	7		6.0	6.1	114	180	-20	-27	147
2 - 3	115	18	39	12		5.0	5.0	144	84	-16	-14	181
2 - 4	115	18	39	14		5.0	5.0	87	112	-1	-1	197
2 - 5	115	18	39	12		5.2	5.5	125	129	1	-7	211
2 - 6	115	18	39	13		6.0	5.3	135	124	-5	-3	226
2 - 7	115	18	38	16		4.9	6.2	120		1		244
Лиственница 214, ветвь 7 (214 - 7 -)												
2 - 2	310	0	41	28	3	3.2	3.4	116	130	-13	-35	28
3 - 0	310	35	40	21	4	3.5		78		-27		51
3 - 3	310	35	40	13	4		4.5		105		-23	84
4 - 1	310	35	40	27	4	4.0	4.5	104	135	-30	-35	113
4 - 2	310	35	48	31	4	4.5		145		-27		145
Лиственница 214, ветвь 9 (214 - 9 -)												
2 - 1-1	233	-2	32	24	4		4.5		180		-26	24
2 - 1-2	233	-2	34	23	4	4.5	4.7	180	111	-29	-18	49
2 - 2-1	233	-2	34	22	5	4.5	4.9	86	90	-33	-23	73
2 - 2-2	233	-2	32	20	5	5.0	5.1	99	91	-22	-20	95
3 - 1-1	233	-2	34	24	5	5.2		81		-12		121
Лиственница 214, ветвь 10 (214 - 10 -)												
1 - 2-1	220	5	41	18	5		4.8		206		-56	18
1 - 2-2	220	5	42	20	6	4.8	4.8	209	72	-65	-78	40
2 - 1	220	5	41	21	6	5.0	5.0	75	65	-68	-60	63
2 - 2	220	5	43	18	6	4.5	5.0	70	74	-45	-50	83
2 - 3	220	5	40	22	7	5.0	5.0	69	85	-38	-36	107
2 - 4	220	5	43	20	7	5.3	5.3	79	94	-25	-29	129
3 - 1-2	220	5	44	22	8	6.0		127		-30		175
3 - 2-2	220	5	43	19	8		6.0		65		-26	219
3 - 1-1	220	5	43	20	7	5.5	6.0	94	111	-20	-31	151
4 - 1-1			41	16	9	6.0	6.0	74	54	-30	-31	237
4 - 1-2			47	20	9	6.1		52		-27		259
Лиственница 214, ветвь 12 (214 - 12 -)												
1 - 1-3	30	10	50	25	3		3.4		144		74	25
1 - 2-1	30	10	48	22	3	3.3	3.3	160	163	77	90	49
1 - 2-2	30	10	48	19	4	3.4	3.5	159	133	86	90	70
1 - 2-3	30	10	48	25	4	3.5	3.9	127	113	90	90	97
3 - 1-2	30	10	41	20	5		4.9		69		61	220
3 - 1-3	30	10	41	16	6	5.0	5.1	51	46	80	58	238
3 - 1-4	30	10	41	16	6	5.5	5.7	45	73	60	72	256
3 - 2-1	30	10	41	19	6	6.1		77		72		277
3 - 2-4	30	10	43	18	7		6.6		94		58	297
4 - 1-1	30	10	42	18	8	7.5	7.2	65	95	45	52	317
4 - 1-2	30	10	43	18	8	8.4		81		43		337
4 - 1-3	30	10	44	16	8		8.4	8	81		30	355
4 - 2	30	10	45	16	8	8.4	8.0	64	81	20	50	373
4 - 3-1	30	10	46	16	8	8.8		75		52		391
Лиственница 215, ветвь 5 (215 - 5 -)												
1 - 2-1	330	5	41	18	4	3.2	3.3	156	127	-13	-19	18
1 - 2-2	330	5	39	21	4	3.4		127		-70		41
Лиственница 218, ветвь 2 (218 - 2 -)												
1 - 1-1	331	5	30	29	6	3.0				36		29
1 - 2-1	331	5	32	21	6	4.0		75		70		52
1 - 2-2	331	5	30	23	6	4.0	4.0	20	32	-22	-38	77
1 - 2-3	331	5	32	27	6	4.0	4.0	56	42	-26	2	106
Лиственница 218, ветвь 3 (218 - 3 -)												
1 - 4-2	45	1	32	21	6		5.0		110		-65	46

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 1	45	1	32	31	7	5.0		140		-32		79
2 - 2	45	1	32	17	7		6.2		38		-33	98
2 - 3	45	1	35	36	7	6.0		38		-31		136
2 - 4	45	1	35	25	7	6.0	6.0		21		-8	163
Лиственница 218, ветвь 6 (218 - 6 -)												
2 - 4	140	20	36	18	6		5.8		134		22	0
3 - 1	140	20	37	23	6	5.8	5.6	114	130	32	50	23
3 - 2	140	20	35	23	6	6.0	6.0	140	143	40	50	48
3 - 3	140	20	37	23	5	6.0		126		50		73
4 - 2-1	140	20	40	19	10	6.0	6.0	24		22		93
4 - 2-2	140	20	43	19	11	6.0	6.0	195	121	-19	2	114
4 - 3-1	140	20	42	18	12	10.0	10.0	122	138	2	-13	134
4 - 3-2	140	20	44	20	12	10.0	10.0	58	149	9	-18	156
4 - 4-1	140	20	43	18	12	10.0	10.0	180	146	-20	6	176
4 - 4-2	140	20	42	21	12	10.5	11.0	153	76	8	20	199
Лиственница 219, ветвь 3 (219 - 3 -)												
1 - 2	307	35	37	18	4		4.8		180		-23	0
1 - 3	307	35	39	22	4	4.7	4.8	180	180	-25	-10	22
2 - 1	307	35	42	24	5	4.7	4.9	180	180	-8	-7	48
2 - 2	307	35	44	20	5	4.8	5.0	180	180	-10	-4	70
2 - 3	307	35	43	23	5	5.0	5.3	180	180	-4	-5	95
2 - 4	307	35	42	23	5	5.0	5.5	144	149	-4	11	120
3 - 1	307	35	43	18	5	5.0	5.9	158	163	-3	0	140
3 - 2	307	35	43	15	5	6.2	6.0	142	154	-5	7	157
3 - 3	307	35	43	15	5	6.3	6.0	180	120	10	0	174
3 - 4	307	35	43	15	6	6.4	6.3	133	145	-3	-1	191
3 - 5	307	35	42	16	6	6.4	6.4	130	128	3	-6	209
3 - 6	307	35	41	27	6	6.5		116		-6		238
Лиственница 219, ветвь 5 (219 - 5 -)												
1 - 4	195	30	32	20	4		3.8		124		-16	20
1 - 5	195	30	33	23	4	4.0		120		-3		45
1 - 6	195	30	35	35	5	4.0	4.0	78	108	-50	-38	82
1 - 7	195	30	35	21	5	4.5	4.5	127	85	-42	-56	105
3 - 1	195	30	36	20	5	4.6	5.0	88	73	-31	-28	177
3 - 2	195	30	37	18	5	5.4	5.6	97		-13		197
Лиственница 219, ветвь 7 (219 - 7 -)												
1 - 2	190	0	36	17	5		4.2		180		-25	
1 - 3	190	0	36	28	5	4.1	4.2	153	93	-25	-30	28
2 - 1-1	190	0	40	22	6	4.1	4.5	106	94	0		52
2 - 1-2	190	0	36	22	6	4.6	4.5	95	65	3	0	76
2 - 1-3	190	0	32	22	7	4.4	4.5	96	62	4	5	100
2 - 2-1	190	0	37	16	7	4.6		50		15		118
Лиственница 220, ветвь 6 (220 - 6 -)												
1 - 1-1	277	-3	18	25	5	2.3	2.5	210	180	-38	-33	25
1 - 1-9	277	-3	20	25	5	2.7	2.7	199	180	-14	-10	52
1 - 2-1	277	-3	21	27	6	3.0	3.0	150	180	-5	-6	81
1 - 2-2	277	-3	20	28	7	3.0	3.0	180	180	8	2	111
1 - 3-1	277	-3	20	30	7	3.5	3.5	160	150	0	0	133
1 - 3-2	277	-3	20	28	8	3.4	3.4	155	65	8	-8	163
Лиственница 221, ветвь 3 (221 - 3 -)												
1 - 1	0	29	32	20	5	3.0	3.0	135	70	72	35	20
2 - 1	0	29	33	25	4	5.0		90		40		47
Лиственница 221, ветвь 8 (221 - 8 -)												
1 - 1	48	4	30	10	5	5.0	5.0		170			
1 - 2-2	48	4	30	18	6	6.0	6.0	102		60		50
1 - 3-1	48	4	30	20	7	6.0	6.0		104		25	72
1 - 3-2	48	4	30	16	8		6.0		62		75	90
1 - 4	48	4	32	23	8	7.0	7.0	80		75		115
1 - 4-2	48	4	30	10	8	7.0	8.0		100		80	127

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 222, ветвь 1 (222 - 1 -)												
1 - 1	173	0	47	15	6	7.8	7.8	88	75	15	18	15
1 - 2	173	0	47	12	6	7.8	7.8	76	50	14	28	29
1 - 3	173	0	45	9	6	7.8	7.8	36	32	-9	10	40
1 - 4	173	0	47	13	6	7.9	7.9	52	65	22	30	55
1 - 5	173	0	47	15	6	7.9	7.9	62	70	21	35	75
1 - 6	173	0	47	15	6	7.9	7.9	66	30	30	15	89
1 - 7	173	0	47	18	7	7.9		25		20		109
Лиственница 222, ветвь 2 (222 - 2 -)												
2 - 4			47	28	3		5.5		150		8	28
3 - 1	122	6	50	8	3	6.0	5.4		130		-2	38
3 - 2	122	6	47	11	4	5.5	5.5	120	77	-10	10	51
3 - 3	122	6	47	10	4	5.6	6.0	92	88	12	22	63
Лиственница 222, ветвь 3 (222 - 3 -)												
1 - 1	196	-4	35	13	4	4.3	4.5	95	153	90	64	13
1 - 2	196	-4	35	13	4	4.5	4.5	143	160	51	54	28
1 - 4	196	-4	35	12	4	4.5	4.7	125	59	50	13	62
1 - 5	196	-4	35	13	4	5.0	5.0	68	75	2	16	77
1 - 6	196	-4	36	14	5	5.0	5.8	75		28		93
1 - 7	196	-4	37	14	5	5.8	5.7	54	97	-4	32	109
1 - 8	196	-4	37	15	5	5.8	6.0	129	111	20	33	126
2 - 1	196	0	37	14	5	6.0	6.3	88	88	32	28	142
2 - 2	196	0	38	12	5	6.4	6.4	82	88	26	32	156
2 - 3	196	0	38	10	5	6.4	6.4	80	75	37	40	168
2 - 4	196	0	37	11	5	6.5	6.4	70	78	32	32	181
2 - 5	196	0	38	15	5	6.0	6.5	75	72	34	30	198
2 - 6	196	0	38	15	5	6.5	6.5	66	50	32	35	215
2 - 7	196	0	39	11	5	6.8	6.7	63	50	28	38	228
3 - 1	196	0	39	13	6	6.7	6.7	42		30		243
Лиственница 229, ветвь 1 (229 - 1 -)												
2 - 1-1	150	0	24	14	6	2.2		75		4		24
Лиственница 229, ветвь 4 (229 - 4 -)												
1 - 2-1	310	-12	24	24	6		1.5		180		15	24
1 - 2-4	310	-12	23	17	6	1.6	2.0	77	180	-4	10	81
2 - 1-3	280	-12	24	17	7		2.8		106		0	140
2 - 2-1	280	-12	25	15	7	3.0	3.1	102	96	0	-7	167
Лиственница 320, ветвь 1 (320 - 1 -)												
1 - 2	355	10	46	32	9				150		25	0
1 - 3	355	10	53	34	9		12.0	134	51	24	55	34
1 - 4	355	10	48	30	9	13.0	13.0	51	46	39	70	66
2 - 1	355	0	48	26	10	12.0	12.0	33	104	40	49	94
2 - 2	355	0	49	24	11	13.0	13.0	112	99	58	68	120
2 - 3	355	0	53	24	11	13.0	13.0	93	114	60	59	146
2 - 4	355	0	54	21	12	13.0	13.0	120	150	60	70	169
2 - 5	355	0	56	22	12	13.0	13.0	160	170	67	72	193
3 - 1	355	0	56	23	12	13.0	13.0	175	144	60	53	218
3 - 2	355	0	53	23	12	13.0	13.0	137	148	58	66	248
4 - 1	355	0	50	23	13	13.4	14.0	130		75		273
Лиственница 320, ветвь 3 (320 - 3 -)												
1 - 2	130	0	46	32	6		6.0		32		6	32
1 - 3	130	0	47	25	7	7.0	7.0	51	53	15	24	59
1 - 4	130	0	46	20	7	8.0	7.0	53	48	28	19	81
2 - 1	130	0	46	24	7		8.0		136		37	107
2 - 2	130	0	46	26	7	8.0	8.0	149	114	77	48	135
2 - 3	130	0	48	23	8	8.0	8.4	113	89	46	63	160
2 - 4	130	0	49	22	8	8.4	8.5	86	104	64	90	184
2 - 5	130	0	51	24	9	8.0	8.0	76	62	81	4	210
3 - 1	130	0	48	28	9	9.0	9.4	80	140	0	-4	240
3 - 2	130	0	54	24	10	9.2	9.0	154	150	-1	17	266

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
3 - 3	130	0	54	29	10	9.0	9.0	129	133	20	30	297
3 - 4	130	0	52	27	10	9.1	10.0	111	114	25	38	326
3 - 5	130	0	53	29	11	10.0	10.5	93	82	30	28	357
4 - 1	130	0	49	22	11	10.5	10.5	71	62	22	32	381
4 - 2	130	0	49	28	11	11.0	11.0	90		32		411
4 - 3	130	0	51	27	11	11.0	11.0	73		69		440
6 - 1	140	8	59	25	12		17.0		55		36	567
6 - 2	140	8	56	27	13	17.0	17.0	66	22	31	70	596
6 - 3	140	8	57	25	13	17.0		32		65		623
Лиственница 320, ветвь 5 (320 - 5 -)												
1 - 2	235	-6	56	25	4		9.5		200		50	25
2 - 1	235	-6	56	29	5	9.0	8.0	170	152	23	25	56
2 - 2	235	-6	57	16	5	8.6	9.2	140	147	30	39	74
2 - 3	235	-6	54	15	5	9.0	9.4	160	180	25	23	91
3 - 1	235	-6	57	22	6	9.0	9.0	180	120	45	37	115
3 - 2	235	-6	54	28	6	8.4	9.0	125	122	23	18	145
3 - 3	235	-6	55	26	6	10.0	10.0	127	114	14	15	173
4 - 1	235	-6	51	27	6	11.0	10.0	105	86	15	27	202
4 - 2	235	-6	50	23	7	11.0	11.0	86	95	30	23	227
4 - 3	235	-6	53	26	7	11.0	11.0	123	73	25	13	255
5 - 1	235	-6	55	31	7	11.0	12.0	77	73	-2	2	288
5 - 2	235	-6	55	28	7	12.0	12.0	62	107	0	-1	318
5 - 3	235	-6	54	28	8	12.0	11.2	40	37	-8	-8	338
Лиственница 320, ветвь 7 (320 - 7 -)												
1 - 1	173	4	52	33	6		9.0		137		53	33
1 - 2	173	4	48	24	7	9.0	9.0	133	115	45	39	59
1 - 3	173	4	48	31	7	9.0	9.7	115	89	44	60	92
2 - 1	173	4	45	33	7	10.0	10.0	138	119	30	31	127
2 - 2	173	4	46	31	8	11.0	12.0	112	120	32	34	160
3 - 1	173	4	48	20	8	12.0	10.4	86	85	55	24	182
3 - 2	173	4	41	22	8	10.0	10.0	93	140	17	25	206
3 - 3	173	4	52	31	8	10.0	10.5	125	125	24	32	229
Лиственница 321, ветвь 1 (321 - 1 -)												
1 - 4	240	0	38	21	11		8.4		66		-63	
3 - 1	240	6	40	17	12	9.0	9.0	46	82	-100	-70	17
3 - 2	240	6	40	11	12	9.0	9.0	81	132	-72	-72	30
3 - 3	240	6	37	22	13	9.5	10.0	147	115	-71	-80	54
3 - 4	240	6	37	27	13	10.0	10.0	97	104	-80	-64	83
Лиственница 321, ветвь 2 (321 - 2 -)												
2 - 2	320	4	37	21	9	4.0		90		30		21
2 - 3	320	4	36	20	9	4.5	5.0	107	130	29	23	43
2 - 4	320	4	36	27	9	5.0	5.0	130	180	35	38	72
3 - 1	320	4	25	24	10	5.0	5.0	165	104	30	12	98
3 - 2	320	4	38	28	10	5.0	5.0	97	105	11	10	128
3 - 3	320	4	38	14	10	5.0	5.5	108	106	10	27	144
3 - 4	320	4	38	20	10	5.5	6.0	60	60	40	40	164
Лиственница 321, ветвь 4 (321 - 4 -)												
3 - 7						3.0		66		-68		
5 - 1	345	25	38	21	7	6.0		60		-61		43
5 - 2	345	25	38	13	7	5.0		71		-50		58
6 - 1	345	25	39	20	8	6.0	6.0	35	67	-47	-28	80
6 - 2	345	25	40	17	8	6.0	6.5	62	73	-30	-35	99
Лиственница 321, ветвь 5 (321 - 5 -)												
1 - 2	155	30	39	20	3	2.5	3.0	96	110	16	-12	20
Лиственница 321, ветвь 7 (321 - 7 -)												
1 - 2-1	127	15	43	18	4		2.7		180		-77	21
1 - 2-2	127	15	46	22	4	2.5	3.0	180	113	-70	-90	39
2 - 1	127	15	42	9	4	3.0	3.3	113	133	-75	-90	50
2 - 2	127	15	32	25	4	3.0	3.3	167	144	-80	-85	77

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 4	127	15	41	9	4	3.0	3.0	142	130	-78	-74	88
3 - 1	127	15	41	29	4	3.0	3.1	152	180	-80	-53	119
3 - 2	127	15	44	28	4	3.1		150		-68		149
4 - 1	127	15	37	19		3.2	3.2	126	120	-60	-60	170
Лиственница 321, ветвь 8 (321 - 8 -)												
2 - 1	40	30			5	3.0	3.5	180		35		
Лиственница 322, ветвь 1 (322 - 1 -)												
1 - 2	215	-28	38	17	2		3.7		68		29	17
1 - 3	215	-28	39	12	2	3.5	4.0	109	87	27	40	31
1 - 4	215	-28	37	11	2	3.8	3.8	118	74	43	33	44
1 - 5	215	-28	36	14	2	4.0	3.8	99	85	36	51	60
2 - 1	215	-28	36	11	2		5.0		88		13	73
Лиственница 322, ветвь 6 (322 - 6 -)												
1 - 5	304	-15	34	11	5	5.0	5.0		86		162	11
1 - 6	304	-15	34	16	5	5.5	5.7	95	85	149	190	29
2 - 1	304	-15	34	9		6.0	6.1	55	85	175	150	40
2 - 2	304	-15	34	12		6.1	6.1	57	60	175	100	54
2 - 3	304	-15	35	18		6.1	6.1		78		140	74
2 - 4	304	-15	35	10		6.2	6.2	83	70	144	170	86
2 - 5	304	-15	36	15		6.3	6.4	70		175		103
Лиственница 322, ветвь 6 (322 - 6 -)												
2 - 1	282	6	42	27	4	3.0	3.0	112	134	47	33	27
2 - 2	282	6	46	19	4	3.0	3.0	117	143	34	50	48
2 - 3	282	6	46	18	5	3.2	3.4	148	50	35	60	68
Лиственница 323, ветвь 12 (323 - 12 -)												
1 - 2	0	20	47	10	8	2.8	3.0	141	115	68	90	10
1 - 3	0	20	42	18	8		2.8		115		100	30
1 - 3-1	0	20	45	15	9	3.2	3.3	96	110	80	50	47
1 - 3-2	0	20	45	15	9	3.3	3.3	137	75	60	60	64
1 - 3-3	0	20	42	16	9	3.5		107		55		82
2 - 1	0	20	43	15	10	3.3		137		26		99
2 - 2	0	20	46	14	10	4.0	4.0		120		50	111
2 - 2-2	0	20	47	17	11	4.5		45		29		134
2 - 2-3	0	20	45	15	11	4.5	5.0	50	53	20	10	151
3 - 1-1			45	15	12	4.7	5.0	50	30	14	30	168
Лиственница 324, ветвь 1 (324 - 1 -)												
7 - 1	310	10	47	28	9		7.0		64		98	28
7 - 2	310	10	47	28	10	7.0	6.0	60	62	102	88	58
8 - 1	310	10	47	22	11	6.2	10.0	64		96		82
Лиственница 324, ветвь 12 (324 - 12 -)												
3 - 1	100	10	28	30	13	8.0	9.0	150	96	-10	0	30
3 - 2	100	10	28	28	13	9.0	9.0	76	50	-5	-10	60
3 - 3	100	10	28	28	14	10.0		27		-28		90
Лиственница 325, ветвь 4 (325 - 4 -)												
2 - 1	230	10	45	24	4	4.0		67		95		24
2 - 3	230	10	42	19	4		4.0		55		55	64
2 - 5	230	10	45	15	4	4.0	4.3	110	68	58	51	101
2 - 6	230	10	43	20	4	5.0		46		50		123
2 - 4	230	10	42	18	4	4.0	4.0	70	110	80	60	84
4 - 2	230	10	42	23	5	5.7	5.9	139	83	10	58	23
4 - 3	230	10	44	22	6	6.0	6.3	93	61	60	71	47
4 - 4	230	10	44	24	6	6.2		42		74		77
5 - 3	180	10	52	19	10		11.0		170		65	19
5 - 4	180	10	52	25	10		10.5	118	63	61	28	46
6 - 1	180	10	50	20	11	10.0	10.0	66	42	95	105	68
6 - 2	180	10	49	20	12	10.0	10.0	49	34	97	93	90
6 - 3	180	10	50	21	12	11.0	11.0	31	20	116	130	113
Лиственница 325, ветвь 7 (325 - 7 -)												
1 - 1-1			36	15	3		2.0		360			15

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
1 - 1-2			37	17	3	2.0	2.0	360	217		25	34
1 - 1-3			39	20	3	2.0	2.0	180	180	17	32	56
1 - 2-1			39	14	3		2.0		180		20	42
2 - 4	78	5	38	23	5	5.5	5.5	78	85	-50	3	23
2 - 5	78	5	36	20	5		5.8		15		-20	55
3 - 1	78	5	38	21	6	5.7	6.0	90	111	-5	-10	18
3 - 2	78	5	37	20	6	6.0	6.5	105	98	-20	18	102
3 - 4	78	5	38	27	6	6.0	6.5	95	77	-48	-33	131
4 - 1			38	24	6	5.8	6.0	71	55	1	6	157
8 - 4			44	15	10	10.5	11.0	58	100	10	0	15
8 - 5			44	20	11	11.0	11.0	90	76	-4	0	37
9 - 1	78	5	43	26	10	9.8	10.0	60	78	-2	12	65
9 - 2	78	5	41	22	10	11.1	12.0	122	72	19	-11	99
9 - 3	78	5	42	20	10	11.0	11.3	102	70	-24	20	111
Лиственница 325, ветвь 8 (325 - 8 -)												
1 - 2	180	0	36	23	3	4.0	4.0	159	181	3	-23	23
1 - 3	180	0	38	18	3		2.0		180		50	43
2 - 1	180	0	38	16	3	2.0	2.0	180	180	70	56	61
2 - 2	180	0	38	16	3	2.0		137		50		79
2 - 3	180	0	38	19	3	2.0	2.0	180	180	66	50	100
Лиственница 325, ветвь 12 (325 - 12 -)												
2 - 2-2	30	26	41	22	3		3.5		96		-130	22
2 - 2	30	26	40	26	3	3.0		85		-136		50
Лиственница 333, ветвь 11 (333 - 11 -)												
1 - 2-1	112		30	23	3	2.0	2.0	100	125	-4	-17	23
1 - 2-2	112		29	18	3	1.5	1.5	180		-17		43
1 - 2-3	112		27	25	3	3.0	3.0	80	100	-23	-18	70
2 - 1	112		30	25	3	2.5	2.5	82		-38		97
2 - 4	112		32	35	3		3.0		80		-14	164
3 - 4	112	3	32	15		5.0	5.0	69		-35		241
Лиственница 333, ветвь 15 (333 - 15 -)												
1 - 1	30	3	32	15			4.0		65		-40	
2 - 1	30	3				4.0		76		-30		
Лиственница 401, ветвь 1 (401 - 1 -)												
2 - 1	213	4	44	22	5		5.2		22		10	22
2 - 2	213	4	40	25	5	5.5	5.7	21	55	15	-11	49
2 - 3	213	4	40	10	6	6.2		76		98		61
Лиственница 401, ветвь 2 (401 - 2 -)												
1 - 1	129	-10	39	10	6	7.7	7.7	91	108	29	35	10
1 - 2	129	-10	39	13	7	8.3	8.3	108	38	15	13	25
2 - 1	129	-10	40	9	7	8.3	8.3	42	103	19	-4	36
2 - 2	129	-10	40	13	7	8.5	8.5	125	111	0	1	51
2 - 3	129	-10	41	12	7	8.6	8.9	95	87	-4	-7	65
2 - 4	129	-10	41	14	8	8.6	8.6	93	90	-9,5	-3	71
2 - 5	129	-10	40	14	8	8.9	9.1	91	107	3	-5	87
2 - 6	129	-10	40	17	8	9.4	9.4	103		2	-5	106
Лиственница 401, ветвь 7 (401 - 7 -)												
1 - 1	191	-10	40	19	8	8.9	8.9	105	72	15	23	19
1 - 3	191	-10	41	18	8	8.9		63		34		41
Лиственница 401, ветвь 8 (401 - 8 -)												
1 - 1	183	-5	44	15	9	4.6	4.6	150	130	0	1	15
1 - 2	183	-5	45	20	9	4.9		128		0		38
1 - 3	183	-5	45	17	9	6.0	6.0	100		4		57
Лиственница 401, ветвь 9 (401 - 9 -)												
1 - 1	131	-9	37	11	5	5.9		94		-5		11
1 - 2	131	-9	35	13	5	5.7	5.8	71	123	-5	1	25
1 - 3	131	-9	38	14	5	6.7	6.4	111	72	-5	-3	41
1 - 4	131	-9	39	16	5	5.8						59

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 401, ветвь 10 (401 - 10 -)												
1 - 1	9	17	35	14	5	4.4		122		-8		14
1 - 2	9	17	33	11	6	5.0	4.9	53	66	-20	-14	27
1 - 3	9	17	32	13	6	5.1	4.3	108	117		-39	42
1 - 4	9	17	33	14	6	5.0	5.2	92	95	-34	-35	58
1 - 5	9	17	34	14	6	4.8	5.2	100	111	-35	-42	74
1 - 6	9	17	35	12	6	5.2	5.3	145	155	-50	-56	88
2 - 1	9	17	32	14	6	4.2	5.0	128	100	-56	-50	104
2 - 2	9	17	33	12	6	6.0	6.0	82	68	-43	-46	118
2 - 3	9	17	36	12	6	6.0	6.0	66	79	-46	44	132
2 - 4	9	17	34	13	6	6.0	6.0	103	70	-45	-45	147
2 - 5	9	17	34	11	6	6.2	6.2	112	74	-42	-34	160
2 - 6	9	17	33	15	7	6.3	6.0	85	86	-34	-37	177
3 - 1	9	17	33	14	7	6.2	6.2	91	64	-45	-36	198
3 - 2	9	17	33	11	7	6.5	7.0	63	59	-35	-39	216
3 - 3	9	17	32	12	7	7.7		78		-45		230
Лиственница 401, ветвь 12а (401 - 12а -)												
1 - 1	66	21	37	18	5		4.3		180		-21	18
1 - 2	66	21	36	17	5	4.1	5.1	180	165	-4	-4	38
2 - 1	66	22	38	12	5	5.5	5.3	180	112	9	9	52
2 - 2	66	22	38	22	5	5.4	5.5	127	113	-5	-3	76
2 - 3	66	22	38	15	5	5.2	5.5	90	122	-4	-4	93
2 - 4	66	22	36	13	5	5.5	5.7	120	123	-7	-6	107
2 - 5	66	22	37	13	5	5.2	5.5	154	180	-12	1	122
2 - 6	66	22	35	15	5	5.7	5.3	180	128	3	-3	140
3 - 1	64	23	36	9	6	8.2	8.2	120	30	12	13	151
3 - 2	64	23	35	14	6		6.0		89		-1	167
3 - 3	64	23	35	14	6							183
3 - 4	64	23	36	13	6		6.4					199
3 - 5	64	23	37	16	7		6.8		84		10	217
3 - 6	64	23	37	17	7		7.3	78	50	14	-9	236
4 - 1	54	14	37	14	7		6.6		78		-23	253
4 - 2	54	14	37	14	7		6.6	93	90	-17	-12	267
4 - 3	54	14	39	15	7		7.0	122	114	-14	-5	284
4 - 4	54	14	39	13	7	7.0	7.2	110	105	-5	4	299
4 - 5	54	14	37	12	7	7.2	7.1	102	102	12	13	313
4 - 6	54	14	37	12	7		7.5	116	124	17	16	327
4 - 7	54	14	37	11	7		8.1	139	111	10	9	340
4 - 8	54	14	36	10	7		8.9	98	85	4	12	352
4 - 9	54	14	37	10	7		8.2	84	65	14	5	364
5 - 1	54	14	36	10		8.2	8.1	53	64	-15	1	376
5 - 2	54	14	36	12		8.1	8.2	73	76	-2	8	390
5 - 3	54	14	36	12		8.2	8.5	76	86	3	2	404
5 - 4	54	14	36	12		8.6	8.6	82	56	3	16	418
5 - 4	54	14	36	12		8.6	8.7	58		12	11	432
Лиственница 401, ветвь 13 (401 - 13 -)												
1 - 1	15	-2	39	15		4.4	4.5	180	180	20	20	15
1 - 2	15	-2	39	11		4.5	4.5	180	180	12	17	28
1 - 3	15	-2	39	16		4.8	4.8	180	180	20	14	46
1 - 4	15	-2	39	9		4.5	4.9	133	97	18	18	57
1 - 5	15	-2	39	9		4.9	4.9	132	125	12	16	68
1 - 6	15	-2	39	15		4.9	5.0	114	76	16	15	85
1 - 7	15	-2		27		5.3		74		18		114
Лиственница 401, ветвь 16 (401 - 16 -)												
1 - 1	84	-5	40	15	4				360			15
1 - 2	84	-5	40	7	4		4.0	360	230		30	24
1 - 3	84	-5	41	14	4	4.0	4.0	200	180	32	21	40
2 - 1	82	-5	38	16	4	4.2	5.5	180	125	34	27	58
2 - 2	82	-5	38	22	5	5.0	5.0	180	180	25	38	82

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 3	82	-5	39	19	5	5.0	5.0	180	180	42	33	104
2 - 4	82	-5	38	18	6	5.0	5.1	167	120	31	31	124
2 - 5	82	-5	38	22	6	4.6	5.0	104	95	31	23	148
3 - 0	80	-5	37	15	6	5.1	5.1	100	70	20	21	164
3 - 1	80	-5	36	15	6	5.4	5.0	50	62	21	21	181
3 - 2	80	-5	38	15	6	5.3		70		32		198
Лиственница 403, ветвь 4 (403 - 4 -)												
1 - 2	107	0	26	20			2.1		107		173	20
2 - 2	107	0	25	21		2.9	2.9	137	111	-74	-75	63
2 - 3	107	0	25	18		2.9	3.2	110	105	83	-68	83
2 - 4	107	0	26	15		3.0	3.0	112	93	-68	-54	100
2 - 5	107	0	26	23		2.8		96		30		125
Лиственница 403, ветвь 12 (403 - 12 -)												
1 - 1	56	-17	31	21		5.9	5.0	147	180	-19	-19	21
1 - 2	56	-17	30	21		5.8	5.8	180	179	-14	-12	44
1 - 3	56	-17	30	24		4.1	4.6	168	138	1	3	70
1 - 4	56	-17	25	20		5.6	5.6	157	141	7	7	92
1 - 6	56	-17	26	14		6.1	5.2	110	117	5	23	127
2 - 1	61	-20	26	18		5.2	6.0	112	103	-10	-17	148
2 - 2	61	-20	25	20		6.0	6.5	90	53	-8	-33	170
2 - 3	61	-20	25	17		7.0		58		-24		189
Лиственница 408, ветвь 6 (408 - 6 -)												
1 - 4	344	18	48	12	8	4.0	4.1	139	152	-46	-52	27
1 - 5	344	18	47	13	9	4.1	4.2	95		-62		42
1 - 6	344	18	46	12	9	4.2		50		-90		56
1 - 7	344	18	45	12	10	4.3	4.7	80	133	-79	-67	70
1 - 8	344	18	44	13	10	4.0	5.6	147	170	-64	-64	85
1 - 9	344	18	44	13	10	5.3	5.6	180	130	-69	-70	100
1 - 10	344	18	45	14	10	5.6	5.7	133	145	-55	-55	116
1 - 3	344	18	50	13	8	4.1	3.3	136	145	-40	-46	13
2 - 1	348	17	45	11	11	5.6	5.6	164	158	-54	-50	129
2 - 2	348	17	46	10	11	5.9	6.3	140	134			141
2 - 3	348	17	45	11	11	6.4	6.3	143	136	-31	-46	154
2 - 4	348	17	44	9	12	6.0	6.4	124	138	-32	-40	165
2 - 5	348	17	44	10	12	6.6	6.8	125	127	-42	-30	177
2 - 6	348	17	44	9	13	6.3	6.3	132	137	-38	-37	188
2 - 7	348	17	48	10	13	6.5	6.5	130	105	-29	-32	200
2 - 8	348	17	46	12	13	6.4	6.8	110	107	-29	-26	214
3 - 1	348	17	43	12	13	6.5	6.7	128	126	-38	-25	228
3 - 2	348	17	49	13	13	6.6	7.3	128	90	-23	-32	243
3 - 3	348	17	49	11	14	6.7	7.0	116	92	-36	-28	256
3 - 4	348	17	49	11	14	6.6	6.9	104	122	-29	-20	269
3 - 5	348	17	46	11	14	6.8	7.3	129	107	-25	-15	282
3 - 6	348	17	46	11	14	7.2	7.4	115	76	-18	-26	295
3 - 6	348	17	45	13	14	7.6		84		-25		310
Лиственница 408, ветвь 8 (408 - 8 -)												
1 - 1	258	-12	40	14	13	6.4	7.3	94	109	-22	10	14
1 - 2	258	-12	29	24	14	7.4		81		5		40
1 - 3	258	-12								-67	73	
Лиственница 408, ветвь 14 (408 - 14 -)												
1 - 1	353	-15	45	16	8	5.0	5.0	160	180	90	70	16
1 - 2	353	-15	46	13	8	5.0	5.0	180	180	80	75	31
1 - 3	353	-15	47	15	8	5.6	5.8	180	180	90	107	48
1 - 4	353	-15	47	15	9	5.8	5.6	157	127	100	55	65
1 - 5	353	-15	49	19	9	5.8	5.8	150	145	63	80	86
2 - 1	335	-10	47	13	9	5.8	5.5	148	114	69	90	101
2 - 2	335	-10	47	13	10	5.9	5.9	134	130	85	80	116
2 - 3	335	-10	47	16	10	5.9	7.0	118	115	75	96	134
2 - 5	335	-10	47	11	12	7.0	7.0	117	125	90	90	165

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 6	335	-10	47	10	12	7.0	7.0	152	114	105	90	117
Лиственница 409, ветвь 1 (409 - 1 -)												
1 - 1-1	0	43			3		3.0		180		75	20
1 - 1-2	0	43	48	20	3	3.0	3.0	180	124	78	80	42
1 - 2-1	0	43	48	20	3	4.0	4.0	145	168	85	80	64
1 - 2-2	0	43	47	13	3	4.0	4.0	180	180	90	90	79
3 - 2-1	0	23	52	16	4	6.0	6.5	133	133	50	45	221
3 - 2-2	0	23	53	14	4	6.5	7.0	130	132	43	46	237
3 - 2-3	0	23	55	23	4	7.0	7.0	143	150	46	50	262
4 - 1-1	0	13	53	12	5	7.0	7.0	150	135	50	50	276
4 - 1-2-1	0	13	53	12	5	8.0	8.0	135	128	40	50	290
4 - 1-2-2	0	13	53	14	5	8.0	8.3	120	140	38	46	306
4 - 2-1	0	13	52	15	5	8.4	8.3	130	115	41	49	313
4 - 2-2	0	13	52	11	5	8.3	8.5	115	107	50	53	326
4 - 2-3	0	13	52	26	5	8.5	8.5	104	84	53	65	354
7 - 1-1	0	6	55	18	7	10.5	10.0	41	57	30	35	574
7 - 1-2	0	6	56	24	7	10.5	10.0	56	55	38	45	600
7 - 2-1	0	6	56	21	7	10.5		43		46		623
8 - 1-1	0	6	57	20	8	11.0	11.0	45	37	23	22	645
8 - 1-2	0	6	56	20	8	11.5	11.5	48	65	25	32	667
8 - 2-1	0	6	57	18	8	12.0		46		30		687
2 - 1-1	0	33	48	16	3	3.0	3.5	167	140			97
2 - 1-2	0	33	49	12	3	3.5	4.0	125	88	80	80	111
2 - 1-3	0	33	46	12	3	4.0	4.0	80	110	48	69	125
2 - 2-1	0	33	46	18	3	4.0	4.5	89	69			145
2 - 2-2	0	33	47	15	3	4.5	5.0		159		50	162
2 - 2-3	0	33	48	18	4	5.5	6.0	92	95	0	35	182
2 - 2-4	0	33	49	19	4	6.0	6.0	95	145	29	55	203
Лиственница 409, ветвь 3 (409 - 3 -)												
1 - 3	140	6	38	11	2	2.5		104		-70		11
1 - 4	140	6	38	21	2	3.0		77		-77		35
Лиственница 409, ветвь 4 (409 - 4 -)												
3 - 1	114	10	45	23	3	3.5	4.0	180	180	48	38	23
3 - 2	114	10	45	19	3	4.0	4.0	180	162	33	43	44
3 - 3-1	114	10	45	20	4	4.0	3.8	124	129	45	60	66
3 - 3-2	114	10	46	13	4							81
3 - 4	114	10	46	23	4	4.0	4.1	122	68	52	65	106
4 - 1	114	10	46	17	4	4.2	4.5	75	42	62	38	125
4 - 2	114	10	46	12	5	4.5		40		30		139
4 - 4	114	10	46	16	5		4.9		110		32	172
5 - 1	114	10	45	10	6	5.0	5.0	95	85	38	39	184
5 - 2	114	10	45	9	6	5.2	5.2	90	100	31	55	195
5 - 3	114	10	45	7	6	5.4	5.5	110	84	56	15	204
5 - 4	114	10	46	16	6	5.6		80		-10		222
6 - 1	114	10	47	15	6	5.7	5.9	85	86	-15	20	239
6 - 2	114	10	47	16	6	6.0	6.0	92	73	16	31	257
6 - 3	114	10	47	19	7	6.0	6.0	88	95	20	48	278
6 - 4	114	10	47	16	7	6.0	6.0	66		28		296
Лиственница 409, ветвь 5 (409 - 5 -)												
2 - 2-1	350	0	49	15	3		4.0		85		40	15
2 - 2-2	350	0	45	20	3	4.0	4.4	73	80	40	45	37
3 - 2	350	0	49	18	3	4.4	4.4	180	100	25	45	77
3 - 3	350	0	48	20	4	5.0	5.4	165	115	80	-4	99
4 - 1	350	0	49	16	4	5.5	5.5	105	95	3	10	117
4 - 2	350	0	52	16	4	6.0		95		-8		135
Лиственница 411, ветвь 1 (411 - 1 -)												
2 - 1	0	5	33	15	1	2.0	2.0	144		-25		0
3 - 2-2	0	5	45	33	4		3.0		148		24	33
4 - 1-1	0	5	48	3	6	3.5	3.5	220	224	26	-15	38

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
4 - 1-2	0	5	44	20	7	3.7	3.7	180	180	13	25	60
4 - 1-3	0	5	44	18	7	3.7	3.7	180	180	23	25	80
4 - 2	0	5	43	26	7	3.8	3.9	200	160	28	15	108
5 - 1-1	350	5	46	4	8	4.0	3.5	106	101	0	21	114
5 - 1-2	350	5	42	23	8	4.0	3.5	155	96	18	3	139
5 - 1-3	350	5	44	15	8	4.0	4.5	113	122	21	6	156
5 - 2-1	350	5	44	15	8	4.3	5.0	148	134	7	-2	173
5 - 2-2	350	5	44	19	9	4.8	5.4	125	103	-15	-1	194
5 - 2-3	350	5	44	9	9	5.0	6.0	97	145	17	10	205
6 - 1-1	330	5	43	9	8	5.0	6.0	156	291	1	-12	216
6 - 1-2	330	5	45	29	8	5.0	6.0	138	97	-3	12	247
6 - 2	330	5	43	21	9	6.0		102		7		268
7 - 1-1	330	5	43	30	11	7.0		177		12		300
7 - 1-2	330	5	44	15	11	7.0	7.0	140	90	34	5	311
7 - 1-3	330	5	46	19	11	7.0	6.0	93	64	2	-3	338
7 - 2-1	330	5	46	15	11	6.5	6.0	74	35	-11	-28	355
7 - 2-2	330	5	45	17	11	7.0	6.5	61	66	-15		374
Лиственница 411, ветвь 3 (411 - 3 -)												
1 - 1-3	45	15	30	20	1		2.0		95		-40	
2 - 2-1	45	15	43	25	7		3.4		206		52	25
2 - 2-2	45	15	38	25	7	3.0	3.0	245	138	34	38	52
3 - 1-1	45	15	34	20	7	3.0	3.2	130	105	40	52	74
3 - 1-2	45	15	35	14	7	3.4	3.4	68	120	52	28	90
3 - 1-3	45	15	36	18	7	3.0	3.6	72	105	26	30	110
3 - 2	45	15	37	35	8	3.6	3.8	65	50	58	43	147
Лиственница 419, ветвь 1 (419 - 1 -)												
1 - 1	97	25	50	33	4		3.4		130		-3	0
1 - 2	97	25	47	34	5	3.7		158		-26		34
2 - 1	78	30	49	32	5	4.5	4.5	116	180	0	0	100
2 - 2	78	30	51	23	5	4.6	4.7	154	180	15	12	125
2 - 3	78	30	51	32	5	4.7	5.0	180	118	13	11	159
Лиственница 419, ветвь 2 (419 - 2 -)												
1 - 3	307	50	45	11	6	5.0	5.0	360	123		40	11
1 - 4	307	50	45	29	7	5.0	5.0	137	125	33	30	42
2 - 1	318	55	43	30	7	5.5	5.5	94	112	30	13	74
2 - 2	318	55	44	25	8	5.5	6.0	100	113	24	18	101
2 - 3	318	55	42	27	8	6.5	6.3	135	123	23	10	130
2 - 4	318	55	41	29	8	6.5	7.0	103	55	15	-4	161
2 - 5	318	55	41	28	9	7.0	7.2	90	78	-3	12	191
2 - 6	318	55	40	26	10	7.2	8.3	66	54	18	25	219
3 - 1	318	55	44	18	10	8.0	8.0	69	78	35	38	239
3 - 2	318	55	42	20	10	8.0	8.0	88	95	40	26	261
3 - 3	318	55	45	18	11	8.1	8.5	80	74	30	25	281
3 - 4	318	55	44	22	11	8.3	8.7	85	83	24	38	305
4 - 1	318	50	43	23	11	8.6	8.9	100	71	28	52	330
4 - 2	318	50	45	27	12	9.5	9.0	77	40	54	40	359
4 - 3	318	50	44	33	12	9.5	10.0	63	63	35	25	394
5 - 1	318	50	49	11	12	10.0		68		42		407
Лиственница 419, ветвь 3 (419 - 3 -)												
2 - 1	150	15	38	19	4	2.7		145		-67		19
Лиственница 419, ветвь 5 (419 - 5 -)												
1 - 1	182	25	50	28	2		3.6		360			28
2 - 1	177	20	53	29	3	3.5	3.0	360	180		23	59
2 - 2	177	20	54	27	4	3.5	3.8	180	180	5	2	88
2 - 3	177	20	50	38	4	4.0	4.2	180	180	0	-10	128
3 - 1	187	15	53	32	5	4.4	5.0	160	130	-3	4	162
3 - 2	187	15	55	28	6	5.0	5.6	102	70	2	-10	192
3 - 3	187	15	53	26	6	5.5	5.7	90	102	-18	3	220
4 - 1	185	15	51	25	6	6.0		70		6		247

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 419, ветвь 6 (419 - 6 -)												
1 - 1	172	15			3		3.0	360	275		35	0
1 - 2	172	15	44	29	3	3.0	3.0	180	85	48	50	31
1 - 3	172	15	40	24	4	3.0		75	85	60		57
2 - 2	189	20	43	21	5		5.0		65		-62	80
3 - 1	187	20	45	27	6	5.3	5.5	110	110	-30	-35	109
3 - 3	187	20	45	20	6	5.2	5.1	70	104	-27	10	131
4 - 1	189	20	45	35	6	6.0		110		-3		168
Лиственница 419, ветвь 7 (419 - 7 -)												
1 - 1	96	15	42	22	2		5.0		125		-23	22
1 - 2	96	15	48	18	3	5.5	6.0	125	154	-10	-9	42
1 - 3	96	15	46	26	3	5.6	5.5	180	132	-14	-5	70
2 - 1	96	15	40	26	3	6.0		136		-12		98
2 - 2	96	15	39	21	4	6.0	5.6	75	36		3	121
2 - 4	96	15	40	19	4	6.4	6.2	70	107	-5	15	168
3 - 1	82	15	40	21	4	6.5		80		27		191
Лиственница 419, ветвь 8 (419 - 8 -)												
2 - 2-1	174	10	51	17		4.8	4.8	139	104	-64	-36	17
2 - 2-2	174	10	50	22		4.8	5.8	112	132	-28		41
3 - 1	176	10	51	25		5.4	5.4	114	130	-43	-56	68
3 - 2	176	10	51	22		5.4	5.4	139	130	-47	-53	92
3 - 3	176	10	50	31		5.4	5.4	128	130	-64	-58	125
4 - 1	176	10	49	25		6.0	6.5	117	120	-49	-50	152
4 - 2	176	10	48	26		7.0	7.0	120	101	-60	-65	180
Лиственница 419, ветвь 9 (419 - 9 -)												
2 - 1	161	15	55	26	8		5.8		115		-6	26
2 - 2	161	15	55	36	8	6.3	6.6	121	120	-15	-10	64
2 - 3	161	15	55	25	8	6.5		136		-5		91
3 - 1	161	15	55	25	9		7.3		54		-6	118
3 - 2	161	15	55	34	9	7.3		72		-10		154
Лиственница 420, ветвь 2 (420 - 2 -)												
2 - 1	358	10	56	19	3	4.0	4.0	131	129	-79	-70	83
2 - 2	358	10	58	18	4	4.2	4.9	115	125	-67	-77	103
2 - 3	358	10	56	18	4	5.0	5.0	108	128	-69	-54	123
2 - 4	358	10	58	29	4	5.0	5.0	90	145	-63	-53	154
3 - 1	2	10	57	25	4	5.0	5.0	124	124	-60	-61	181
3 - 2	2	10	58	28	4	5.0	5.0	85	73	-35	-58	211
3 - 3	2	10	60	38	4	5.0	5.2	83	90	-57	-61	251
4 - 1	7	10	61	30	4	5.5	5.6	90	50	-59	-62	283
4 - 2	7	10	59	29	5	5.6	5.9	90	43	-59	-63	314
4 - 3	7	10	60	32	5	5.9		25		-60		348
1 - 2	349	10	55	30	3		4.0		132		-66	30
1 - 3	349	10	55	30	3	4.0	4.2	133	147	-72	-70	62
Лиственница 420, ветвь 4 (420 - 4 -)												
3 - 3	68	0	47	15	2		3.0		160		-60	15
3 - 4	68	0	47	15	2	3.0	3.4	170	180	-47	-51	32
3 - 5	68	0	47	28	2	3.4	3.1	180	90	-56	-67	62
4 - 1	68	0	48	18	2	3.0	3.5	100	103	-61	-69	82
4 - 2	68	0	48	19	2	3.5		82		-65		103
4 - 3	68	0	48	15	3	3.4	3.4	79	94	-64	-77	120
4 - 4	68	0	49	19	3	3.5	4.2	123	97	-71	-77	141
5 - 1	64	0	52	15	3	4.0	4.4	92	130	-86	-105	158
5 - 2	64	0	52	13	3	4.5	4.5	95	105	-90	-81	173
5 - 3	64	0	51	18	3	4.1	4.4	123	135	-90	-110	193
5 - 4	64	0	51	15	3	4.4		130		-90		208
6 - 1	62	0	50	22	3		4.5		100		-118	249
6 - 2	62	0	50	18	4	4.5	4.8	103	105	-110	-135	269
6 - 3	62	0	50	16	4	5.0	5.0	110	120	-140	-135	287
6 - 4	62	0	50	18	4	5.0	5.0	110	116	-138	-148	307

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 421, ветвь 1 (421 - 1 -)												
2 - 1	237	35	48	32	3	2.0	2.1		94		-17	32
2 - 2	237	35	48	22	3	2.0	2.5	84	102	-23	1	56
2 - 3	237	35	47	28	3	2.6	2.8	119	81	-14	-30	86
3 - 1	244	30	44	24	3	3.1	3.5	93	118	-29	-3	112
3 - 2	244	30	45	24	3	4.0	3.5	112	87	-8	-12	138
3 - 3	244	30	47	24	4	3.7	4.5	85	122	-22	-2	164
4 - 1	244	30	46	27	4	4.9	4.9	117	113	-7	-1	193
4 - 2	244	30	45	28	4	5.0	4.5	180	55	-8	-20	223
4 - 3	244	30	47	26	4	5.0	5.0	81	76	-20	-22	251
5 - 1	244	30	45	19	4	5.5	5.6	93	91	-18	-1	272
5 - 2	244	30	45	27	4	5.6	5.6	93	88	1	-10	301
5 - 3	244	30	46	34	4	6.0	6.5	92	104	-9	-6	337
6 - 1	260	30	47	20	4	6.6	6.6	87	98	-13	6	359
6 - 2	260	30	47	18	4	6.7	6.8	79		8		379
6 - 3	260	30	49	17	4	6.7	6.8		82		21	398
Лиственница 421, ветвь 2 (421 - 2 -)												
1 - 1-2	268	30	61	9	3			41		-4		26
1 - 2-1	268	30	60	17	3	3.0	2.7	96	142	126	56	45
1 - 2-2	268	30	58	13	3	3.4	3.2	180	180	47	38	60
1 - 2-3	268	30	57	17	3	3.0	3.0	180	100	41	60	79
2 - 1	256	20	56	21	3	3.6	3.7	118	95	50	60	102
2 - 2	256	20	55	16	3	3.4	3.4	90	136	60	45	120
2 - 3	256	20	55	15	3	3.8	4.6	105	59	43	40	136
2 - 4	256	20	55	21	3	5.9	4.8	67	62	43	60	159
3 - 1	248	15	52	21	4	4.8	4.7	57	103	62	1	182
3 - 2	248	15	55	19	4	4.4	4.7	83	88	38	44	203
3 - 3	248	15	55	16	4	5.9	4.9	92	80	45	42	221
3 - 4-1	248	15	53	15	4	5.8	5.9	85	42	38	35	238
3 - 4-2	248	15	57	6	4	5.4	5.7	67	68	32	56	246
4 - 1	250	10	56	29	4	5.2	5.3	122	113	32	35	277
4 - 2	250	10	57	25	4	5.0		124		37		304
4 - 3	250	10	56	25	4							331
5 - 1	261	10	56	18	5	8.0	7.7	38	58	15	3	351
5 - 2	261	10	56	11	5	6.0	6.1	40	83	4	34	364
5 - 3	261	10	57	17	5	6.2	6.3	54		46		383
5 - 4	261	10	60	23	5	8.5	8.0	55		22		408
6 - 1	265	10	57	19	5	6.0	8.0	81	60	25	13	429
6 - 2	265	10	57	17	5	8.3	8.1	54	99	21	22	458
6 - 3	265	10	56	20	5	8.0	8.0	65	40	22	32	470
6 - 4	265	10	57	20	5	8.3	8.5	35		29		492
Лиственница 421, ветвь 3 (421 - 3 -)												
1 - 2	175	40	61	22	1		2.0		117		-62	22
2 - 1	175	25	52	17	1	2.9	3.0	117	153		-40	63
2 - 2-1	175	25	56	20	1	2.0		119		-38		106
3 - 2	0	0	58	20	2		3.4		96		-30	174
3 - 3	0	0	59	17	2	3.1	3.2	162	132	-33	-30	193
3 - 4	0	0	58	17	3	3.4	3.5	129	115	-34	-38	212
4 - 1-1	170	20	59	19	3	3.8	3.9	127	119	-39	-40	233
4 - 1-2	170	20	58	21	3	4.0	4.1	128	107	-49	-37	256
4 - 2-1	170	20	59	17	3	4.1	4.2	122	112	-39	-40	275
4 - 2-2	170	20	60	20	3	4.1		117		-49		297
Лиственница 421, ветвь 5 (421 - 5 -)												
2 - 3	186	30	53	26	1		2.0		133		-2	26
3 - 1	186	20	59	25	2	1.9	2.0	117	83	2	-5	53
3 - 2	186	20	56	25	2		2.1		119		15	80
3 - 3	186	20	57	29	2	2.2	2.2	122		-59		111
Лиственница 501, ветвь 2 (501 - 2 -)												
2 - 1	140	0	24	16	7	5.5			73		78	78

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
2 - 2	140	0	25	20	7		5.4		134		55	100
2 - 3	140	0	25	24	7	5.6	5.6	150	150	58	60	126
1 - 2	140	0	26	21	7		5.3		132		54	21
1 - 3	140	0	28	19	7	4.9	5.0	109	100	63	63	42
1 - 4	140	0	28	16	7	5.2	5.0	101	82	66	58	60
3 - 1	140	0	25	15	7	5.2		118		70		143
3 - 2	140	0	29	20	7		6.3		64		60	165
3 - 3	140	0	25	21	7	7.0	6.2	73	83	43	59	188
Лиственница 601, ветвь 7 (601 - 7 -)												
1 - 1	179	-16		24			5.1		200		0	24
1 - 2	179	-16	32	17		6.0	6.4	218	180	-22	-8	43
3 - 1	179	-11	37	15	7		8.2		90		-17	69
3 - 2	179	-11	38	17	7	8.2	8.2	83	59	-17	-11	88
3 - 3	179	-11	38	15	7	8.0		43		6		105
Лиственница 601, ветвь 18 (601 - 18 -)												
1 - 2	179	-10	34	13	4		4.9		135		-15	13
1 - 3	179	-10	32	16	4	5.0	4.0	160	180	4	-29	31
1 - 4	179	-10	32	16	4	4.5	4.5	180	146	-26	-25	49
Лиственница 601, ветвь 21 (601 - 21 -)												
1 - 1	185	-24			6	6.4	4.4	180	180	-69	-60	20
1 - 2	185	-24			6	4.5	2.2	180	142	-53	-50	42
2 - 1	200	-6	38	22	6	5.2	4.2	106	67	-48	-36	66
2 - 2	200	-6	37	33	6	4.8		53		-26		101
2 - 3	200	-6	36	17	6		6.3		87		-52	120
2 - 4	200	-6	36	12	6	6.1	6.3	90	72	-48	-45	134
2 - 5	200	-6	36	16	6				87		-33	152
3 - 1	193	-4	38	34	6	6.1		86		-13		188
Лиственница 703, ветвь 1 (703 - 1 -)												
2 - 1	25	15	50	8	2	3.0	2.6	180	180	39	41	8
2 - 2	25	15	50	12	2	2.7	3.0			44	28	22
2 - 3	25	15	51	11	2	3.0	2.8	180	115	24	24	35
2 - 4	25	15	50	13	2	2.6	3.1	137	135	29	25	50
2 - 5	25	15	50	22	2	3.1	3.1			16	12	74
2 - 6	25	15	50	22	2	3.5	3.6	95	180	0	-6	98
2 - 7	25	15	52	11	2	3.5	3.9			-9	0	111
2 - 8	25	15	53	12	2	3.9	3.9	200	215	-1	-6	12
2 - 9	25	15	52	12	2	3.9	3.9	180	180	0	6	139
2 - 10	25	15	53	15	3	3.9	4.5			-14	-6	156
2 - 11	25	15	55	15	3	5.0	4.7			4	6	173
2 - 12	25	15	53	17	3	4.6	5.0			6	-5	192
2 - 13	25	15	53	17	3	5.1		110		0		211
Лиственница 703, ветвь 6 (703 - 6 -)												
2 - 1	97	20	43	22		3.6	4.0	126	102	-57	-55	22
2 - 2	97	20	43	28		4.0	4.0	85	106	-45	-49	52
2 - 3	97	20	43	24		4.5		90		-50		78
1 - 5	97	20						85		-40		
Лиственница 703, ветвь 7 (703 - 7 -)												
2 - 2	132	8	50	34	5		6.7		90		-19	34
2 - 3	132	8	52	30	5	6.4	6.4	80	130	-23	-1	66
2 - 4	132	8	50	30	5	6.3	7.3	145	120	-8	-5	98
2 - 5	132	8	50	30	5	6.4	7.0	155	145	0	-6	130
2 - 6	132	8	50	28	5	7.0	7.3	130	90	-3	-1	160
Лиственница 703, ветвь 15 (703 - 15 -)												
2 - 1			42	23	2	6.0	6.0	96	180	-59	-47	23
3 - 1	222	5	42	15		6.0	6.4	140	140	-45	-41	40
3 - 2	222	5	42	17		6.0	6.0	180	180	-45	-39	59
3 - 3	222	5	40	18		6.0	6.3	130	120	-38	-49	79
Лиственница 706, ветвь 8 (706 - 8 -)												
1 - 1	38	11	30	15	5		3.0		94		0	15

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
1 - 2	38	11	28	18	6	3.0	3.0	120	112	-20	10	35
1 - 4	38	11	25	18	7	4.0	4.4	90	91	6	15	75
1 - 5	38	11	28	15	8	4.3	4.2	115	145	15	30	92
1 - 6	38	11	29	16	9	4.3	4.7	147	132	35	14	110
1 - 7	38	11	33	15	9	4.5	5.0	156	136	6	9	127
2 - 1	38	11	28	19	10	5.0	6.0	138	81	11	17	148
2 - 2	38	11		20	11	6.0		66		25		170
Лиственница 706, ветвь 2 (706 - 2 -)												
1 - 1	165	0	35	30	8		2.5		218		-90	30
1 - 2	165	0	29	14	9	2.5	2.5	180	165	-90	-67	46
1 - 3	165	0	29	14	9	2.5	2.5	180	143	-76	-74	62
1 - 4	165	0	23	14	9	2.5		123		-72		78
Лиственница 707, ветвь 3 (707 - 3 -)												
1 - 1	230	0	35	21	4		5.0		40		5	21
2 - 1	230	0	34	23	4	5.0	5.0	150	125	-5	3	46
2 - 2	230	0	32	24	4	5.0	5.0	133	95	16	20	72
2 - 3	230	0	30	24	7	5.0	5.0	110	89	10	11	98
3 - 2	230	20	33	20	7		6.0		38		70	140
3 - 3	230	20	33	22	7	6.0	6.0	49	77	72	49	164
3 - 4	230	20	32	22	8	7.0	7.0	77	81	39	109	188
4 - 3	230	15	34	28	9	6.2	7.0	50	40	89	5	256
4 - 4	230	15	33	25	9	7.0	8.0	30		57		283
5 - 1	230	15	37	16	10	9.0		46		15		301
Лиственница 707, ветвь 4 (707 - 4 -)												
1 - 3	305	30	34	21	6		7.0		63		-11	
1 - 4	305	30	36	21	7	7.0		80		0		
4 - 2	305	30			10			360				
4 - 3	305	30	37	22	11		8.6		34		40	
4 - 4	305	30	37	21	11	8.7	9.4	44	42	43	60	
5 - 2			37	25	13		10.4		36		46	
6 - 1	305	30	40	21	13	10.5		36		40		
6 - 2	305	30			13							
6 - 3	305	30	39	20	13	9.1	9.1	11	21	12	-24	
7 - 2	305	20	38	19	14	10.1	10.1	27	53	-1	-5	
7 - 3	305	20	37	23	15	10.1	10.1	58	120	6	5	
7 - 4	305	20	40	22	15	10.1	10.1	136	49	4	32	
8 - 1	305	10	37	22	16	10.2	10.2	34		34		
8 - 2	305	10	37	22	16		10.2		93		15	
8 - 3	305	10	39	25	16	10.2	10.2	16	13	18	14	
8 - 4	305	10	39	25	17	10.2		12		28		
9 - 3	305	10	39	21	17		10.2		37		-30	
9 - 4	305	10	40	26	17	10.4		56		-21		
Лиственница 707, ветвь 10 (707 - 10 -)												
1 - 1	325	0	31	24	3		2.3		147		-30	24
1 - 2	325	0	31	28	3	3.0	3.8	152	125	-40	-50	54
1 - 3	325	0	29	22	3	4.0	3.3	186	230	-38	-90	80
1 - 4	325	0	31	19	3	3.5	3.4	230	116	-90	-32	101
2 - 1	325	0	30	27	3	3.4	3.4	140	128	-55	-71	130
2 - 2	325	0	33	27	4	3.6		47		-54		159
4 - 1	325	0	35	16	5	5.0	5.0	42	20	-65	-48	257
4 - 3	325	0	33	20	6	5.5	5.5	65	118		-70	299
4 - 4	325	0	34	19	6	5.5	6.0	120	70	-72	-74	320
5 - 1	325	0	32	23	6	5.8		64		-62		345
Лиственница 708, ветвь 6 (708 - 6 -)												
5 - 1	5	-17	37	21	12	5.0	5.0	180	55			21
5 - 2	5	-17	36	18	12	4.5	4.5	155	60	68	77	41
5 - 3	5	-17	38	23	12	6.0	6.0	70	180	68		66
5 - 4	5	-17	37	29	12	4.5	6.0	81	167		33	97

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
6 - 1	5	-17	37	25	13	7.0	6.0	42		48		124
7 - 2	5	-17	40	22	12	14.5	14.0	26	18	-15	-61	
7 - 3	5	-17	41	20	12		14.0		29		6	
Лиственница 708, ветвь 7 (708 - 7 -)												
1 - 1	345	-17	50	29	4		6.0		139		1	29
1 - 2	345	-17	51	23	5	6.0	6.0	190	180	7	25	54
1 - 3	345	-17	49	21	6	6.0	6.0	263	288	10	-45	77
1 - 4	345	-17	48	22	6	6.0	6.0	280	305	-55	-55	101
2 - 1	345	-10	47	32	6	7.0	7.0	325	280	-64	-43	135
2 - 2	345	-10	44	26	6	7.0	7.0	180	180	20	-25	163
2 - 3	345	-10	43	26	6	7.0	7.0	208	245	-22	-66	191
2 - 4	345	-10	45	27	6	7.0	8.0	203	180	-10	-12	220
4 - 1	325	-5	47	27	7	9.0	10.0	120	90	-22	-23	351
4 - 2	325	-5	47	26	7	10.0	10.0	140	157	-24	-15	379
4 - 3	325	-5	51	22	8	9.0	9.0	135	115	-16	-18	403
4 - 4	325	-5	46	26	8	10.0	10.0	118	99	-10	-32	431
5 - 1	325	-5	50	24	8	11.0	11.0	64	94	-13	-15	457
5 - 2	325	-5	52	23	8	10.0	10.0	89	45	-15	17	482
5 - 3	325	-5	51	26	9	10.5	11.0	52		-5		510
3 - 1	345	-10	45	24	6	8.0	8.0	180	207	-25	-33	246
3 - 2	345	-10	46	26	7	7.0	7.0	217	207	-7	-36	274
3 - 3	345	-10	48	23	7	8.0	8.0	214	217	-30	-12	299
3 - 4	345	-10	48	21	7	8.0	8.0	214	203	-10	-12	322
Лиственница 708, ветвь 9 (708 - 9 -)												
2 - 1	355	-15	42	25	4		3.0		210		73	25
2 - 2	355	-15	45	28	4	3.5	3.5	220	215	67	80	55
2 - 3	355	-15	45	25	4	3.6	4.0	250	196	73	70	82
3 - 1	355	-15	44	21	5	4.5	4.0	180	156	78	65	105
3 - 2	355	-15		25	5							132
3 - 3	355	-15	45	20	5	5.3	5.3	121	112	60	50	154
3 - 4	355	-15	44	22	5	5.0	5.5	80	125	52	65	178
4 - 1	355	-15	45	25	6	5.0	5.2	103	76	63	53	205
4 - 2	355	-15	44	25	6	5.4	5.5	92	95	50	90	232
4 - 3	355	-15	44	25	7	5.5	6.0	90	30	80	80	259
4 - 4	355	-15	44	23	7	5.8	5.9	48		65		284
Лиственница 708, ветвь 10 (708 - 10 -)												
1 - 1	327	10	51	28	6				80		-68	28
1 - 2	327	10	50	20	6	4.4	4.3	150	168	-70	-62	50
1 - 3	327	10	42	27	6	4.5	5.0	145	103	-63	-49	79
2 - 1	327	10	41	20	7	5.0	5.0	103	121	-43	-35	101
2 - 2	327	10	42	22	8	5.0	4.8	150	123	-40	-18	125
2 - 3	327	10	42	22	8	5.0	5.4	72	105	-58	-77	149
2 - 4	327	10	44	24	8	6.0	5.5	72	112	-54	-68	175
3 - 1	320	5	43	28	9	5.5	6.2	117	140	-60	-68	205
3 - 2	320	5	43	21	9	6.5	6.5	136	93	-64	-65	228
3 - 3	320	5	44	21	9	7.0	6.0	140	116	-53	-59	251
3 - 4	320	5	42	23	9	7.0	7.0	89	100	-72	-77	276
4 - 1	310	5	43	20	9	6.2	7.0	75	57	-70	-54	298
4 - 2	310	5	43	16	10	6.5	6.3	50		-44		316
Лиственница 708, ветвь 11 (708 - 11 -)												
1 - 3			43	17	2		2.5		205		-53	66
1 - 4			42	24	3	2.5	3.0	195	125		-35	92
2 - 1	270	7	43	24	3	2.5	3.0	174	110	-34	-43	118
2 - 2	270	7	41	18	3	3.5	3.5	200	170	-50	-30	138
2 - 3	270	7	41	17	3	3.5	4.0	170	190	-48	-40	157
2 - 4	270	7	43	20	4	4.0	4.0	115	160	-40	-34	179
2 - 5	270	7	44	23	4	4.0	4.0	143	188	-26	-38	204
3 - 1	270	7	41	20	4	4.0	4.0	135	118	-43	-57	226
3 - 2	270	7	41	21	5	4.5	5.0	167	121	-42	-28	249

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
3 - 3	270	7	41	17	5	5.0	5.0	123	122	-9	-29	268
3 - 4	270	7	41	23	5	5.0	5.5	130	103	3	-19	293
3 - 5	270	7	40	23	5	5.0		78		-3		318
4 - 1	270	7	40	27	6		6.0		60			347
4 - 2	270	7	40	31	6	6.0	6.0	92	91	-17	-34	380
5 - 1	270	7	42	27	6	6.4	6.6	91	94	-33	-22	409
5 - 2	270	7	44	22	7	7.0	7.0	100	100		-25	433
5 - 3	270	7	43	22	7	7.5	8.0	63	90	-8	-35	457
5 - 4	270	7	43	26	7	8.0	7.5	63	82	-2	-15	485
6 - 1	270	7	43	22	7	8.0	8.0	60	73	-8	-42	509
6 - 2	270	7	42	22	7	8.0	8.5	76	93	-30	-23	533
6 - 3	270	7	42	24	8	8.0	8.3	100	108	-20	-17	559
6 - 4	270	7	43	28	8	8.2	8.5	90	63	-15	-47	589
7 - 1	270	7	44	22	8	8.8		49		-25		613
Лиственница 708, ветвь 12 (708 - 12 -)												
1 - 1	335	20	55	29	3		5.0		145		-30	29
1 - 2	335	20	55	40	6	5.0	5.0	155	160	-40	-45	71
2 - 1	335	20	50	28	6	5.0	5.0	160	155	-40	-35	101
2 - 2	335	20	49	26	6	5.0	5.0	142	150	-40	-43	129
2 - 3	335	20	48	24	6	5.0	5.0	146	138	-34	-12	155
2 - 4	335	20	50	19	7	6.0	6.0	151	109	-12	-1	176
3 - 1	335	20	47	28	7	6.0	6.0	108	138	-10	-3	206
3 - 2	335	20	48	29	6	6.8	7.5	140	140	-50	-30	237
3 - 3	335	20	50	27	8	7.0	7.0	140	170	-30	-20	266
4 - 1	340	20	47	24	8	8.0	8.0	158	150	-22	-17	292
4 - 2	340	20	47	22	8	8.0	8.0	140	122	-17	-7	316
4 - 3	340	20	45		7	8.0	8.0	122	110	-9	-11	336
4 - 4	340	20	44		8	8.5	8.5		85		-12	356
5 - 1			45	29	8	8.0	8.0	102	149	4	-22	387
Лиственница 708, ветвь 13 (708 - 13 -)												
1 - 2	105	-20	34	24	8	6.0	6.0	255	240	-66	-21	24
1 - 3	105	-20	29	21	8	7.0	7.0	237	203	-30	-1	47
2 - 1	105	-20	45	22	8	7.0	7.0	270	188	7	51	71
2 - 2	105	-20	42	29	9	8.0	8.0	136	118	12	9	102
2 - 3	105	-20	43	30	9	8.5	8.5	122	77	10	10	134
3 - 1	105	-20	43	31	10	9.0	8.0	111	68	-4	10	167
3 - 2	105	-20	40	28	10	8.5	8.5	82	77	10	0	197
3 - 3	105	-20	37	31	10	8.0		75		3		230
Лиственница 708, ветвь 14 (708 - 14 -)												
2 - 1	244	20	58	31	3	3.0		109		73		51
1 - 2	244	20	40	18	3		3.0		93		-74	18
Лиственница 711, ветвь 2 (711 - 2 -)												
2 - 1-1	160	5	35	15	5	2.6		85		109		15
2 - 1-2	160	5	37	10	5		2.0		138		73	27
2 - 1-3	160	5	35	19	5	2.2	2.2	150	92	90	70	48
Лиственница 711, ветвь 3 (711 - 3 -)												
1 - 3	250	7	35	20	5	3.3	3.3	105	140	-10	15	20
2 - 1	250	7	35	12	6	3.2	3.4	129	120	-5	10	34
2 - 2	250	7	35	15	6	3.3	3.5	138	180	-16	-3	51
2 - 3	250	7	40	15	6	3.5		155		0		68
2 - 4	250	7	37	17	7		3.5		56		0	87
2 - 5	250	7	35	20	7	3.9	4.0	58	59	-6	5	109
Лиственница 711, ветвь 6 (711 - 6 -)												
2 - 3	190	23	27	17	4		8.0		135		-43	17
2 - 4	190	23	30	12	4	8.0		133		-60		31
3 - 1	190	23	30	15	4	1.5	2.0	80	133	-70	-60	48
3 - 2	190	23	30	13	5	2.5		112		-50		63
3 - 3	190	23	30	15	5	3.0	2.7		142		-40	78
3 - 4	190	23	32	15	5	3.0	4.0	130	103	-45	-27	95

№ спица	$\alpha$	$\beta$	t	D	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\chi$
Лиственница 801, ветвь 5 (801 - 5 -)												
1 - 5-1	140	-10	22	20	6	3.0		67		-95		20
1 - 5-3	140	-10	21	19	7		3.5		88		-108	61
1 - 5-5	140	-10	22	20	8		4.0		81		-102	103
2 - 6-1	152	10	21	28	9	4.4		77		-97		133
Лиственница 801, ветвь 7 (801 - 7 -)												
1 - 1	140	-15	27	43	6		5.0		94		2	27
1 - 2	140	-15	22	44	6	4.0		105		-24		51
Лиственница 801, ветвь 8 (801 - 8 -)												
1 - 2	45	-20	35	33	4		2.5		134		-77	33
2 - 1	45	30	35	20	4	2.0	2.5	123	109	-90	-71	55
2 - 2	45	30	37	22	4	3.0	2.5	115		-103		79
2 - 3	45	30	35	24	5	3.0	3.0	122	114	-110	-108	105
2 - 4	45	30	34	40	6	3.0		100		-100		125
3 - 1	45	30	43	37	6	3.0		135		-116		164
Лиственница 802, ветвь 5 (802 - 5 -)												
1 - 2	115	10	25	20	3		2.0		180		17	20
1 - 3	115	10	24	22	3	2.0	2.2	220	151	-10	-10	44
1 - 4	115	10	25	23	4	2.1	2.3	143	140	-7	4	69
2 - 1	115	10	25	32	4	2.7	2.7	85	160	-10	-5	99
2 - 2	115	10	27	25	5	2.7	3.2	180	124	-14	12	126
2 - 3	115	10	27	29	5	3.5	3.5	115	92	0	13	157
3 - 1	115	10	27	28	6	3.5	3.5	83	90	5	-2	187
3 - 2	115	10	25	25	6	3.5	4.0	87	70	7	23	214
3 - 3	115	10	29	23	6	4.0		96		20		239
Лиственница 802, ветвь 7 (802 - 7 -)												
1 - 2	190	30	20	30	3	2.2	2.7	110	130	95	75	30
1 - 3	190	30	20	30	4	2.5	3.0	145	96	67	76	62
2 - 1	180	30	20	25	5	4.0	4.0	94	98	75	72	89
2 - 2	180	30	19	26	6	4.0	4.0	110	78	54	69	117
2 - 3	180	30	20	25	6	4.0		90		57		114

Интерпретация результатов исследований затруднена вследствие изменения пространственного положения ветвей из-за предполагаемого их изгиба книзу за время, прошедшее с 1908 года. Важным параметром при термодинамических расчетах является толщина коры ветви. В табл. 4 приведены результаты измерений геометрических параметров ветвей лиственниц и толщин коры, выполненных в 1979 и 1980 году.

Измерения угла наклона ветви проводилось через каждые 10 см, измерения диаметров ветвей проводилось на середине каждого дециметрового участка ветви. Измерения наклона участков ветви проводилось относительно отвеса, не срезая ветвь со ствола. На рис.3 показана схема измерений изгибов ветвей.

Описание таблицы 4:

N - номер ветви

K - порядковый номер от ствола дециметрового отрезка ветви

$\Omega$  - угол наклона участка ветки относительно отвеса;

D<sub>1</sub> - диаметр середины участка ветки в коре (среднее значение по двум измерениям)

D<sub>2</sub> - диаметр середины участка ветки без коры (среднее значение по двум измерениям)

**Таблица 4 – Измерения изгибов ветвей лиственниц**

Дерево 1											
Высота - 12 м. высота начала кроны 3.5 м.											
Привязка: Левый берег Чуни в 500 метрах от пос. Муторай выше по течению											
K	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$\Omega$	77	80	88	81	76	83	70	65	86	106
	D <sub>1</sub>		19.7	15.3	15.1	13.7	18.0		11.8	16.2	10.4
	D <sub>2</sub>		16.5	12.1	13.3	11.5	15.0		8.5	13.2	8.3
2	$\Omega$	80	78	90	85	80	87	74	63	94	103
	D <sub>1</sub>		19.0	14.0	15.0	13.7	16.7		10.1	13.8	10.2
	D <sub>2</sub>		16.2	12.4	12.8	11.3	14.2		8.2	11.2	8.1
3	$\Omega$	76	82	39	82	84	85	86	67	93	96
	D <sub>1</sub>		17.3	13.3	14.2	11.9	16.5		9.9	12.8	8.6
	D <sub>2</sub>		14.4	11.0	12.1	10.2	13.5		7.9	11.0	7.0

K	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	$\Omega$	83	88	90	86	90	87	85	74	93	95
	$D_1$		15.1	12.7	14.4	11.1	14.7		8.7	11.4	7.5
	$D_2$		13.7	10.8	12.1	9.2	12.8		6.9	9.6	6.2
5	$\Omega$	79	97	85	88	67	86	95	79	90	75
	$D_1$		14.6	11.3	12.6	8.4	13.6			9.1	6.0
	$D_2$		12.6	9.5	10.9	6.5	11.6			7.9	4.7
6	$\Omega$	82	92	91	94	92	90			97	
	$D_1$		12.7	8.4	11.4	6.3	12.2			6.0	4.1
	$D_2$		10.7	6.8	9.8	5.0	10.0			4.9	3.3
7	$\Omega$	84	86	90	105	107	95			115	
	$D_1$		12.0	7.1	9.8	5.0	9.8				
	$D_2$		9.7	5.5	8.0	3.9	8.2				

K	N	11	12	13	14	15	16	17	16	19	20
1	$\Omega$	88	53	83	84	76	89	96	62	87	91
	$D_1$	14.7			18.1		7.4	20.1			13.6
	$D_2$	13.0			15.0			16.7			11.5
2	$\Omega$	89	73	90	84	77	89	97	66	95	104
	$D_1$	14.7			16.6		6.2	18.9			13.3
	$D_2$	12.7			14.4			16.7			11.4
3	$\Omega$	89		93	87	78	97	98		106	108
	$D_1$	14.0			15.9		5.1	18.0			13.4
	$D_2$	12.2			13.8			16.0			10.6
4	$\Omega$	94		102	86	86	97	101		109	113
	$D_1$	14.0			14.5		3.4	16.1			11.6
	$D_2$	11.2			12.1			14.8			9.4
5	$\Omega$	95		108	94			108		115	116
	$D_1$	11.0			13.0			16.0			9.6
	$D_2$	9.6			11.1			13.7			8.2
6	$\Omega$	105		108	90			114		128	117
	$D_1$	9.7			10.8			12.4			8.3
	$D_2$	7.7			9.4			11.0			6.7
7	$\Omega$	105			106			120			122
	$D_1$	6.9			8.4			11.4			6.4
	$D_2$	5.8			7.3			9.6			4.8

K	N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	$\Omega$	92	89	84	79	89	92	77	85	76	94
	$D_1$	16.1	13.8	15.6	5.7	11.0	16.0	6.1			13.2
	$D_2$	13.3	11.8	12.8		9.3	13.6	4.7			11.2
2	$\Omega$	98	93	93	84	93	94	76	88	72	97
	$D_1$	16.2	13.1	14.7	4.5	11.0	16.5	5.1			12.6
	$D_2$	13.6	11.2	13.0		9.6	14.1	4.2			11.2
3	$\Omega$	105	98	96	95	99	104	86	98	80	109
	$D_1$	14.2	12.1	14.0	3.5	10.3	14.9	4.4			11.7
	$D_2$	12.5	10.4	12.0		8.6	12.9	3.6			10.2
4	$\Omega$	115	105	104		104	111	108	100	88	112
	$D_1$	12.4	11.3	12.2	2.0	8.4	13.2	2.6			10.3
	$D_2$	10.0	9.4	10.3		6.4	11.5	2.0			8.9
5	$\Omega$	115	112	116			122		102		127
	$D_1$	10.4	9.1	10.4		7.1	11.4				8.8
	$D_2$	9.3	7.3	8.9		5.8	9.9				7.3
6	$\Omega$	120	124	123			127				124
	$D_1$	8.7	6.6	8.7		5.1	10.0				7.3
	$D_2$	7.2	6.2	7.6		4.0	8.6				5.1
7	$\Omega$	129		138			134				
	$D_1$	6.8	3.3	6.8		3.0	7.5				7.7
	$D_2$	5.8	2.5	5.4		2.1	6.6				4.3

K	N	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	$\Omega$	96	86	90	90	86	85	75	94	97	93
	$D_1$	14.6	7.8		9.6			7.0	11.9	10.4	
	$D_2$	12.3						5.4	9.9	8.5	
2	$\Omega$	97	82	92	105	90	90	77	100	107	100
	$D_1$	14.1	7.3		8.7			6.3	11.3	10.0	
	$D_2$	12.3						5.1	9.9	8.7	
3	$\Omega$	105	98	100	115	95	100	90	119	117	105
	$D_1$	13.3	6.2		7.5			5.8	10.2	9.2	
	$D_2$	11.4						4.3	8.9	7.9	
4	$\Omega$	110	108	107	124	90	107		119	127	
	$D_1$	11.5	4.7		6.6			4.1	8.9	8.0	
	$D_2$	9.7						3.0	7.7	6.7	
5	$\Omega$	120	120	110	125		120		120	133	
	$D_1$	10.8	2.8		4.6				6.8	6.6	
	$D_2$	9.0							5.7	5.5	
6	$\Omega$	130		115						139	
	$D_1$	9.2			3.4				4.6	4.9	
	$D_2$	7.6							3.7	4.0	
7	$\Omega$	136		120							
	$D_1$	7.1			11.6				3.0		
	$D_2$	5.6							1.8		

K	N	41	42	43	44	45	46	47
1	$\Omega$	90	100	105	99	115	116	121
	$D_1$	8.5	13.0					
	$D_2$	6.4	10.7					
2	$\Omega$	98	104	112	113	130	136	123
	$D_1$	8.0	14.0					
	$D_2$	6.1	11.5					
3	$\Omega$	104	124	126	126	140	150	
	$D_1$	5.4	14.0					
	$D_2$	4.2	9.8					
4	$\Omega$	116	133	132	121			
	$D_1$	3.8	10.1					
	$D_2$	2.8	8.6					
5	$\Omega$		131	142	133			
	$D_1$	2.4	7.4					
	$D_2$	1.6	6.2					
6	$\Omega$		150					
	$D_1$		6.2					
	$D_2$		4.9					
7	$\Omega$							
	$D_1$		3.6					
	$D_2$		2.8					

Дерево 2											
Высота 12 м высота начала кроны 1,5 м.											
Привязка: Левый берег Ямока в 50 метрах от ручья по восточному разрезу											
K	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$\Omega$	128	105	117	104	120	118	112	112	99	109
	$D_1$	5.4	5.2	4.5	3.4	12.1	4.4	9.0	7.2	9.5	4.2
	$D_2$	3.5	3.2	3.0	1.8	9.2	3.0	6.2	4.8	7.0	2.3
2	$\Omega$					154	141	139	150	129	
	$D_1$					9.5	3.0	7.1	5.2	7.8	
	$D_2$					6.9	1.5	5.0	3.1	5.5	
3	$\Omega$					159					
	$D_1$					8.9					
	$D_2$					5.3					

K	N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	$\Omega$	99	111	110	115	110	107	107	107	111	101
	$D_1$	4.5	7.9	11.6	6.4	10.4	10.0	9.5	10.9	7.0	9.8
	$D_2$	3.0	5.0	9.0	4.4	7.0	7.1	7.0	7.5	4.9	7.0
2	$\Omega$			126	134	124	125	118	125		113
	$D_1$			8.9	5.0	8.0	6.9	6.6	7.5		8.5
	$D_2$			6.4	2.8	5.3	4.3	4.9	5.0		5.5
3	$\Omega$			154				146			
	$D_1$			6.3				4.6			
	$D_2$			4.0				2.8			

K	N	21	22		24	25	26	27	28	29	30
1	$\Omega$	107	110	89	109	70	80	125	109	109	104
	$D_1$	8.7	10.0	6.7	9.4	13.5	7.3	19.0	15.8	15.8	16.5
	$D_2$	6.1	7.2	5.0	7.0	11.5	5.3	15.5	12.5	12.0	13.4
2	$\Omega$	109		113	120	94	118	120	119	116	112
	$D_1$			5.9	7.0	12.0	5.8	15.8	12.6	13.9	15.5
	$D_2$			4.0	5.1	9.8	4.0	12.9	10.7	11.3	12.1
3	$\Omega$				127	107		123	135	127	124
	$D_1$				6.7	10.6		14.5	11.7	12.8	13.3
	$D_2$				3.9	7.2		11.2	8.9	10.0	10.6
4	$\Omega$							165	146	133	126
	$D_1$							12.0	7.2	10.4	11.9
	$D_2$							8.9	5.5	8.8	8.9
5	$\Omega$									139	147
	$D_1$									8.0	10.0
	$D_2$									5.5	7.0
6	$\Omega$										143
	$D_1$										7.0
	$D_2$										5.0

K	N	31	32	33	34	35	36	37
1	$\Omega$	107	110	109	99	109	88	114
	$D_1$	18.6	26.5	13.5	16.8	13.7	19.8	28.5
	$D_2$	16.1	20.7	10.7	13.2	10.4	15.1	23.9
2	$\Omega$	111	112	110	108	113	113	107
	$D_1$	16.9	20.3	11.8	14.7	13.1	16.1	26.8
	$D_2$	14.5	16.0	9.8	12.3	10.3	12.9	22.5
3	$\Omega$	116	116	119	119	123	123	118
	$D_1$	15.0	18.0	10.0	13.4	11.3	14.3	25.6
	$D_2$	12.9	14.7	7.6	10.6	8.7	11.5	20.8
4	$\Omega$	116	122	120	126	137	123	124
	$D_1$	13.6	15.0	8.5	10.0	9.8	12.8	23.2
	$D_2$	10.9	12.1	6.5	7.8	7.6	10.2	19.0
5	$\Omega$	123	147		135	137	132	134
	$D_1$	11.8	13.8		8.7	7.7	10.1	21.5
	$D_2$	9.0	11.3		6.3	5.7	7.8	17.3
6	$\Omega$	139	136				133	137
	$D_1$	8.5	11.0				8.7	18.6
	$D_2$	5.0	8.1				6.0	15.1
7	$\Omega$		154					130
	$D_1$		8.3					16.8
	$D_2$		6.1					13.5
8	$\Omega$							130
	$D_1$							15.1
	$D_2$							10.5
9	$\Omega$							143
	$D_1$							10.5
	$D_2$							7.8
10	$\Omega$							145
	$D_1$							8.5
	$D_2$							5.5

Дерево 3											
Высота 15 м. Высота начала кроны 4 м.											
Привязка: 300 м на северо-восток от выхода восточной просеки на Ямоко											
К	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ω	138	150	133	122	124	124	121	114	117	114
	D <sub>1</sub>	5.9	7.0	5.1	7.2		5.2	8.0	6.1	7.1	8.8
	D <sub>2</sub>	4.1	5.2	4.9	5.0	3.0	3.7	6.1	5.0	6.7	6.6
2	Ω	163			147			160	139		
	D <sub>1</sub>	3.2			3.0			6.4	4.8		
	D <sub>2</sub>	2.2			2.1			4.3	3.0		

К	N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Ω	126	104	119	118	101	154	104	106	104	110
	D <sub>1</sub>	12.0	7.6	13.8	14.4	8.1	19.1	15.4	19.5	11.4	7.4
	D <sub>2</sub>	9.5	5.9	11.0	11.7	6.0	15.6	12.2	15.5	8.8	6.0
2	Ω	144	130	132	129	112	138	121	119	117	132
	D <sub>1</sub>	9.8	6.3	13.1	13.1	6.9	17.3	13.0	16.7	10.0	4.6
	D <sub>2</sub>	7.5	4.8	10.3	10.3	5.0	14.2	10.5	13.9	8.1	3.2
3	Ω			144	145		142	118	132	127	
	D <sub>1</sub>			10.0	10.3		16.9	11.2	14.8	8.4	
	D <sub>2</sub>			7.9	8.3		13.2	9.3	12.0	6.6	
4	Ω			161	159		147	139	145	143	
	D <sub>1</sub>			8.2	8.8		14.1	10.0	13.0	7.0	
	D <sub>2</sub>			6.0	6.6		11.3	7.8	10.6	5.0	
5	Ω			171			152		150	150	
	D <sub>1</sub>			4.1			11.9		11.5	4.3	
	D <sub>2</sub>			3.0			9.3		8.7	2.9	
6	Ω								169		
	D <sub>1</sub>								8.6		
	D <sub>2</sub>								6.1		

К	N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Ω	132	88	99	99	109	93	80	90	131	76
	D <sub>1</sub>	14.4	11.8	15.3	15.2	23.5	8.3	5.0	14.0	20.3	10.5
	D <sub>2</sub>	11.8	10.4	12.5	12.0	20.0	6.1	3.5	11.8	17.6	9.0
2	Ω	139	104	105	119	113	109	103	98	110	98
	D <sub>1</sub>	12.1	10.0	13.7	12.8	22.2	6.0	3.1	13.0	19.3	8.9
	D <sub>2</sub>	10.0	8.4	10.8	10.3	19.1	4.4	2.1	10.1	17.1	7.0
3	Ω	150	115	122	136	123			111	94	113
	D <sub>1</sub>	10.2	8.1	11.5	10.0	18.2			11.0	18.4	7.8
	D <sub>2</sub>	8.8	6.0	9.3	8.7	15.6			8.0	15.8	5.5
4	Ω	160	127	133	140	129			131	95	
	D <sub>1</sub>	8.6	6.4	9.1	9.6	16.4			8.2	16.6	
	D <sub>2</sub>	6.4	4.4	7.1	7.7	14.1			6.1	13.2	
5	Ω	167	146	156	142	130			133	113	
	D <sub>1</sub>	4.9	3.5	7.0	7.0	14.4			6.9	13.8	
	D <sub>2</sub>	3.3	2.1	5.5	5.4	11.8			5.0	11.3	
6	Ω			169	158	158			130	123	
	D <sub>1</sub>			5.5	2.8	12.0			4.3	11.0	
	D <sub>2</sub>			3.4	1.5	10.0			3.1	9.0	
7	Ω					162			143		
	D <sub>1</sub>					10.3			7.8		
	D <sub>2</sub>					8.8			6.0		
8	Ω					169			155		
	D <sub>1</sub>					7.0			4.8		
	D <sub>2</sub>					5.1			3.5		

Дерево 4  
Высота 17 м. Высота начала кроны 9 м.  
Привязка: 1500 м на восток от выхода восточной просеки на Ямоко

К	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ω	139	135	134	134	130	133	129	129	127	122
	D <sub>1</sub>	3.3	4.5	5.9	5.9	5.2	4.4	5.5	4.0	7.5	8.6
	D <sub>2</sub>	2.1	3.1	4.0	4.0	3.3	2.9	4.0	2.7	4.9	5.8
2	Ω	163	162	153	148	152	162	151	146	148	139
	D <sub>1</sub>	1.9	3.0	4.1	4.1	3.2	2.1	3.8	2.5	5.0	5.6
	D <sub>2</sub>	0.9	1.6	2.6	2.6	2.9	1.5	2.4	1.5	3.3	4.0
3	Ω							165		158	152
	D <sub>1</sub>							1.8		3.1	3.9
	D <sub>2</sub>							1.0		2.0	2.2

К	N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Ω	124	122	123	98	104	122	113	102	112	118
	D <sub>1</sub>	8.0	7.2	7.7	5.0	6.1	9.5	5.2	9.8	11.1	9.2
	D <sub>2</sub>	5.9	5.5	5.4	3.3	4.4	7.0	3.4	7.3	8.4	6.8
2	Ω	146	142	132	113	131	129	122	115	121	122
	D <sub>1</sub>	5.9	5.4	5.9	3.4	4.5	8.3	4.0	8.9	10.0	7.0
	D <sub>2</sub>	4.0	4.6	4.0	2.1	3.1	5.9	2.2	6.6	7.3	5.2
3	Ω	156	150	152		153	138		124	135	139
	D <sub>1</sub>	3.9	3.7	4.0		2.0	7.2		7.1	5.0	5.2
	D <sub>2</sub>	2.7	2.0	2.0		1.1	4.4		5.0	3.4	3.6
4	Ω						152		138	135	155
	D <sub>1</sub>						4.0		5.0	5.0	3.2
	D <sub>2</sub>						2.5		3.1	3.4	1.9
5	Ω								156	154	
	D <sub>1</sub>								2.1	3.4	
	D <sub>2</sub>								1.2	2.1	

К	N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Ω	114	117	112	110	113	100	87	86	85	74
	D <sub>1</sub>	11.3	14.0	14.9	13.2	16.3	13.7	17.2	19.6	3.2	3.3
	D <sub>2</sub>	8.4	10.7	11.3	9.9	12.1	10.7	14.3	16.7	2.1	2.1
2	Ω	121	118	117	110	107	105	96	81	113	99
	D <sub>1</sub>	10.3	12.0	12.9	11.6	13.5	12.5	15.6	18.3	1.9	2.1
	D <sub>2</sub>	7.4	9.1	10.0	8.2	10.6	9.4	12.5	15.3	1.0	1.2
3	Ω	124	123	127	124	120	113	94	86		
	D <sub>1</sub>	8.5	10.0	11.0	8.3	12.4	10.5	14.4	16.6		
	D <sub>2</sub>	6.5	7.6	8.4	6.5	9.1	8.0	11.3	14.0		
4	Ω	134	132	140	130	129	118	102	94		
	D <sub>1</sub>	5.1	8.4	9.0	5.8	10.0	8.8	12.3	15.2		
	D <sub>2</sub>	3.7	6.2	6.5	4.3	7.2	6.0	9.4	12.3		
5	Ω	153	143	145	144	135	133	118	97		
	D <sub>1</sub>	3.2	6.0	6.0	3.9	8.1	6.1	9.6	13.4		
	D <sub>2</sub>	2.0	4.0	4.1	2.3	5.8	4.4	7.1	10.0		
6	Ω		157	155				118	112		
	D <sub>1</sub>		3.0	3.5				7.0	10.3		
	D <sub>2</sub>			2.0				5.1	8.0		
7	Ω							132	128		
	D <sub>1</sub>							4.3	8.3		
	D <sub>2</sub>							3.2	6.1		
8	Ω								143		
	D <sub>1</sub>								5.0		
	D <sub>2</sub>								3.8		
9	Ω								157		
	D <sub>1</sub>								1.6		
	D <sub>2</sub>										

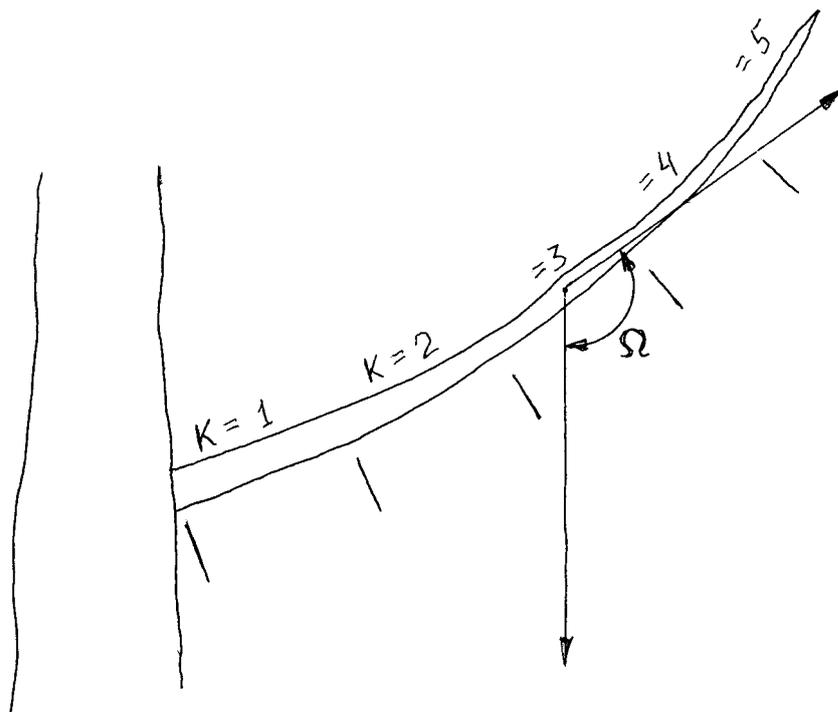


Рис. 3. Схема измерений изгибов ветвей

Данные по повреждениям ветвей занесены в базу данных, доступную любым исследователям. База данных «Burn.gdb» (формат InterBase, FireBird) доступна по адресам:  
<http://www-th.bo.infn.it/tunguska/99-catalogue.zip>  
<http://www-th.bo.infn.it/tunguska/99-Doroshin.htm> .

Описание таблиц и полей базы:

**TEST** ('Дерево')

ID 'Идентификатор записи',  
 NAME 'Наименование дерева',  
 TYP 'тип ожога:  
 1 - есть ожог  
 2 - слабый ожог  
 3 - возможен ожог  
 4 - нет ожога',  
 X 'Координата X (км)',  
 Y 'Координата Y (км)')

**BRANCH** ('Ветвь')

ID 'Идентификатор записи',  
 TEST 'Идентификатор дерева',  
 NAME 'Наименование ветви',  
 HEIGHT 'Высота ветви от земли (м)',  
 AGE 'Возраст ветви (лет)',  
 BEG 'Начало поражения от ствола (м)',  
 LEN 'Длина поражения (см)')

**BRANCH\_PART** ('Участок ветви (прямолинейный участок ветви)')

ID 'Идентификатор записи',  
 BRANCH 'Идентификатор ветви',  
 NAME 'Наименование участка ветви',  
 AZIM 'Азимут от Севера (град)',  
 SLOP 'Наклон участка от горизонтали: + вверх, - вниз (град)')

**BRANCH\_SEGMENT** ('Спил')

ID 'Идентификатор записи',  
 PART 'Идентификатор участка ветви',  
 NAME 'Наименование спила',

DIST 'Расстояние до спила от конца поражения (мм)',  
LEN 'Длина спила (мм)',  
DIAM 'Современный диаметр ветви (мм)',  
AGE 'Возраст ветви в 1908 г. (лет)',  
D1 'Диаметр ветви в 1908 г на внешней стороне спила',  
D2 'Диаметр ветви в 1908 г на внутренней стороне спила',  
E1 'Сектор поражения на внешней стороне спила (град)',  
E2 'Сектор поражения на внешней стороне спила (град)',  
A1 'Угол поражения от вертикали по часовой стрелке на внешней стороне спила (град)',  
A2 'Угол поражения от вертикали по часовой стрелке на внутренней стороне спила (град)'

### Литература

- Зенкин, Г. М.** О лучевом ожоге деревьев в районе взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / Г. М. Зенкин, А. Г. Ильин // Метеоритика: сб. ст. – М., 1964. – Вып. 24.
- Воробьев, В. А.** Изучение термических поражений веток лиственниц, переживших Тунгусскую катастрофу [Текст] / В. А. Воробьев, А. Г. Ильин, Б. Л. Шкута // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.
- Ильин, А. Г.** Связь параметров поражений веток лиственниц со световой энергией [Текст] / А. Г. Ильин, В. А. Воробьев, В. В. Байер // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.
- Журавлев, В. К.** К оценке световой энергии Тунгусского взрыва [Текст] / В. К. Журавлев // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.
- Журавлев, И. И.** О возможной причине повреждения ветвей лиственницы в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / И. И. Журавлев // Проблема Тунгусского метеорита, вып.2, Томск, 1967.
- Фаст, В. Г.** Разрушения, вызванные ударной волной Тунгусского вывала [Текст] / В. Г. Фаст // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.

В. О. КРАСАВЧИКОВ, Д. В. ЯШКОВ (Новосибирск)

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАТАСТРОФНОГО ПОЖАРА 1908 ГОДА (предварительные результаты)

### 1. Введение

Показания очевидцев Тунгусского явления указывают на наличие обширного пожара, возникшего практически одновременно со взрывом, вызвавшим вывал леса [Васильев и др., 1981].

И. К. Дорошин, возглавивший в 1981 г. работы по всестороннему изучению катастрофного лесного пожара (программа «Лес»), так формулирует идею работы по исследованию пожара 1908 г.: «Вопрос о причине возникновения пожара является одним из ключевых при определении вещественной природы Тунгусского метеорита, поскольку самого вещества метеорита до сих пор не найдено. Так, например, Кулик полагал возникновение пожара от действия раскаленных газов при пролете железного метеорита [Кулик, 1976], Золотов считал причиной возникновения пожара излучение от ядерного взрыва искусственного космического тела [Золотов, 1969], Цынбал и Шнитке объясняют пожар взрывом газозвушной смеси у поверхности земли [Цынбал, 1988], ряд других исследователей предлагают и более экзотические механизмы возникновения пожара [Соляник, Галанцев, И. И. Журавлев], так или иначе связанные с предполагаемой вещественной природой Тунгусского метеорита (ТМ). Какие бы гипотезы о природе ТМ не выдвигались, всегда будет необходимо увязывать их с имеющимися фактами, в том числе и с катастрофным пожаром 1908 года. С этой точки зрения изучение катастрофного пожара и определение его параметров должно оказать существенное влияние на решение вопроса о природе ТМ» [Дорошин, 2005, с. 28].

Параметры пожара (область возникновения, интенсивность горения, состав горючих материалов, скорость распространения, область распространения, время жизни пожара, механизм затухания и т.п.) мы можем оценить, изучая оставленные им следы в виде огневых и термических повреждений леса и других естественных объектов. Параметры пожара, очевидно, будут зависеть от состояния докатастрофного леса, поэтому при реконструкции картины пожара нельзя обойтись и без реконструкции этого состояния.

Настоящая публикация посвящена краткому изложению результатов работы одного из подразделов программы «Лес», выполняющейся с 1981 г. Упомянутый подраздел первоначально был связан с уточнением границы пожара 1908 г. Однако, по мере накопления материала, стало уделяться повышенное внимание пространственному расположению следов пожара и распределению значений их

характеристик по территории. В предлагаемой работе проведено обобщение полевых материалов, накопленных за период с 1981 г. по настоящее время.

## 2. Краткие сведения о лесных пожарах

Возникновение, развитие и поведение лесного пожара зависит от сочетания природных факторов, которые имеет смысл изучать в комплексе. Это воздушные массы, горючие материалы, а также ландшафт и рельеф, образующие среду пожара. Факторы среды взаимосвязаны, т.е. изменение в одних группах факторов может вызвать изменения в других. Например, влияние рельефа на развитие пожара проявляется в том, что пожар распространяется значительно быстрее вверх по склону, чем вниз или по горизонтали. По данным некоторых авторов [Сафронов, 1967], скорость распространения пожара на склоне 15° удваивается по сравнению с горизонтальным участком [Валендик и др., 1979].

Наиболее интенсивное горение при лесном пожаре происходит на его кромке. Та часть кромки, которая продвигается наиболее быстро и горит наиболее сильно, называется фронтом пожара, а противоположная – с наименьшей скоростью – его тылом. Части кромки между тылом пожара и его фронтом – это фланги пожара. На равнине фронт пожара всегда движется по ветру, а тыл – против ветра. В горах фронтальной кромкой будет та, которая поднимается вверх по склону.

При слабых низовых пожарах погибают тонкокорые породы – ель и пихта, молодняк лиственных пород: осины, ольхи, березы, хотя в спелом возрасте деревья этих пород могут оставаться живыми. Сосновые и лиственничные древостои почти не повреждаются слабыми низовыми пожарами. Полная гибель этих древостоев происходит лишь при сильных низовых пожарах, когда пламя поднимается на высоту более двух метров. Причина гибели деревьев при низовых пожарах – повреждение камбия в комлевой части стволов и ожоги кроны. Вследствие повреждения камбия у деревьев происходит омертвление тканей. При частичном (одностороннем) омертвлении тканей на стволах образуются пожарные подсушины, высота которых в отдельных случаях достигает 8-12 метров, хотя обычно бывает значительно меньше. Подсушины располагаются, как правило, со стороны, противоположной фронту движения пожара, т.е. с подветренной стороны стволов, где происходит завихрение горячих газов, и пламя задерживается дольше. [Софронов, Вакуров, 1981].

Объективными признаками, свидетельствующими о силе пожара и высоте пламени, являются высота нагара и высота подсушины. Для сосны высота нагара и высота подсушин у тонких деревьев диаметром до 10 см почти совпадает, а у деревьев толщиной 10 – 17 см подсушина ниже нагара по высоте примерно на полметра [Мелехов, 1948].

Очевидно, что, определив точные границы пожара, а также его интенсивность и направление распространения огня можно выяснить:

- силу и тип пожара, тактические части кромки, т.е. фронт, тыл, фланги;
- зону или зоны первичного воспламенения, что, в принципе, позволяет оценить мощность источника пожара;
- характер влияния на пожар растительности и рельефа района.

## 3. Методика полевых и камеральных исследований

Граница пожара 1908 г. определялась наземными маршрутами по результатам осмотра пробных площадей. Пробные площади намечались на условных векторах, проводимых от г. Стойкович (см. рис. 1), и осматривались через 1-2 км к периферии района. Критерием наличия катастрофического пожара являлось существование на закладываемой площади 20×20 метров деревьев с пожарными повреждениями (подсушинами) 1908 г. Если хотя бы на одном дереве обнаруживался след пожара 1908 г., считалось, что искомый пожар на данной площади был. Далее измерялся магнитный азимут подсушины и ее высота, описывалась лесная подстилка, рельеф местности, осуществлялась привязка площадки к местности. Брался образец дерева (спил) с пожарной подсушиной и измерялся диаметр дерева на момент пожара 1908 г. Спил впоследствии сушился, тщательно шлифовался, после чего еще раз просчитывался год пожара двумя способами:

- а) подсчетом годовых колец под микроскопом,
- б) методом дендрохронологии [Ловелиус, 1979].

При несовпадении результата предпочтение отдавалось дендрохронологии, хотя «спорные» точки фиксировались, что отражено на рис. 1.

Всего было осмотрено более 200 пробных площадей, как со следами пожара, так и без него. Когда не удавалось найти такое дерево, на площади подрубалось 5 лиственниц, переживших тунгусскую катастрофу, равномерно расположенных на площади. Если из этих 5 деревьев не было ни одного с пожарными повреждениями 1908 г., то считалось, что пожара в данном месте не было. Число 5 выбрано условно. Ограничения по породе вызвано желанием сделать площади равновероятными к огневым повреждениям. Выбор лиственницы обусловлен тем, что эта порода является одной из характерных для данного района. Изучались деревья, диаметр которых в 1908 г. был меньше 40-50 см, т.к. деревья большего диаметра более устойчивы к пожару, и пожарные подсушины могли на них не образовываться.

Граница отмечалась между последним пробным участком с пожаром 1908 г. и следующим без пожара. Пробные участки закладывались далее по условному вектору на 2-3 км от обнаруженной границы, в

зависимости от рельефа местности. Если граница совпадала с преградой для распространения пожара (рекой, болотом), то обязательно производился осмотр местности за препятствием. При условии отсутствия пожара 1908 г. на этих участках, граница катастрофического пожара считалась подтвержденной. Как видно на рис. 1, не все условные векторы были полностью отработаны. Связано это с условиями полевых работ. Как правило, выбирался вектор, совпадающий с тропой или геофизическим профилем. Группа из двух человек отработывала это направление, после чего переходила на следующий условный вектор по перпендикуляру. Передвижение по вектору осуществлялось в ту или иную сторону до установления границы пожара, далее происходил переход к следующему условному вектору и т.д. Таким образом, за один маршрут отработывался значительный сектор, но внутри территории пожара информация о пространственном распределении и параметрах следов пожара оставалась неисследованной. Кроме того, на начальных участках полностью отработанных профилей подсушины не выявлялись, предполагалось, что пожар 1908 г. там заведомо был, и не стоило тратить маршрутное время на отработку этих участков.

Основные полевые и камеральные работы проведены членами общественной организации – научно-исследовательской лаборатории «Сильгами» при Томском политехническом университете.

#### 4. Фактический материал и методика его обработки

Обработка всех имеющихся в нашем распоряжении полевых дневников позволила собрать фактический материал, характеризующий пожарные подсушины, как достоверно относящиеся к событию 1908 г., так и возникшие при пожарах в другие периоды времени. Для последующей обработки была составлена база данных, в которую вошли описания подсушин, относительно равномерно характеризующая предполагаемую границу пожара 1908 г. и, частично, представляющая также ситуацию внутри и за пределами зоны пожара.

Подсушины описаны следующими характеристиками:

1. Высота подсушины.

2. Магнитный азимут. Если принять его в качестве направления пожара, то, как вытекает из статьи А. В. Кардаша [1984], это может привести к ошибке в определении направления пожара не более чем в два с половиной градуса, что, в данном случае, несущественно.

3. Год возникновения (учитывая подсушины до- и послекатастрофного происхождения);

4. Диаметр ствола дерева на момент пожара 1908 г.

Как уже отмечалось, изначально одной из основных задач программы «Лес» было определение границ распространения пожара по подсушинам. Однако, по мере выполнения этой задачи, стало ясно, что в границах зоны пожара имеются довольно крупные территории, где пожар 1908 г. не фиксируется, причём это относится к залесённым на 1908 г. участкам без крупных болот, заболоченным долинам ручьёв и пр., т.е. на территориях, где, в принципе, можно было бы ожидать пожарные проявления. Поэтому встала задача: используя все имеющиеся на сегодняшний день фактические данные, проанализировать пространственное распределение и основные характеристики пожарных проявлений в пределах установленных в ходе выполнения программы «Лес», на настоящий момент, границ распространения пожара 1908 г.

В связи со всем вышесказанным, стала очевидной необходимость построения геоинформационной модели, в которой было бы представлено пространственное распределение точек идентифицированного пожара 1908 г. и других пожарных проявлений и их характеристик в увязке с ландшафтом территории пожара. Была создана геоинформационная модель территории М 1:200000, учитывающая гидросеть, болота и заболоченные долины ручьёв, озёра и другие элементы ландшафта. На визуализации этой модели выносились, помимо элементов ландшафта, места расположения и характеристики подсушин. На рис. 1, 2 представлены две такие визуализации. На рис. 1:

- серые пятиконечные звёздочки – заведомо до- и послекатастрофные подсушины);
- крестики – подсушины 1908 г. с незафиксированными характеристиками;
- кружки с крестиками – подсушины, которые по подсчёту годовых колец относятся к пожару 1908 г., но методом дендрохронологии отнесённые к событиям других лет («спорные» подсушины);
- стрелки – подсушины 1908 г., их направление совпадает с направлением распространения пожара, точка привязки соответствует середине стрелки;
- серые пунктирные линии – тропы;
- чёрная пунктирная линия – траекторная просека;
- чёрные сплошные линии «средней жирности» (лучи из вершины г. Стойкович) с номерами на концах – полностью отработанные профили, их номера; чёрный сплошной отрезок – дополнительный профиль;
- серые сплошные линии с номерами на концах – частично отработанные профили, их номера;
- чёрные, наиболее жирные линии – фрагменты границы «большого пятна», включающего все подсушины 1908 г.

Вынесены также основные элементы гидросети, озёра и болота.

На рис. 2 числа рядом со стрелками – высоты подсушин. Оттенками серого показана высота рельефа (темнее – выше). Подсушины привязывались к геоинформационной модели с погрешностью, составляющей примерно 100-170 м. При привязке учитывалось также их положение относительно помеченных в полевых дневниках элементов ландшафта.

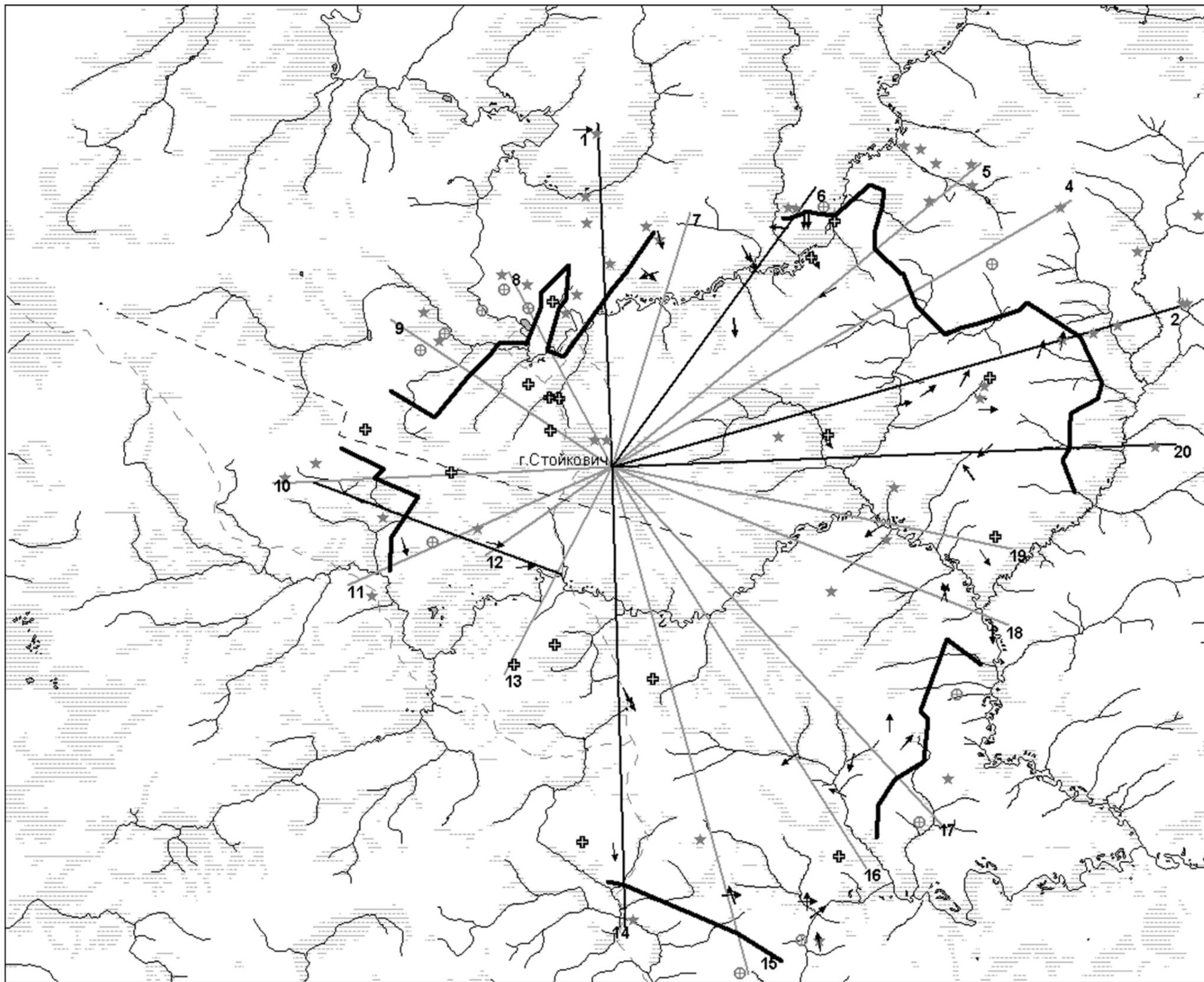


Рис. 1. Визуализация геоинформационной модели территории пожара. М 1:200000

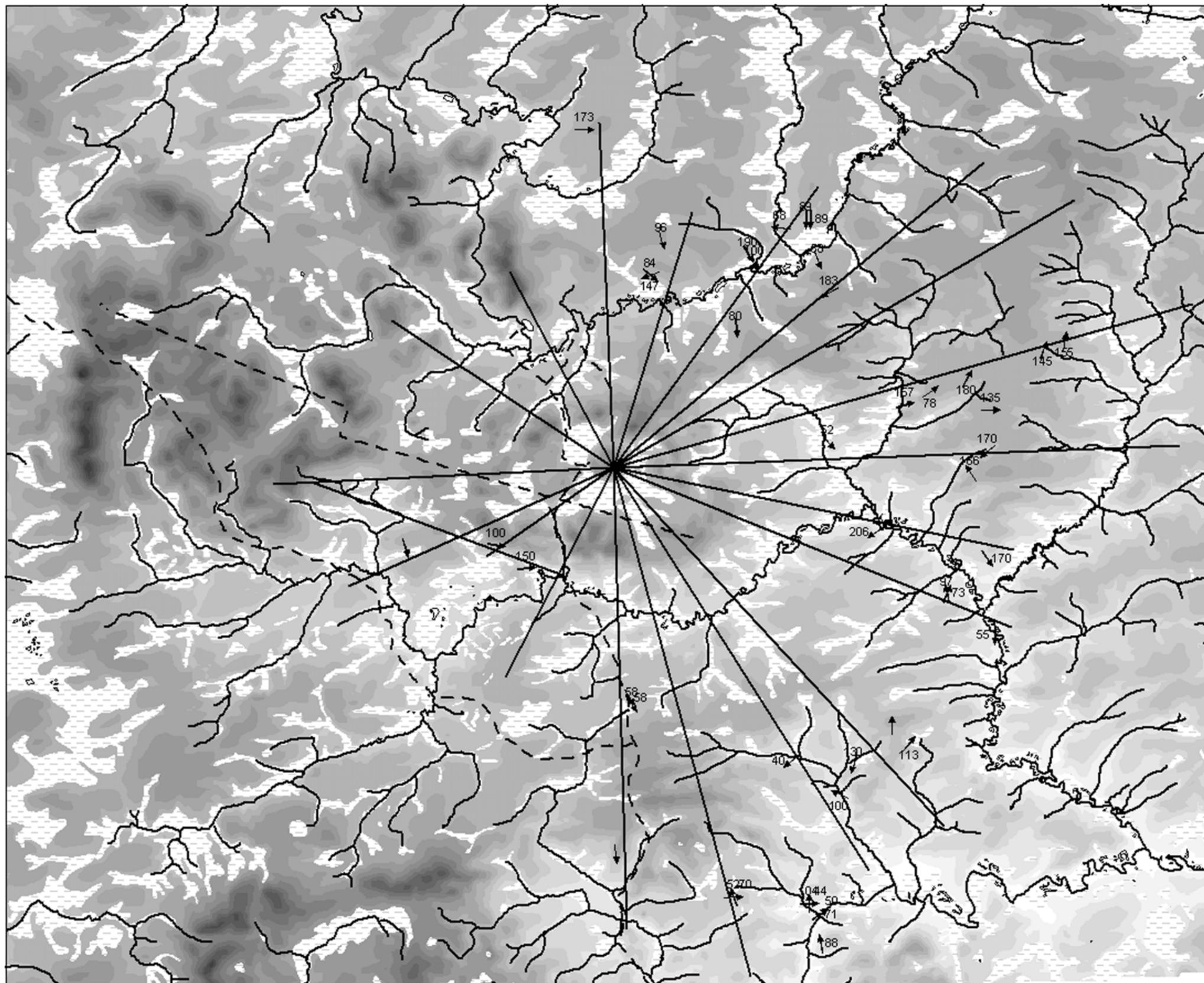


Рис. 2. Визуализация геоинформационной модели территории пожара. М 1:200000

В работах Мелехова [1948], Амосова [1964], Валендика и др. [1979] содержатся теоретические предпосылки и эмпирические закономерности, которые позволили нам разработать способ оценки высоты пламени и произвести оценку этого параметра для каждой подсушины, возникшей при пожаре 1908 г. и описанной в базе данных.

## 5. Обсуждение результатов

Предварительное рассмотрение полевого материала и личные наблюдения авторов указывали на сложность пространственного распределения пожарных проявлений, заставлявшую предполагать, что:

1. Лесной пожар 1908 г. не имеет «классической» формы распространения, так как не просматривается сплошного фронта с менее интенсивными флангами и слабо интенсивным тылом.

Складывалось впечатление, что имеется несколько очагов воспламенения. На это указывало наличие выраженных локальных зон пожара (с более или менее одинаковой интенсивностью, т.е. высотой подсушин и направлением распространения огня), которые граничат с негоревшими участками леса. Причем, есть случаи, когда общая характеристика ландшафтов на смежных горевших и негоревших участках, в принципе, одинакова, и на их границах нет явно выраженных естественных препятствий для остановки лесного пожара. На отдельных участках (12-15 км восточнее г. Стойкович) можно обнаружить подсушины высотой более 1 м, и рядом, на соседнем дереве, полное отсутствие каких-либо следов пожара.

Такие локальные зоны пожара отличаются друг от друга как направлением распространения огня (в том числе, наличием практически встречных направлений), так и интенсивностью пожара (высотой подсушин), что в ряде случаев невозможно объяснить рельефом и условиями местности.

Напрашивался вывод, что пожар распространялся незначительно. Возникнув на всех участках воспламенения, он, на большинстве из них, не вышел сколько-нибудь существенным образом за пределы очагов первичного воспламенения.

2. Район катастрофы подвергался так называемым докатастрофным пожарам, которые датируются: 1891-1884 г.г. на востоке и северо-востоке от эпицентра, 1876 г. – на западе и юго-западе. Учитывая данный факт, можно сделать ряд следующих предположений:

- о влиянии упомянутых докатастрофных пожаров на формирование «крыльев бабочки» вывала леса;
- об их влиянии на формирование очагов возникновения и распространение пожара 1908 г.

К сожалению, недостаток человеческих и материальных ресурсов не позволил на сегодня провести исследования докатастрофных пожаров во всем районе Тунгусской катастрофы, поэтому вышеупомянутые предположения пока не уточнены и не проверены.

Анализ картины, полученной в результате построения геоинформационной модели (см. рис. 1, 2), на наш взгляд, не противоречит сделанным предположениям и свидетельствует о следующем. Пожарные проявления 1908 г. распадаются на несколько кластеров – по территории распространения, ориентации подсушин, интенсивности пожара. Судя по рис. 2, ни с рельефом, ни с ландшафтом это явным образом не связано. В результате напрашивается вывод, что пожар представляется состоящим из нескольких локальных источников воспламенения, выделяемых, кроме того, направлениями распространения и интенсивностью пожара. Однако оконтурить эти локальные очаги в соответствии с накопленным материалом сколько-нибудь обоснованным образом пока не представляется возможным, как и вообще доказать распадение «большого пятна» на несколько изолированных фрагментов. И здесь принципиальную роль играет недостаток данных внутри «большого пятна», особенно, в его центральной области. Единственный чётко выявляемый кластер расположен на окончании профиля 1. Он не входит в «большое пятно». Но и его оконтурить по единственной подсушине невозможно.

На локальность этих источников указывает отсутствие сплошной границы пожара, т.е. площадки без какого-либо следа пожара чередуются с довольно интенсивным катастрофным пожаром. При этом практически нет отличий ни по рельефу местности (рис. 2), ни по структуре леса и подстилки. Более того, зачастую отсутствуют естественные преграды для распространения огня, такие, как реки, ручьи, болота. Данное предположение специально проверялось в экспедиции 1999 г. при проведении работ по отысканию и изучению следов пожара на северо-востоке от г. Стойкович и получило подтверждение по результатам обработки 10 пробных площадей (на рисунке не вынесенных).

Следует обратить внимание на «северо-восточный фронт» (профиль 2), где распространение огня происходило в северо-восточном направлении, а также наличие на севере скопления подсушин, где распространение огня шло, практически, в южном направлении (район профилей 6-7).

Косвенно, на то, что пожар возник и существовал как множество очагов первичного воспламенения и при этом практически не распространялся, указывает также вышеупомянутое наличие катастрофного пожара на севере (окончание профиля 1) за такой естественной преградой для огня как река Кимчу и обширные болота в ее пойме. Однако дальнейшего распространения пожара обнаружено не было, несмотря на возможность такого распространения (по ландшафту и рельефу).

В 2002 году Д. В. Яшковым были обнаружены, а в 2005 и 2006 гг. подтверждены, следы пожара 1908 г. на левом берегу ручья Укикиткон в 1,5 км от его устья (район окончания профиля 18). Следует отметить, что именно в этом районе ряд групп, в том числе и программы «Лес», занимался поисками следов вывала и пожара 1908 г., о котором рассказывали очевидцы [Васильев и др., 1981].

На рис. 2 представлено распределение высоты подсушин по территории.

Не удаётся и сколько-нибудь корректным образом замкнуть границу «большого пятна» (рис. 1).

Граница «большого пятна», построенная по данным о подсушинах, полученным методом дендрохронологии (рис. 1), будет заметно отличаться от таковой же, построенной по результатам интерпретации методом подсчёта годовых колец под микроскопом. На это указывает скопление «спорных» данных вдоль границы, что, безусловно,стораживает. Внутри только в одной точке зафиксированы «спорные» данные, причём достаточно далеко от границы. Та же ситуация имеет место и снаружи. Если бы граница проводилась по результатам интерпретации годовых колец под микроскопом, «большое пятно» было бы заметно шире, а сама она была бы более плавной.

Максимальное значение высоты пламени пожара 1908 г., рассчитанной по имеющейся в нашем распоряжении базе данных по подсушинам, составило 1,28 м, минимальное – 0,22 м. Стоит обратить внимание на то, что расчётной высоты пламени, судя по литературе (см. раздел 2), недостаточно для полной гибели листовенных древостоев, что служит косвенным подтверждением корректности полученной оценки.

## 6. Заключение

По результатам дендрохронологической интерпретации материала по подсушинам с учётом гидросети, озёр, болот и рельефа создана геоинформационная модель пожарных проявлений территории Тунгусского взрыва 1908 г. На её основе проведена граница «большого пятна», включающего все выявленные на сегодня пожарные проявления 1908 г., вынесены на визуализацию высоты подсушин и направления распространения пожара. Кроме того, вынесены местоположения пожарных проявлений в интервале нескольких десятков лет до и после 1908 г. Для имеющихся в нашем распоряжении описаний подсушин 1908 г. оценена высота пламени, максимальное значение которой оказалось равным 1,28 м.

Граница и внутренняя структура пожара 1908 г. требуют уточнения. Очевидно, что надо проводить дополнительные исследования как по уточнению границы «большого пятна», вмещающего все очаги воспламенения, так и внутренней структуры следов пожара 1908 г., закладывая пробные площади по сетке внутри уточнённых границ «большого пятна». При этом обязательно фиксировать площади без пожарных проявлений 1908 г., независимо от того, есть на них подсушины или нет.

Для уточнения границ следует, в первую очередь, провести полевые работы между профилями: 6-7, 9-10, 11-14, 15-16, 18-20. Во всех этих случаях отсутствует материал по некатастрофным пожарам на концах профилей и на территориях между концами. В результате, на этих участках граница оказалась незамкнутой.

На профиле 1 (северный разрез) имеет место обратная ситуация: отсутствуют пожарные проявления на всём профиле, хотя пожар там, безусловно, был.

Для уточнения внутренней структуры целесообразно, в первую очередь, провести полевые исследования в центральном районе «большого пятна», а затем обследовать:

- истоки р. Укагит и р. Ямоко (профили 2-5);
- среднее течение р. Чеко (профили 9-10);
- истоки р. Макикта – среднее течение р. Чавидокон (профили 11-13);
- истоки р. Макикта – истоки р. Огне – устье р. Укагит (профили 14-19).

Полученные результаты позволят уточнить границы и дадут более полную картину возникновения и распространения пожара 1908 г.

Выделяются локальные кластеры подсушин, отличающиеся направлением распространения и интенсивностью пожара. Возможно, это отдельные очаги воспламенения. По крайней мере, у одного из них наблюдается чётко выраженный фронт распространения.

Уже имеющиеся результаты и полевые наблюдения позволяют предположить следующее:

а) наилучшей аналогией для механизма возникновения пожара может служить разбрызгивание горящего вещества на ещё не зажжённый костер, сложенный из влажных дров: сильный пожар на месте попадания огня, последующее затухание при отсутствии длительного горения;

б) показания очевидцев взрыва «Тунгусского метеорита» о лесных пожарах в достаточно удаленных от эпицентра районах не являются фантазией, а отсутствие явных следов объясняется прошедшими примерно за 20 лет до катастрофы пожарами (1884-1891 гг.), уничтожившими лесную подстилку и, следовательно, возможность распространения огня в 1908 г.

## Литература

**Амосов Г. А.** Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров [Текст] / Г. А. Амосов // Возникновение лесных пожаров: сб. ст. – М.: Наука, 1964. – С. 152-183.

**Бережной, В. Г.** Изучение аномального прироста леса в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Бережной, Г. И. Драпкина // Метеоритика: сб. ст. – М., 1964. – Вып. 24.

**Валендик, Э. Н.** Крупные лесные пожары [Текст] / Э. Н. Валендик, П. М. Матвеев, М. А. Софронов. – М.: Наука, 1979. – 198 с.

**Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский и др. – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНТИ 24.11.81, № 5350-81.

- Журавлёв, В. К.** К оценке световой энергии Тунгусского взрыва [Текст] / В. К. Журавлёв // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.
- Зенкин, Г. М.** Характеристика деревьев, переживших Тунгусскую катастрофу в ее эпицентре [Текст] / Г. М. Зенкин и др. – Томск : Изд-во Том. Ун-та, 1963.
- Ильин, А. Г.** Связь параметров поражений веток лиственниц со световой энергией [Текст] / А. Г. Ильин, В. А. Воробьёв, В. В. Байер // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2.
- Кардаш, А. В.** О магнитном склонении в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / А. В. Кардаш // Метеоритные исследования в Сибири. 75 лет Тунгусскому феномену: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1984. – С. 77-80.
- Кулик, Л. А.** Картина вывала и ожога в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Л. А. Кулик // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976.
- Курбатский, Н. П.** О лесном пожаре в районе Тунгусского падения [Текст] / Н. П. Курбатский // Метеоритика: сб. ст. – М., 1964. – Вып. 25.
- Ловелиус, Н. В.** Изменчивость прироста деревьев [Текст] / Н. В. Ловелиус. – Л., 1979.
- Мелехов, И. С.** Влияние пожаров на лес [Текст] / И. С. Мелехов – М.-Л. : Гослестехиздат, 1948. – 126 с.
- Несветаило, В. Д.** Об одном типе термических поражений деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Д. Несветаило // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 69-80.
- Расторгуева, Е. А.** Изучение повреждений деревьев в районе Тунгусской катастрофы [Текст] / Е. А. Расторгуева, В. А. Ромейко, В. А. Смородинова // Тунгусский сборник. – М. : Изд-во МГДТДиО, 1999.
- Софронов, М. А.** Лесные пожары в горах Южной Сибири [Текст] / М. А. Софронов. – М., 1967.
- Софронов, М. А.** Огонь в лесу [Текст] / М. А. Софронов, А. Д. Вакуров. – Новосибирск, 1981. – 124 с.
- Фуряев, В. В.** Лесные пожары в районе падения Тунгусского метеорита и их влияние на формирование лесов [Текст] / В. В. Фуряев // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1975.
- Цынбал, М. Н.** Об ожоге и пожаре в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1988.
- Шиятов, С. Г.** Дендрохронология, ее принципы и методы [Текст] / С. Г. Шиятов // Проблемы ботаники на Урале: сб. ст. – Свердловск, 1973.

С. А. РАЗИН (Томск)

## КООРДИНАТЫ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ОЧЕВИДЦЕВ ТУНГУССКОГО ПАДЕНИЯ

Пролет и взрыв Тунгусского метеорита наблюдали тысячи людей, проживавших в 1908 году в Восточной и Западной Сибири. Опросом этих лиц занимались многие исследователи. Наиболее достоверные сведения были собраны в 1908 году А. В. Вознесенским, а в последующие два-три десятилетия С. В. Обручевым, И. М. Суловым и Л. А. Куликом. Начиная с 1959 г. в исследования по проблеме Тунгусского метеорита включилась КСЭ, которая, наряду с полевыми работами на месте падения, предприняла и новые опросы очевидцев падения, собрав при этом несколько сотен неизвестных ранее показаний. В эти годы, независимо от КСЭ, сбором показаний (в основном, спорадически) занимались и другие лица и организации. В итоге всех опросных работ, как ранних, так и последующих лет, набралось более 800 свидетельских показаний, которые соответствовали примерно 550-ти пунктам наблюдений. Обработка показаний требовала привязки пунктов наблюдений к географической системе координат.

Первый этап по массовому определению координат точек наблюдений Тунгусского падения относится к семидесятым годам прошлого столетия. Тогда автором этой статьи была подготовлена таблица, вошедшая в депонированное издание каталога. Географические координаты пунктов наблюдений тогда снимались с географических карт. В основном использовались карты дореволюционных изданий, любезно предоставленные доцентом кафедры ботаники Томского университета Ю. А. Львовым. Эти карты были изданы до наступления периода секретности на реальную топографию и содержали населенные пункты, которые по тем или иным причинам исчезли в последующий период истории.

За период, прошедший с момента публикации первой редакции каталога, были собраны новые показания очевидцев и появились новые пункты наблюдений. Кроме того, появились новые возможности в определении координат пунктов, главным образом, связанные с интернетом. Поиски в интернете информации по координатам населенных пунктов от официальных ведомств России не увенчались успехом. Однако были обнаружены иные источники. Из них наиболее полными оказались данные Американского агентства картографии.

Новые пункты наблюдений и новые возможности вызвали необходимость полностью

переработать таблицу координат. Основная масса новых координат взята из американского источника. При этом коррекции подверглись координаты и первой редакции таблицы. Замена координат старой таблицы показала, что в подавляющем числе случаев новые координаты отличались от старых на единицы угловых минут, т.е. точность координат, снятых ранее с географических карт, достаточно хорошая. Координаты пунктов старой таблицы, не найденных в интернет-источниках, перешли в новую таблицу. При этом был осуществлен контроль на наличие грубых ошибок (типа «опечатка»). Для показаний, содержащих в той или иной мере неопределенность в месте положения наблюдателя, указаны ориентировочные координаты. Таким образом, по способу определения координаты разделились на три категории: А – американский источник, К – географическая карта, О – ориентировочные координаты.

Географические координаты (широта и долгота) являются исчерпывающей характеристикой местоположения наблюдателя на поверхности Земли. Однако, для работающего с показаниями очевидцев исследователя эти координаты не совсем удобны. Для удобства работы, как и прежде, было решено включить в таблицу координат дополнительные столбцы. В первые два столбца включены расстояние от эпицентра взрыва и азимут из эпицентра на наблюдателя. Эти две характеристики определяют радиус- вектор из эпицентра на точку наблюдения. Декартовы координаты этого вектора также включены в таблицу, что позволяет легко наносить точки на плоский лист бумаги. По сути дела, получается проекция участка земной поверхности на плоскость, сохраняющая расстояние и направление из эпицентра взрыва на наблюдателя. В качестве центра системы координат выбран эпицентр взрыва, рассчитанный В. Г. Фастом по вывалу леса (60°53' с.ш., 101°54' в.д.), ось Y направлена на географический север, ось X – на восток.

Все определенные к настоящему времени географические координаты пунктов наблюдений и рассчитанные по ним вспомогательные координаты сведены в табл. 1. В отличие от старой таблицы добавлен столбец, в котором указан способ определения координат. Координаты категории А, взятые из американского источника, составляют 74 % от общего числа координат.

Таблица 1 – Координаты пунктов наблюдения очевидцев Тунгусского падения

№	Пункт наблюдения	Географические координаты		Расстояние и азимут из эпицентра		Декартовы координаты на плоскости [км]		Источник
		Сев. широта	Вост. долгота	[км]	[град]	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Абага	60°19'	120°02'	986,6	85,7	983,8	73,8	А
2	Абан	56°41'	96°04'	573,6	218,2	-355,0	-450,6	А
3	Айдара	58°31'	88°23'	798,8	256,8	-777,6	-183,0	А
4	Аксеново	58°56'	101°35'	217,3	184,7	-17,8	-216,6	А
5	Акша	50°17'	113°17'	1371,6	143,9	808,3	-1108,2	А
6	Александровка	51°39'	84°44'	1463,8	233,3	-1174,0	-874,4	А
7	Александровский прииск	57°50'	115°13'	823,9	108,4	781,9	-259,6	К
8	Алексеевка	57°52'	108°24'	496,9	129,5	383,4	-316,1	А
9	Алексеевский Затон	57°51'	108°20'	495,5	130,0	379,7	-318,3	К
10	Алешкино	58°34'	100°26'	269,9	198,3	-84,5	-256,3	А
11	Алтай	53°14'	91°53'	1039,4	219,7	-664,3	-799,3	А
12	Алтыб	60°20'	105°42'	216,0	104,8	208,8	-55,2	А
13	Алымовка	57°58'	108°34'	496,2	127,8	392,1	-304,1	А
14	АМО	63°34'	104°21'	323,3	22,0	121,3	299,7	А
15	Амонашевское	55°54'	95°50'	655,2	215,1	-376,9	-535,9	А
16	Анастасовка	55°07'	93°23'	811,0	221,7	-539,5	-605,6	А
17	Анастасовка (к югу от Тасеево)	57°00'	95°00'	583,8	225,5	-416,1	-409,4	О
18	Андреевский	58°07'	114°19'	762,3	108,3	723,9	-239,0	А
19	Аникино	57°00'	101°32'	431,6	182,9	-21,8	-431,0	А
20	Анцирь	56°15'	95°31'	632,3	218,4	-392,9	-495,4	К
21	Апано-Ключи	56°51'	96°13'	553,2	218,5	-344,3	-433,0	А
22	Аргун (Аргунск)	51°34'	120°02'	1513,8	124,9	1241,7	-865,9	А
23	Аталанка	54°50'	103°05'	675,0	173,5	76,1	-670,7	А
24	Ачаевский улус	52°30'	88°30'	1232,7	227,0	-902,0	-840,3	О
25	Аян	59°30'	106°45'	308,6	117,7	273,2	-143,7	А
26	Аян (река)	59°30'	107°00'	320,7	116,4	287,2	-142,6	О
27	Б-Кемчук	56°11'	91°35'	791,3	233,3	-634,8	-472,4	А
28	Багдарин	54°26'	113°36'	994,7	130,8	753,1	-649,8	А
29	Бадарма	57°46'	102°33'	348,0	173,6	38,8	-345,8	А

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Байкал	51°52'	104°47'	1015,9	168,7	198,7	-996,3	A
31	Байкал-Кудара	52°14'	106°39'	1002,3	161,1	324,1	-948,4	K
32	Байкит	61°41'	96°23'	306,7	289,2	-289,7	100,7	A
33	Балаганск	54°00'	103°03'	766,9	174,3	75,5	-763,2	A
34	Балашово	57°29'	107°47'	504,1	135,9	350,9	-361,9	K
35	Балинское	55°50'	102°55'	563,6	173,5	63,8	-560,0	K
36	Бальзой	51°21'	112°22'	1237,0	144,1	726,1	-1001,5	A
37	Бамбуйка	55°48'	115°46'	982,1	118,9	860,0	-474,3	A
38	Банщиково	57°31'	102°21'	374,6	175,8	27,2	-373,7	A
39	Баян	50°33'	105°17'	1165,6	168,1	240,1	-1140,6	A
40	Бедоба	58°48'	97°12'	349,1	230,6	-269,6	-221,8	A
41	Безнососовское	54°06'	103°41'	760,2	171,2	116,6	-751,2	A
42	Белобородово	57°03'	103°03'	430,6	170,7	69,8	-424,9	K
43	Белояровка	58°41'	86°33'	888,5	260,8	-877,1	-141,8	A
44	Белый Яр	58°27'	85°02'	979,4	261,4	-968,5	-145,8	A
45	Березово (Березняки)	56°56'	103°35'	449,0	166,8	102,3	-437,2	A
46	Березово (Усть-Илимский р-н)	58°36'	102°37'	256,8	170,6	41,8	-253,3	A
47	Берендилово	58°10'	108°55'	496,6	124,3	410,3	-279,8	A
48	Бирами (Березямы) (река)	61°20'	103°09'	83,6	53,0	66,8	50,3	K
49	Блатукан (Аблатукан!)	51°16'	112°07'	1237,4	145,0	710,2	-1013,3	A
50	Блохина	58°10'	93°10'	575,6	242,3	-509,4	-268,0	O
51	Богучаны	58°23'	97°27'	372,9	223,9	-258,4	-268,9	A
52	Бодай	52°53'	103°37'	893,8	172,6	115,7	-886,3	A
53	Бодайбо	57°51'	114°11'	770,4	110,5	721,7	-269,6	A
54	Боковиково	59°52'	108°06'	358,4	105,7	345,1	-96,8	A
55	Болохня	56°48'	105°49'	505,9	151,9	238,3	-446,2	A
56	Большая Деревня	57°12'	103°12'	415,6	169,1	78,5	-408,1	A
57	Большая Мамырь	56°12'	102°47'	522,3	174,0	54,9	-519,4	A
58	Большая Мурта	56°54'	93°09'	667,4	232,4	-528,7	-407,3	A
59	Большая Тарель	53°45'	106°37'	840,1	158,3	310,3	-780,7	A
60	Большое Уро	53°32'	109°51'	943,9	146,2	524,8	-784,5	A
61	Большое Шелехово	55°43'	97°42'	623,1	204,9	-262,3	-565,2	A
62	Большой Хабык	54°26'	91°56'	926,3	223,9	-641,8	-668,0	A
63	Бомбахта (прииск)	54°21'	113°02'	979,1	132,8	718,5	-665,1	A
64	Борисово	56°02'	104°08'	553,7	165,5	138,9	-536,0	A
65	Боровой (прииск)	58°40'	94°00'	504,5	244,3	-454,4	-219,0	O
66	Боярск	56°20'	106°01'	558,1	153,0	253,6	-497,2	A
67	Братский Острог	56°21'	101°55'	503,2	179,8	1,4	-503,2	A
68	Бруженцево	52°26'	83°27'	1455,4	238,2	-1236,8	-767,0	A
69	Бубновка	57°45'	108°13'	498,7	131,4	373,9	-330,0	A
70	Бур	58°49'	107°00'	365,3	126,7	293,0	-218,2	A
71	Бурдушино	54°09'	103°27'	752,9	172,3	101,3	-746,1	A
72	Буркан (порог)	60°40'	103°00'	64,6	111,6	60,1	-23,8	O
73	Бэрденкэ	60°17'	119°57'	982,9	86,0	980,4	69,0	A
74	Ванавара (Анавар)	60°20'	102°17'	64,8	160,8	21,4	-61,2	A
75	Васильевский	58°09'	114°20'	761,4	108,0	724,2	-235,2	A
76	Верещагино	64°14'	87°37'	816,5	303,2	-683,3	446,9	A
77	Верещагино (40 верст западнее)	64°14'	86°46'	855,1	302,2	-723,2	456,2	K
78	Верхне-Инбатское	63°10'	87°58'	765,8	295,3	-692,3	327,4	A
79	Верхне-Калинино	59°53'	108°07'	358,6	105,3	345,8	-94,8	K
80	Верхне-Пашинское	58°25'	92°14'	606,1	247,4	-559,5	-232,9	A
81	Верхне-Суворовское	55°33'	103°15'	597,2	171,8	85,2	-591,1	K
82	Верхоленск	54°05'	105°35'	785,7	162,2	240,5	-748,0	A
83	Верхолукская	57°27'	107°48'	507,6	136,1	352,2	-365,5	A
84	Виллой (река, 100 км. вниз от Сунтара)	62°54'	117°31'	844,1	67,9	782,0	317,8	K
85	Витим	59°27'	112°33'	608,4	100,5	598,3	-110,8	A
86	Вихох (река)	63°00'	109°00'	438,3	54,6	357,2	254,0	O
87	Вишняково	58°08'	108°52'	496,8	124,8	407,7	-283,8	K

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
88	Владимировка	57°03'	101°40'	425,7	181,9	-13,8	-425,5	А
89	Волгино	57°35'	107°48'	496,1	135,0	350,9	-350,7	К
90	Волошинская	57°36'	107°49'	495,4	134,8	351,8	-348,8	К
91	Воробьево (Воробьевка)	57°23'	102°18'	389,2	176,4	24,3	-388,5	А
92	Воронино	58°25'	108°32'	461,7	123,5	385,2	-254,5	А
93	Выдрино	56°52'	99°02'	475,0	201,4	-173,6	-442,1	А
94	Гавриловский прииск	60°18'	92°55'	492,9	266,4	-491,9	-31,3	К
95	Гаженка	59°07'	108°22'	408,9	115,8	368,0	-178,2	А
96	Гарменка	56°58'	101°50'	434,8	180,5	-3,7	-434,8	А
97	Герендауль	60°02'	107°48'	336,4	103,7	326,8	-79,9	К
98	Голодный Мыс	55°04'	105°07'	672,6	162,3	205,0	-640,6	К
99	Гольтявино	58°26'	98°26'	334,0	217,0	-201,0	-266,8	А
100	Горячинский	52°59'	108°18'	957,5	153,4	428,5	-856,2	А
101	Гребени	58°05'	108°43'	493,9	126,0	399,6	-290,3	К
102	Греково	57°03'	103°28'	434,9	167,4	94,9	-424,4	К
103	Громовское	55°54'	102°58'	556,6	173,1	66,8	-552,6	А
104	Грутовая (Прутовая)	58°23'	92°16'	606,3	247,0	-558,1	-236,9	А
105	Давыдово	58°35'	109°56'	516,5	116,1	463,8	-227,2	А
106	Даге	62°54'	108°24'	406,6	53,8	328,3	239,8	К
107	Данилово	59°31'	108°05'	373,3	111,3	347,8	-135,5	А
108	Дарасун	52°21'	115°31'	1255,2	132,8	920,4	-853,5	А
109	Дарьино	58°21'	109°40'	518,4	119,4	451,5	-254,7	А
110	Дворец	58°22'	99°57'	300,0	202,2	-113,2	-277,8	А
111	Девдевяк	62°18'	108°14'	369,3	62,1	326,4	172,7	А
112	Дельгей	59°55'	118°37'	920,0	89,4	919,9	10,2	А
113	Десятниково	51°25'	107°26'	1103,8	159,6	384,5	-1034,7	А
114	Дилюшма (река)	60°43'	102°28'	36,2	121,0	31,0	-18,6	К
115	Догадаевка	55°44'	97°44'	620,6	204,8	-260,1	-563,5	К
116	Долоновское	55°52'	101°42'	556,9	181,2	-12,1	-556,8	А
117	Доткон	59°17'	107°58'	379,9	115,2	343,6	-161,9	А
118	Дубровская	58°44'	111°09'	568,2	110,8	531,3	-201,5	А
119	Дудкино	55°55'	105°48'	595,9	155,9	243,0	-544,1	А
120	Егоровка	55°20'	103°20'	621,7	171,6	90,9	-615,0	А
121	Едарма	58°45'	102°34'	239,9	170,7	38,7	-236,7	А
122	Ейка (река)	63°29'	105°05'	332,0	28,4	157,9	292,0	К
123	Енисей (река, 75 верст ниже Минусинска)	54°19'	91°26'	955,7	225,0	-675,7	-675,8	К
124	Енисейск	58°27'	92°10'	607,5	247,9	-562,8	-228,7	А
125	Ербогачен	61°17'	108°01'	331,2	79,7	325,8	59,3	А
126	Ерема	60°23'	107°47'	325,0	97,3	322,4	-41,3	А
127	Ершово	57°09'	102°14'	414,9	177,2	20,4	-414,4	А
128	Ессей	68°29'	102°10'	842,9	0,8	11,1	842,8	А
129	Жарча	52°26'	115°26'	1244,4	132,8	913,0	-845,6	А
130	Жданово	60°12'	108°03'	344,2	100,1	338,9	-60,2	А
131	Жедай	60°05'	117°15'	842,0	89,3	841,9	9,9	А
132	Жимыгытский Стан	51°47'	103°00'	1012,0	175,7	76,2	-1009,1	К
133	Забайкальск	51°16'	108°50'	1148,8	155,1	483,1	-1042,3	К
134	Заборье	57°35'	107°51'	498,0	134,7	353,9	-350,4	А
135	Заваломное	58°00'	108°40'	497,9	127,0	397,6	-299,8	О
136	Заимка	58°24'	98°02'	350,5	219,8	-224,4	-269,2	А
137	Заимская	58°41'	100°41'	253,5	196,0	-69,8	-243,7	А
138	Зайцево	58°06'	94°43'	508,4	235,7	-420,1	-286,2	К
139	Заледеево	58°40'	98°49'	300,2	216,3	-177,5	-242,0	А
140	Замзор	55°22'	98°38'	641,2	198,7	-205,8	-607,2	А
141	Захаровка	57°48'	93°18'	593,8	238,6	-506,9	-309,4	А
142	Захаровка	58°16'	108°58'	491,8	123,1	412,0	-268,5	А
143	Зерлинское (Зерминское)	55°46'	103°04'	572,0	172,6	73,2	-567,2	А
144	Знаменская Заимка	55°45'	93°40'	743,5	223,6	-513,1	-538,0	К

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
145	Знаменское	54°42'	104°50'	707,7	164,5	188,7	-682,1	А
146	Золотая Гора (прииск)	59°00'	92°00'	587,5	253,5	-563,3	-166,9	О
147	Золотой Бугорок (прииск)	60°23'	92°53'	493,0	267,5	-492,5	-21,9	К
148	Зуево	53°33'	105°59'	849,6	161,5	270,1	-805,6	А
149	Зыряново	57°05'	103°24'	430,5	167,8	90,8	-420,8	А
150	Зырянск	52°17'	107°48'	1019,2	156,8	401,8	-936,7	А
151	Зятъя	57°36'	102°47'	368,0	171,7	52,9	-364,2	А
152	Ибрюль	56°13'	91°48'	779,3	232,8	-621,0	-470,8	А
153	Иванушковская	58°42'	110°26'	534,2	113,2	490,9	-210,7	А
154	Игнатово (Игнатьево)	57°11'	103°16'	418,1	168,6	82,6	-409,9	К
155	Ика	59°19'	106°21'	301,6	123,3	252,1	-165,5	А
156	Илань (Елань)	50°32'	107°21'	1197,0	161,2	386,4	-1132,9	А
157	Илимпея (река)	63°20'	105°35'	332,1	33,6	183,6	276,7	К
158	Илимпея (река, верховья)	62°30'	104°10'	215,3	32,7	116,4	181,1	К
159	Илимск	56°46'	103°52'	470,7	165,2	120,0	-455,2	А
160	Ильинское	58°12'	109°24'	516,1	121,9	438,0	-273,1	А
161	Инаригда	63°11'	107°39'	392,9	47,1	287,7	267,6	А
162	Ингаш	56°12'	96°31'	605,5	213,2	-331,9	-506,4	А
163	Иннях	59°48'	118°28'	915,1	90,3	915,1	-4,4	А
164	Ирбейское	55°38'	95°27'	692,8	215,6	-403,5	-563,2	А
165	Иргей	54°36'	99°59'	706,3	190,0	-123,0	-695,6	А
166	Иркинеево	58°30'	96°49'	388,2	229,3	-294,1	-253,4	А
167	Иркутск	52°18'	104°18'	963,6	170,2	163,8	-949,5	А
168	Ичёра	58°31'	109°46'	512,5	117,4	455,1	-235,7	А
169	Ичёра (река, верховья)	59°00'	109°00'	446,5	114,8	405,3	-187,4	О
170	Када	54°30'	102°03'	708,5	179,2	10,0	-708,4	А
171	Казарки	57°00'	106°12'	496,3	148,4	260,2	-422,6	А
172	Казачинское	57°42'	93°17'	601,6	237,8	-509,3	-320,3	А
173	Казимирово	57°17'	107°26'	508,9	139,3	331,9	-385,8	К
174	Калинино	63°00'	111°00'	529,2	59,8	457,2	266,6	О
175	Калтан	53°30'	87°17'	1196,2	233,3	-959,4	-714,5	А
176	Каменка	58°33'	95°51'	425,7	235,2	-349,5	-243,1	А
177	Каменское	58°21'	92°28'	598,3	246,1	-547,1	-242,2	К
178	Камо (река, верховья)	60°00'	96°50'	293,8	252,7	-280,5	-87,5	К
179	Кана (река)	56°14'	95°31'	633,9	218,3	-393,1	-497,3	К
180	Кандыки (Кандаки)	58°00'	94°04'	544,8	237,5	-459,3	-292,9	А
181	Кандыково (Кангогово)	63°27'	87°19'	804,6	297,0	-717,0	365,2	А
182	Канск	56°12'	95°42'	630,9	217,3	-382,2	-502,0	А
183	Карабчанка	57°54'	102°49'	335,3	170,7	54,4	-330,8	А
184	Карам	55°09'	107°37'	719,0	149,7	362,9	-620,7	А
185	Карамышево	57°34'	100°55'	372,4	189,0	-58,2	-367,8	К
186	Карапчанское	57°54'	102°49'	335,3	170,7	54,4	-330,8	А
187	Карачун (Карахун)	55°36'	103°10'	591,0	172,2	79,8	-585,6	А
188	Карда	55°00'	103°18'	658,1	172,2	89,6	-652,0	А
189	Карелино	57°49'	107°26'	462,3	135,0	327,1	-326,8	К
190	Карпово	56°48'	105°37'	500,9	153,2	226,2	-446,9	А
191	Ката (Кама)	58°46'	102°38'	238,7	169,7	42,5	-234,8	А
192	Качоба (Качёма)	61°28'	107°59'	331,8	76,2	322,2	79,4	К
193	Кедровка	56°02'	115°24'	948,0	118,6	832,4	-453,5	А
194	Кежма	58°58'	101°07'	217,2	191,8	-44,5	-212,6	А
195	Кербо	62°44'	101°05'	209,3	348,6	-41,2	205,2	А
196	Кеуль	58°26'	102°48'	276,7	169,0	52,6	-271,7	А
197	Кимильтей	54°08'	102°00'	749,1	179,5	6,9	-749,1	А
198	Кимчу (река)	61°22'	100°25'	95,5	304,6	-78,6	54,2	К
199	Кирей	54°12'	100°40'	745,2	186,2	-79,8	-740,9	А
200	Киренск	57°47'	108°07'	491,9	131,6	367,6	-326,9	А
201	Климино	58°39'	98°42'	305,5	217,1	-184,3	-243,6	А
202	Клюквенка	58°32'	85°51'	932,2	260,8	-920,3	-148,5	А

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
203	Клоквино	55°48'	94°20'	714,7	221,2	-471,1	-537,4	A
204	Кова	58°18'	100°21'	299,7	197,5	-90,1	-285,8	A
205	Козлово	54°12'	105°28'	771,3	162,5	232,2	-735,5	A
206	Кокуй	58°11'	94°59'	490,5	235,4	-403,6	-278,7	A
207	Колмогорово	59°16'	91°18'	612,4	257,6	-598,1	-131,4	A
208	Кондрашино	58°06'	108°49'	497,0	125,4	405,2	-287,8	A
209	Коноваловское	53°59'	103°04'	768,9	174,3	76,6	-765,0	A
210	Копылово	53°31'	106°04'	854,6	161,2	275,8	-808,9	A
211	Коробейниково	57°14'	103°08'	411,3	169,6	74,4	-404,5	K
212	Коростелево	55°40'	95°36'	684,9	215,1	-393,8	-560,4	A
213	Корсаково (Корсуково)	57°17'	103°07'	405,6	169,6	73,3	-399,0	K
214	Коршуново	58°36'	110°08'	525,2	115,2	475,1	-223,9	A
215	Косогор (Босогол)	53°53'	105°54'	812,5	161,2	262,4	-769,0	A
216	Костино	57°56'	100°42'	334,4	192,1	-70,4	-326,9	A
217	Кохта (Кяхта)	57°57'	114°14'	767,2	109,7	722,5	-258,1	A
218	Коченга	55°55'	104°06'	565,9	166,0	137,3	-549,0	A
219	Красноярово	57°20'	107°27'	505,0	138,8	332,5	-380,2	A
220	Красный Курьж	56°13'	95°03'	651,4	220,4	-421,9	-496,3	A
221	Криволукская	57°36'	107°50'	496,0	134,7	352,7	-348,7	A
222	Кривошапкино	57°46'	108°00'	488,6	132,4	360,9	-329,4	A
223	Кудрино	57°38'	107°55'	496,4	134,0	357,3	-344,6	A
224	Кудской	55°03'	103°20'	652,9	171,9	91,6	-646,4	K
225	Кузьмовка	62°18'	92°07'	538,7	291,2	-502,4	194,6	A
226	Куйтун	51°32'	107°45'	1097,5	158,3	405,4	-1019,9	A
227	Куклино	57°10'	103°16'	419,9	168,7	82,6	-411,7	K
228	Кулаково	58°05'	93°46'	552,8	239,4	-475,7	-281,6	A
229	Кулинга	54°05'	105°35'	785,7	162,2	240,5	-748,0	A
230	Кулюк (прииск)	55°47'	92°15'	795,9	229,0	-600,4	-522,5	A
231	Кумонда	59°58'	96°44'	300,3	252,4	-286,3	-90,7	A
232	Кумора	55°53'	111°14'	775,1	131,6	579,9	-514,2	A
233	Курейская	58°56'	111°20'	567,3	108,3	538,6	-178,0	A
234	Кутана	62°24'	117°34'	840,4	71,7	797,8	264,4	A
235	Куюмба	60°58'	96°58'	265,7	274,1	-265,1	18,9	A
236	Кээчи	60°18'	120°00'	985,2	85,8	982,6	71,5	K
237	Кюндяде	63°13'	118°09'	881,1	65,9	804,3	359,7	A
238	Кяхта	50°21'	106°27'	1202,4	164,4	324,1	-1157,9	K
239	Лаврушина	57°35'	107°45'	494,2	135,2	348,0	-351,0	K
240	Лаврушка	61°45'	107°54'	333,7	70,7	314,9	110,3	A
241	Лазарево	57°34'	107°43'	494,4	135,6	346,1	-353,0	A
242	Лакура (река)	60°23'	101°47'	56,1	186,2	-6,1	-55,7	K
243	Лебедево	62°06'	89°11'	685,1	286,9	-655,7	198,7	A
244	Лебяжее	56°22'	97°19'	566,5	209,8	-281,3	-491,6	A
245	Ленск	60°44'	114°56'	704,5	85,7	702,5	53,2	A
246	Литвиновка	53°38'	105°59'	840,7	161,3	269,5	-796,3	A
247	Ловать	56°15'	95°50'	621,9	216,9	-373,5	-497,3	A
248	Логашино	59°02'	108°29'	419,4	116,4	375,5	-186,7	A
249	Луговатка	59°06'	89°05'	736,5	260,0	-725,4	-127,4	A
250	Лужки	60°27'	107°51'	327,1	95,9	325,4	-33,6	A
251	Льхино	58°11'	108°57'	496,9	124,0	412,0	-277,8	K
252	Лялька	56°16'	95°56'	617,1	216,5	-367,1	-496,0	K
253	Макарово	57°28'	107°50'	507,4	135,7	354,0	-363,4	A
254	Макарово	57°08'	103°21'	424,5	168,1	87,7	-415,3	A
255	Макикта (река)	60°36'	102°00'	32,2	169,7	5,7	-31,7	K
256	Маклаково	58°14'	92°29'	604,5	245,0	-548,0	-255,2	A
257	Максимиha	53°15'	108°43'	940,5	151,2	453,4	-824,0	A
258	Максимкин Яр	58°40'	86°48'	875,9	260,3	-863,4	-147,0	A
259	Маловск	54°24'	113°30'	993,5	131,2	747,4	-654,5	A
260	Малое Голоусное	52°18'	105°19'	974,8	166,2	232,9	-946,5	A

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
261	Малое Уро	53°28'	109°07'	929,3	149,1	477,4	-797,3	К
262	Малолетново	55°28'	103°08'	605,5	172,6	78,0	-600,4	К
263	Малые Коньки	60°26'	114°19'	676,1	88,8	675,9	14,0	А
264	Мальшевка	53°44'	103°24'	798,5	172,9	99,0	-792,3	А
265	Мама	58°18'	112°55'	681,0	110,0	639,8	-233,4	А
266	Мандра	58°23'	109°44'	519,4	118,8	455,0	-250,6	А
267	Мандра	58°23'	109°43'	518,6	118,9	454,0	-250,7	А
268	Манзурка	53°29'	106°03'	857,9	161,3	274,9	-812,7	А
269	Маригуй	51°47'	104°13'	1019,7	171,0	160,0	-1007,0	А
270	Марково	57°19'	107°05'	493,8	141,0	310,7	-383,8	А
271	Мартыново	56°55'	108°12'	569,1	137,9	381,6	-422,2	А
272	Мача	59°54'	117°35'	864,7	90,4	864,6	-5,6	А
273	Мигун	54°23'	100°35'	725,5	186,7	-84,9	-720,5	К
274	Милославка	54°29'	103°15'	714,7	173,0	87,5	-709,4	А
275	Минусинск	53°43'	91°41'	1001,1	222,0	-669,6	-744,3	А
276	Мирный	62°32'	113°58'	659,4	68,7	614,2	239,8	А
277	Мироново	58°18'	109°38'	520,2	120,0	450,2	-260,5	А
278	Митиха	56°50'	95°40'	573,7	221,2	-377,7	-431,8	О
279	Мога	60°06'	108°02'	346,4	101,9	339,0	-71,3	А
280	Могочино	57°43'	83°35'	1090,7	259,3	-1071,8	-202,2	А
281	Мозговая	58°59'	101°14'	214,2	190,2	-37,8	-210,9	К
282	Монды	51°41'	101°00'	1022,3	183,5	-61,8	-1020,5	А
283	Москалево	54°27'	103°13'	718,2	173,2	85,5	-713,1	А
284	Мотыгино	58°11'	94°46'	500,2	236,3	-416,2	-277,3	А
285	Мугун	54°28'	100°15'	718,7	188,5	-106,2	-710,8	А
286	Мурино	51°29'	104°24'	1054,3	170,5	173,8	-1039,8	А
287	Мурожная (река)	58°08'	94°07'	533,2	238,5	-454,7	-278,6	К
288	Мурский порог	58°27'	98°30'	330,3	216,6	-197,0	-265,2	А
289	Мурья	60°44'	115°17'	723,3	85,5	721,1	57,0	А
290	Мутинская	58°38'	110°01'	517,5	115,3	467,9	-221,1	А
291	Муторай	61°18'	100°33'	85,5	303,1	-71,6	46,7	А
292	Муторай (река)	60°40'	101°00'	54,2	243,7	-48,6	-24,0	К
293	Мухгуй (Мухтуй)	60°44'	114°56'	704,5	85,7	702,5	53,2	А
294	Мухоршибирь	51°03'	107°50'	1150,6	158,8	415,7	-1072,9	А
295	Мытыгина (Мактыгина) (река)	57°46'	95°33'	498,2	228,8	-375,0	-328,0	К
296	Назимово	59°31'	90°56'	622,3	260,7	-614,1	-100,6	А
297	Наканно	62°54'	108°27'	408,7	54,0	330,8	240,1	А
298	Натка	54°45'	100°25'	686,2	187,9	-94,8	-679,6	А
299	Натора	60°32'	116°06'	770,4	86,7	769,2	44,5	А
300	Неважка (Неванка)	56°30'	98°54'	516,1	200,8	-183,5	-482,4	А
301	Невон	58°03'	102°43'	318,0	171,3	48,3	-314,3	А
302	Недокура	58°37'	100°38'	261,4	196,2	-72,9	-251,0	А
303	Непа	59°16'	108°12'	392,2	114,5	357,0	-162,5	А
304	Нерюктей	60°16'	119°40'	968,0	86,3	965,9	63,0	А
305	Нестерово	52°22'	107°53'	1012,3	156,3	406,6	-927,0	А
306	Нижне-Заимское	56°09'	98°13'	566,7	203,7	-227,4	-519,1	К
307	Нижне-Илимское	57°11'	103°16'	418,1	168,6	82,6	-409,9	А
308	Нижне-Суворовское	56°02'	103°00'	542,1	172,7	68,6	-537,7	А
309	Нижнее Калинино	59°59'	108°07'	354,8	103,7	344,8	-83,8	К
310	Нижнее Карелино	57°55'	107°44'	465,7	132,4	343,8	-314,2	А
311	Нижнеудинск	54°54'	99°02'	685,0	195,5	-182,8	-660,1	А
312	Нижний Шаранай (Шарандай)	51°10'	115°53'	1377,7	135,2	971,0	-977,4	А
313	Нижняя Тунгуска (350 км.вниз от Моги)	62°00'	108°00'	346,4	66,4	317,5	138,4	О
314	Нижняя Шаманка	56°57'	101°46'	436,7	181,0	-7,7	-436,6	А
315	Николаевский Завод	55°55'	101°28'	551,8	182,8	-26,6	-551,2	А
316	Никольское	56°46'	84°22'	1100,9	253,3	-1054,4	-316,8	А
317	Новая Деревня	57°15'	103°08'	409,5	169,5	74,4	-402,6	А

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
318	Ново-Уда	54°02'	103°36'	766,9	171,6	111,4	-758,8	A
319	Новониколаевский (прииск)	58°30'	94°00'	514,6	242,5	-456,6	-237,4	O
320	Новоудинское	54°02'	103°36'	766,9	171,6	111,4	-758,8	A
321	Новый Окульшет	55°54'	98°04'	595,9	203,6	-238,2	-546,3	K
322	Нора (Натора)	60°32'	116°06'	770,4	86,7	769,2	44,5	A
323	Нюрбачан	63°20'	118°06'	880,9	65,0	798,7	371,6	A
324	Нюрбинский район	64°00'	118°00'	892,7	60,3	775,5	442,3	K
325	Оглоблино	56°51'	103°35'	458,0	167,1	102,5	-446,4	A
326	Оёдэк	60°50'	107°00'	275,8	89,0	275,7	4,9	O
327	Ожарово	60°19'	98°22'	202,2	253,3	-193,7	-57,9	A
328	Олекминск	60°22'	120°26'	1007,0	85,1	1003,4	85,2	A
329	Олонцово	57°37'	107°47'	492,7	134,8	349,6	-347,1	K
330	Онгурен	53°39'	107°38'	872,6	154,3	377,9	-786,5	A
331	Онух (ручей)	59°45'	96°45'	309,3	248,2	-287,2	-114,8	K
332	Орефьево	55°47'	103°02'	569,9	172,8	71,1	-565,4	K
333	Орлик	52°31'	99°50'	936,7	188,6	-139,6	-926,3	A
334	Орлинга	56°03'	105°51'	583,2	155,1	245,2	-529,2	A
335	Орлово	58°17'	109°05'	495,9	122,4	418,6	-265,9	K
336	Оськино	60°48'	107°59'	329,1	89,0	329,1	5,8	A
337	Ошарово	60°19'	98°22'	202,2	253,3	-193,7	-57,9	A
338	Палочка	58°23'	84°37'	1004,5	261,6	-993,8	-146,8	A
339	Паново	58°58'	101°51'	212,9	180,7	-2,5	-212,9	A
340	Панолик	60°22'	101°18'	66,1	209,6	-32,6	-57,4	A
341	Парилово	55°46'	103°09'	572,5	172,1	78,5	-567,1	A
342	Паршинская	59°10'	11°48'	4596,0	309,2	-3559,9	2906,9	A
343	Патомское Нагорье	59°20'	116°20'	814,8	95,8	810,6	-83,0	A
344	Пашино	56°53'	101°57'	444,0	179,6	3,4	-444,0	A
345	Пашино	58°32'	99°36'	290,8	207,2	-132,9	-258,7	A
346	Пашино	58°08'	94°40'	508,2	236,3	-422,6	-282,2	A
347	Пашутино	58°30'	98°33'	324,1	216,7	-193,8	-259,8	A
348	Пеледуй	59°39'	112°44'	611,1	98,2	604,9	-87,2	A
349	Первомайск	58°01'	94°06'	542,1	237,5	-457,1	-291,3	A
350	Первомайское	53°46'	103°14'	793,8	173,6	88,0	-788,9	A
351	Петропавловское	58°13'	108°58'	495,3	123,6	412,6	-274,0	K
352	Пинцуга	58°22'	96°54'	395,5	227,2	-290,4	-268,5	A
353	Повороты	57°46'	108°00'	488,6	132,4	360,9	-329,4	K
354	Погадаево	57°13'	103°18'	414,8	168,2	84,5	-406,1	K
355	Подволошино	58°15'	108°25'	468,5	125,7	380,3	-273,6	A
356	Подкаменная Тунгуска	61°36'	90°08'	631,8	282,3	-617,2	134,9	A
357	Подкаменное	57°58'	108°31'	494,4	128,0	389,2	-304,3	K
358	Подпорожная (река, верховья)	60°40'	99°40'	123,1	259,6	-121,0	-22,3	K
359	Подьеланка	57°05'	101°39'	422,1	182,0	-14,7	-421,8	A
360	Подьельник	57°59'	108°32'	493,5	127,8	390,0	-302,4	K
361	Покровская	56°54'	95°47'	563,6	221,0	-370,0	-425,1	K
362	Полигус	61°59'	94°38'	403,7	290,7	-377,6	142,8	A
363	Полосково	53°31'	106°00'	853,5	161,5	271,4	-809,2	A
364	Пономарево	59°20'	91°10'	616,8	258,5	-604,4	-122,9	A
365	Поповщина (Коновщина)	58°04'	93°00'	590,0	241,9	-520,5	-277,7	A
366	Потаповское	57°22'	107°32'	505,1	138,1	337,1	-376,1	A
367	Преображенка	60°01'	108°05'	351,9	103,2	342,6	-80,3	A
368	Прииск Балахнинский	58°01'	114°17'	766,1	109,1	724,0	-250,3	A
369	Прииски в Южно-Енисейской тайге	59°00'	94°30'	460,7	246,3	-421,7	-185,5	O
370	Прокопьево	58°03'	100°39'	322,3	193,1	-73,1	-313,9	A
371	Проспихино	58°36'	99°23'	289,8	210,1	-145,1	-250,8	A
372	Пушино	58°11'	109°19'	513,5	122,4	433,3	-275,5	A
373	Пьянобыковская	58°44'	110°56'	557,3	111,4	518,9	-203,2	A
374	Разгон	55°43'	98°23'	608,6	201,1	-219,6	-567,7	A
375	Раздолинск	58°25'	94°40'	488,6	239,1	-419,2	-251,0	A

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
376	Распутино	55°10'	103°18'	639,8	172,0	89,2	-633,5	A
377	Романово	57°04'	103°30'	433,5	167,1	96,9	-422,5	A
378	Рудых	54°45'	105°13'	708,2	162,5	213,0	-675,4	A
379	Рыбное	58°08'	94°33'	513,5	236,8	-429,4	-281,5	A
380	Сагаево (Сагайское)	53°39'	92°47'	969,2	218,2	-598,9	-762,0	A
381	Салтыково	57°56'	108°29'	495,2	128,5	387,6	-308,2	A
382	Самодурово	53°25'	106°06'	865,9	161,2	278,7	-819,9	A
383	Саногр (река)	60°30'	105°00'	174,0	102,9	169,6	-38,8	O
384	Северная Чуня (река)	61°44'	102°49'	106,1	27,2	48,4	94,4	K
385	Северная Чуня (30-50 км. от Стрелки-Чуни)	61°50'	103°20'	130,0	35,4	75,3	105,9	K
386	Северная Чуня (река, верховья)	61°00'	104°25'	136,5	83,6	135,6	15,3	K
387	Сегочамба (река)	60°08'	103°45'	131,3	128,7	102,5	-82,0	K
388	Седаново	56°59'	101°19'	434,2	184,6	-35,0	-432,8	A
389	Селенгино	58°56'	101°59'	216,7	178,7	5,1	-216,6	A
390	Серово	54°40'	103°13'	694,3	173,0	85,0	-689,1	A
391	Сивохино	57°06'	94°31'	594,4	228,3	-444,0	-395,3	A
392	Сидорово	54°17'	103°05'	735,8	174,0	77,2	-731,8	A
393	Сизая	58°07'	100°38'	315,3	193,6	-73,9	-306,5	A
394	Сименга	62°37'	108°23'	390,8	57,8	330,6	208,5	A
395	Скобельское (Скобельская)	57°32'	107°52'	502,9	135,0	355,4	-355,9	A
396	Скокнино	56°19'	105°47'	554,2	154,4	239,4	-499,9	A
397	Слюдянка	51°40'	103°42'	1028,6	173,0	124,8	-1021,0	A
398	Соколово	58°54'	102°17'	221,4	174,2	22,3	-220,2	K
399	Солонжар (Солонцы)	54°40'	99°12'	707,9	194,2	-173,2	-686,4	A
400	Сользавод	60°15'	100°11'	116,9	233,7	-94,2	-69,3	A
401	Сормолотово (Сырмолотово)	58°40'	98°56'	296,5	215,2	-170,8	-242,3	A
402	Соснино	58°47'	108°22'	429,3	120,1	371,6	-215,0	A
403	Сосновка	58°31'	99°50'	287,0	204,6	-119,4	-261,0	A
404	Сотниково	58°04'	92°46'	601,1	242,7	-534,1	-275,8	A
405	Сполошино	58°16'	109°07'	498,6	122,5	420,7	-267,6	A
406	Старо-Кондуково	58°51'	87°32'	829,1	260,5	-817,8	-136,4	K
407	Стрелка	58°04'	93°02'	588,4	241,8	-518,6	-278,0	A
408	Стрелка-Чуня, Стрелка на Ю. Чуне	61°44'	102°48'	105,7	26,8	47,6	94,3	A
409	Ступино	57°13'	103°10'	413,4	169,3	76,5	-406,3	K
410	Суво	53°39'	110°00'	936,9	145,3	533,1	-770,5	A
411	Суломай	61°37'	91°11'	576,5	282,7	-562,3	127,2	A
412	Сумароково	61°39'	89°45'	652,2	282,8	-636,1	144,0	A
413	Сунтар	62°09'	117°38'	842,2	73,6	807,8	238,2	A
414	Сым	60°18'	88°27'	733,9	270,8	-733,8	10,4	A
415	Таимба	60°18'	98°58'	172,2	249,1	-160,9	-61,4	A
416	Таймура (река)	62°53'	98°00'	300,8	319,1	-196,8	227,5	K
417	Тайшет	55°56'	98°00'	593,9	204,1	-242,2	-542,3	A
418	Тангуй	55°23'	101°02'	612,5	185,1	-54,3	-610,1	A
419	Тарасова	56°09'	105°41'	569,1	155,7	234,3	-518,7	A
420	Тарбагатай	51°30'	107°22'	1093,7	159,7	379,2	-1025,9	A
421	Тасеево	57°13'	94°54'	569,4	227,5	-419,6	-384,9	A
422	Татарка	58°11'	93°21'	565,8	241,8	-498,5	-267,5	A
423	Тинная	60°21'	116°59'	821,6	87,5	820,8	35,4	A
424	Тины, Тиньская	56°09'	96°55'	598,9	210,9	-307,7	-513,9	A
425	Тира, Тире	57°16'	107°13'	502,9	140,6	319,1	-388,7	A
426	Тойбохой	62°11'	116°46'	797,6	73,1	763,3	231,3	A
427	Токма	58°25'	105°51'	352,3	139,3	229,8	-267,0	A
428	Голмачево	54°06'	105°32'	783,1	162,4	237,1	-746,3	A
429	Голстый Мыс	51°47'	104°37'	1023,3	169,4	187,6	-1006,0	A
430	Гриндак (Шибертуй)	50°47'	107°52'	1179,7	159,1	420,5	-1102,2	A
431	Троицк	57°25'	94°50'	555,7	229,3	-421,3	-362,4	A
432	Троицкое	55°57'	96°10'	640,2	213,8	-355,8	-532,2	K

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
433	Тройная Губа	51°47'	104°10'	1019,2	171,2	156,6	-1007,1	К
434	Губа	57°39'	103°23'	368,7	166,1	88,4	-358,0	А
435	Туим	54°21'	89°56'	1012,3	229,6	-771,0	-656,0	А
436	Тулун	54°35'	100°34'	703,5	187,0	-85,5	-698,3	А
437	Тулуня	54°45'	100°00'	689,7	190,1	-121,5	-678,9	О
438	Тунгуска	65°10'	87°57'	844,4	310,2	-645,2	544,8	К
439	Туой-Хай	62°32'	111°18'	526,6	65,6	479,6	217,4	А
440	Турка	52°56'	108°13'	960,7	153,8	423,5	-862,3	А
441	Турука	56°41'	105°45'	516,0	152,9	235,0	-459,4	А
442	Туруханск	65°49'	87°59'	879,0	314,4	-628,0	615,0	А
443	Тутама (Тушама)	58°19'	102°49'	289,7	169,3	53,7	-284,6	А
444	Тыса-Кыс	62°16'	117°00'	810,2	72,5	772,9	243,1	К
445	Тышалан (Ташелан)	51°41'	108°54'	1106,8	154,1	483,1	-995,8	А
446	Тэтэрэ	60°09'	102°14'	83,7	167,1	18,7	-81,6	А
447	Тэтэрэ (река)	60°08'	102°15'	85,7	166,8	19,6	-83,4	К
448	Улан-Батор	47°56'	106°59'	1472,9	165,0	381,1	-1422,7	А
449	Улан-Уде	51°50'	107°37'	1063,0	158,3	393,4	-987,5	А
450	Усинский край	54°00'	88°40'	1094,9	231,7	-859,1	-678,8	О
451	Усольцево	58°56'	102°11'	217,2	175,6	16,5	-216,6	А
452	Усть-Баргузин	53°27'	108°59'	927,3	149,6	468,8	-800,1	А
453	Усть-Бухтарма	49°35'	83°36'	1694,8	230,6	-1309,0	-1076,4	К
454	Усть-Вихоревка (Вихоревка)	56°05'	101°16'	534,0	184,2	-38,9	-532,6	А
455	Усть-Камо	60°43'	97°31'	237,6	267,4	-237,4	-10,8	А
456	Усть-Киренга	57°25'	107°58'	516,7	135,5	362,5	-368,2	А
457	Усть-Кова	58°18'	100°21'	299,7	197,5	-90,1	-285,8	А
458	Усть-Куг	56°46'	105°39'	505,1	153,1	228,4	-450,5	А
459	Усть-Озёрное	58°54'	87°42'	818,2	260,6	-807,3	-133,0	А
460	Усть-Оскоба	60°15'	100°30'	103,7	227,7	-76,8	-69,7	А
461	Усть-Уда	54°10'	103°03'	748,5	174,2	75,2	-744,7	А
462	Устьянск	56°31'	96°01'	590,8	217,5	-359,6	-468,8	А
463	Утулик	51°33'	104°03'	1044,0	171,8	149,3	-1033,3	А
464	Уяр	55°49'	94°19'	713,8	221,4	-471,9	-535,5	А
465	Фаначет	57°09'	95°29'	552,5	224,2	-385,5	-395,8	А
466	Фёдорово	60°00'	107°55'	343,7	104,0	333,6	-83,0	К
467	Филиппово	54°46'	103°20'	684,1	172,2	92,3	-677,8	А
468	Фролы	58°51'	102°22'	227,4	173,2	27,1	-225,7	А
469	Хамра	60°14'	114°08'	670,3	90,8	670,2	-9,7	А
470	Харат	52°45'	105°03'	922,4	166,7	212,5	-897,6	А
471	Харбатово	53°45'	106°01'	828,8	160,9	270,9	-783,3	К
472	Хатангский район	72°00'	103°00'	1233,9	1,8	38,1	1233,3	К
473	Хингуй	54°48'	99°21'	691,5	193,6	-163,0	-672,0	А
474	Хогот	53°14'	105°52'	881,7	162,6	264,4	-841,1	А
475	Хой (ручей)	60°58'	101°55'	9,0	7,6	1,2	9,0	К
476	Хр. Лакура	60°33'	101°36'	40,5	203,3	-16,1	-37,2	К
477	Хр. Чувар	60°55'	101°28'	23,3	278,6	-23,1	3,5	К
478	Хужир	53°11'	107°20'	914,6	156,7	362,3	-839,8	К
479	Хушмо (река)	60°43'	102°23'	32,4	125,1	26,5	-18,7	К
480	Хушмо (река, верховья)	60°45'	101°40'	19,5	219,4	-12,3	-15,0	К
481	Центральная Абага	60°19'	119°58'	983,0	85,8	980,3	72,8	К
482	Центральный р-н бурелома	60°53'	101°54'	0,0	-	0,0	0,0	К
483	Чавида (река)	60°49'	101°46'	10,3	222,0	-6,9	-7,7	К
484	Чавидокон (река, пункт набл.)	60°48'	101°45'	12,3	219,4	-7,8	-9,5	К
485	Чадобец	58°40'	98°51'	299,1	216,0	-175,6	-242,1	А
486	Чайка (река)	60°09'	107°09'	298,2	103,6	289,9	-70,0	К
487	Чакчава	63°00'	111°00'	529,2	59,8	457,2	266,6	О
488	Чамбэ (река)	60°22'	101°58'	57,7	176,1	4,0	-57,6	К
489	Чапаево	60°08'	117°07'	833,6	89,1	833,4	13,6	А
490	Частинская	58°39'	110°51'	557,7	112,5	515,4	-213,0	А

Продолжение таблицы 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
491	Чеко (ручей)	60°57'	101°52'	7,3	348,1	-1,5	7,1	К
492	Челпаново	54°06'	105°34'	783,7	162,2	239,3	-746,2	К
493	Червянка	57°39'	99°33'	382,7	201,3	-139,2	-356,5	А
494	Черемхово	53°09'	103°04'	861,0	174,8	78,2	-857,5	А
495	Черная речка	61°37'	91°17'	571,3	282,8	-557,1	126,4	К
496	Черново	58°36'	102°48'	258,6	168,3	52,4	-253,2	А
497	Чертовская	57°41'	107°54'	491,6	133,6	355,9	-339,1	А
498	Чесноковск	53°06'	86°06'	1281,2	234,7	-1045,8	-740,2	А
499	Чечеткина	57°28'	107°49'	506,8	135,8	353,1	-363,5	К
500	Чечуйское	58°04'	108°42'	494,4	126,2	398,8	-292,2	А
501	Чжанцакоу	40°50'	114°50'	2391,7	152,5	1102,6	-2122,4	К
502	Чирида	58°57'	101°28'	216,1	186,5	-24,5	-214,7	К
503	Чистый	55°29'	103°13'	604,3	172,1	83,2	-598,5	А
504	Чистый	55°29'	103°13'	604,3	172,1	83,2	-598,5	А
505	Чоны (Усть-Чона)	62°53'	111°08'	530,8	61,3	465,7	254,7	А
506	Чугуево	58°03'	108°41'	494,9	126,5	398,0	-294,2	А
507	Чуйская	59°16'	112°26'	609,5	102,5	595,0	-131,9	А
508	Чукнево	58°12'	109°21'	513,8	122,1	435,1	-273,4	К
509	Чуккой (Чикой)	50°16'	106°55'	1218,5	162,9	357,9	-1164,8	А
510	Чукчу-Кан (река)	61°43'	102°45'	102,8	25,9	45,0	92,5	К
511	Чуна (река)	57°43'	95°25'	507,7	229,0	-383,4	-332,8	К
512	Чуня (река)	61°36'	96°37'	292,5	288,0	-278,2	90,5	К
513	Чуня (река, верховья)	61°45'	102°30'	101,1	18,3	31,8	96,0	К
514	Чургим (руч. верховья)	60°52'	101°53'	2,2	195,8	-0,6	-2,1	К
515	Шаманские водомерные посты	55°36'	101°55'	586,4	179,9	1,4	-586,4	А
516	Шестаково	56°29'	103°58'	502,7	165,4	127,0	-486,4	А
517	Шеткулун (улус)	53°00'	106°00'	908,9	162,4	274,8	-866,4	О
518	Шея	62°52'	117°33'	845,3	68,2	784,5	314,6	А
519	Шиткино	56°22'	98°20'	541,7	203,8	-218,9	-495,5	А
520	Шорохово	57°37'	108°08'	506,3	133,0	370,3	-345,2	А
521	Шумиловское	55°57'	103°00'	551,3	172,8	68,8	-547,0	А
522	Эконда	65°47'	105°17'	568,7	15,7	154,3	547,3	А
523	Эльгяе	62°24'	117°35'	841,3	71,7	798,6	264,6	А
524	Элюма (река)	60°42'	102°06'	23,4	151,6	11,2	-20,6	К
525	Эмисс	53°54'	93°10'	932,5	217,7	-570,3	-737,8	А
526	Южная Чуня (река)	61°43'	102°45'	102,8	25,9	45,0	92,5	К
527	Юкта	63°23'	105°40'	339,0	33,6	187,4	282,5	А
528	Юкшанош (река)	61°00'	97°00'	263,9	274,9	-263,0	22,5	К
529	Юрохта	58°58'	98°58'	267,9	218,7	-167,4	-209,2	А
530	Юрьево	59°58'	108°05'	353,7	104,0	343,1	-85,8	А
531	Ядули (река)	61°28'	103°04'	89,9	43,7	62,1	65,0	К
532	Яковлево	57°20'	94°47'	564,5	228,9	-425,3	-371,3	А
533	Якукта (река)	60°28'	101°57'	46,6	176,3	3,0	-46,5	К
534	Якша	59°03'	89°19'	726,1	259,3	-713,4	-135,4	А
535	Янды	54°36'	103°16'	702,0	172,8	88,4	-696,4	А
536	Ярки	58°24'	97°06'	384,9	226,4	-278,5	-265,7	А
537	Яркино	59°08'	99°24'	238,6	216,5	-142,0	-191,7	А
538	Ярская	57°09'	103°22'	422,8	167,9	88,6	-413,4	К
539	Ярцово	60°15'	90°13'	639,6	268,8	-639,5	-13,5	А

Для полноты изложения опишем методику расчета координат радиус-вектора и декартовых координат, находящихся в 5-8 столбцах таблицы. Все расчетные формулы легко получаются из теоремы косинусов и теоремы синусов для сферических треугольников. Сферический треугольник образуется полюсом географической системы координат и двумя точками на сфере с координатами  $(\lambda_1, \varphi_1)$  и  $(\lambda_2, \varphi_2)$ . Угловое расстояние  $\alpha$  между этими двумя точками находится непосредственно из теоремы косинусов:

$$\alpha = \arccos[\sin(\varphi_1) * \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) * \cos(\lambda_1 - \lambda_2)] \quad (1)$$

В (1) используются общепринятые обозначения:  $\varphi$  – широта,  $\lambda$  – долгота. Если (1) дает  $\alpha < 0$ , то

полученное значение  $\alpha$  надо увеличить на  $\pi$ . Обычное расстояние между точками по дуге большого круга получается умножением  $\alpha$  в радианах на радиус Земли.

Теперь мы знаем все три стороны  $(\pi/2 - \varphi_1)$ ,  $(\pi/2 - \varphi_2)$ ,  $\alpha$  рассматриваемого сферического треугольника и угол при полюсной вершине, определяемый разностью долгот  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Два других угла этого треугольника дают угловые направления точек друг на друга, которые легко преобразовать в азимуты. Для примера найдем азимут  $A$  из точки  $(\lambda_1, \varphi_1)$  на точку  $(\lambda_2, \varphi_2)$ . По теореме синусов

$$\frac{\sin(\pi/2 - \varphi_2)}{\sin(A_1)} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(|\lambda_1 - \lambda_2|)},$$

где  $A_1$  обозначает искомый угол треугольника.

Отсюда

$$A = \arcsin\left(\frac{\cos(\varphi_2) * \sin(|\lambda_1 - \lambda_2|)}{\sin(\alpha)}\right). \quad (2)$$

Формула (2) дает главное значение функции  $\arcsin$ , которое с учетом неотрицательности дроби в (2) имеет значения в интервале  $[0, \pi/2]$ . Для того, чтобы получить истинный угол и перевести его в азимут, необходим дополнительный анализ. В первую очередь надо проверить острый этот угол или тупой. Для этого из точки  $(\lambda_1, \varphi_1)$  восстановим «сферический перпендикуляр» до пересечения с противоположной стороной. Если широта  $\varphi_1$  полученной точки пересечения больше чем  $\varphi_2$ , то истинный угол тупой, иначе он острый и корректировать значение (2) не нужно. Для широты точки пересечения  $\varphi_1$  из прямоугольного сферического треугольника после несложных преобразований легко получить условие:

$$\operatorname{tg}(\varphi_n) = \cos(\lambda_1 - \lambda_2) * \operatorname{tg}(\varphi_1). \quad (3)$$

Находить широту  $\varphi_n$  из условия (3) нет необходимости, с тем же успехом можно сравнивать тангенсы широт. Второй шаг анализа связан с соотношением долгот  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  (западнее или восточнее по долготе находится вторая точка по отношению к первой). В следующую таблицу сведены все четыре случая получения азимутального угла  $A$  из значения (2):

Таблица 2

	$\varphi_n \leq \varphi_2$	$\varphi_n > \varphi_2$
$\lambda_1$	$A = A_1$	$A = \pi$
$\lambda_2$	$A = 2 * \pi - A_1$	$A = \pi$

Обычно азимут предполагает градусное измерение, поэтому на выходе значение угла  $A$  надо перевести в градусы. Формулы для азимута из второй точки на первую получаются из приведенных выше переменных местами индексов 1 и 2.

Взяв угловое расстояние (1) и азимутальный угол  $A$  из Табл.2, получим декартовы координаты точки  $(\lambda_2, \varphi_2)$  относительно точки  $(\lambda_1, \varphi_1)$ :

$$\begin{aligned} X &= R_3 * \alpha * \sin(A), \\ Y &= R_3 * \alpha * \cos(A), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $R_3$  обозначает радиус Земли. Точка (4) на плоскости отстоит от точки  $(\lambda_1, \varphi_1)$  на расстояние  $R = R_3 * \alpha$  и направление из  $(\lambda_1, \varphi_1)$  на (4) соответствует углу  $A$ . Если в (4) в качестве азимута  $A$  использовать направление противоположное направлению от наблюдателя на эпицентр, то получится проекция на плоскость сохраняющая расстояние до эпицентра и направление от наблюдателя. Обе эти проекции мало отличаются друг от друга и, в нашем случае, вряд ли какой-то из них можно отдать предпочтение. В таблице координат пунктов наблюдений используется первый вариант проекции.

С учетом того, что есть показания очевидцев, содержащие угловые характеристики наблюдений пролета тела, полезно дополнительно привести решение задачи с угловыми засечками точек траектории космического тела. Угловая засечка в конечном виде обычно характеризуется угловым положением тела над линией горизонта и азимутом направления на него от наблюдателя. К такой форме можно свести, например, информацию о том, что тело пересекло солнечный диск, если известно время наблюдения. Плоскость большого круга Земли, проходящую через наблюдателя в направлении азимута засечки будем называть плоскостью засечки. Далее выбирается значения азимута проекции траектории на поверхность Земли (например, азимут оси симметрии вывала леса). Плоскость большого круга Земли, проходящую через эпицентр взрыва в направлении азимута траектории, назовем траекторной плоскостью. Если

соединить наблюдателя и эпицентр дугой большого круга, то, в совокупности с дугами плоскостей засечки и траектории, получим сферический треугольник. Сторону треугольника, соединяющую эпицентр и наблюдателя, обозначим буквой  $a$ , сторону засечки –  $b$ , траекторную сторону –  $c$ . Противлежащие этим сторонам углы обозначим соответствующими большими латинскими буквами –  $A, B, C$ . Угловая величина стороны  $a$  определится по формуле (1). Далее, по методике определяемой формулой (2) и табл. 2 найдем два азимута:– азимут из эпицентра на наблюдателя, и азимут от наблюдателя на эпицентр. Разность первого азимута и азимута траектории определит угол  $B$ , разность второго азимута и азимута засечки – угол  $C$ . Найдены сторона и два прилежащих к ней угла. Третий угол найдется по теореме косинусов

$$\cos(A) = -\cos(B) * \cos(C) + \sin(B) * \sin(C) * \cos(a). \quad (5)$$

Этот угол нужен для того, чтобы по теореме синусов найти две оставшиеся стороны:

$$\sin(b) = \frac{\sin(a) * \sin(B)}{\sin(A)}, \quad (6)$$

$$\sin(c) = \frac{\sin(a) * \sin(C)}{\sin(A)}. \quad (7)$$

Формула (6) позволяет вычислить угловое расстояние  $b$  от наблюдателя до траекторной плоскости в направлении плоскости засечки. Если обозначить буквой  $\beta$  угловую высоту засечки, то искомая точка траектории будет находиться на высоте

$$h = R_3 * (\cos(\beta) / \cos(b + \beta) - 1) \quad (8)$$

над поверхностью Земли. Нас же в первую очередь должно интересовать положение засекаемой точки в траекторной плоскости. Формула (7) дает угловое расстояние  $c$  этой точки от эпицентра. Угол  $c$  и радиус-вектор длиной  $R_3 + h$ , соединяющий центр Земли с засекаемой точкой являются полярными координатами этой точки в траекторной плоскости. Если перейти к декартовым координатам:

$$\begin{aligned} x &= \sin(c) * (R_3 + h), \\ y &= \cos(c) * (R_3 + h) - R_3, \end{aligned} \quad (9)$$

то получим удобный способ построения точек засечек в траекторной плоскости. Центр этой декартовой системы координат находится в эпицентре, ось  $y$  направлена вертикально вверх. Для наглядности здесь же можно построить контур сечения траекторной плоскости поверхностью Земли:

$$y = \sqrt{R_3^2 - x^2}. \quad (10)$$

В заключение отметим, что для получения правильного результата важно правильно определить углы  $B$  и  $C$  сферического треугольника. Разность азимутов может дать дополняющий угол. Кроме того, если один азимут находится в четвертой четверти а второй в первой, то для получения угла надо разность азимутов вычесть из 360 градусов. В любом случае полезно сделать эскизный набросок треугольника на плоскости, что позволит правильно рассчитать углы по двум азимутам.

Б. Ф. БИДЮКОВ (Новосибирск)

### ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ

#### Введение

Тунгусское Событие 1908 года поставило перед исследователями нескольких поколений ряд непростых задач. Некоторые из них передаются по эстафете от поколения к поколению и на рубеже столетия События так и не получили удовлетворительного решения. Наиболее характерным примером такого рода задач является поиск «вещества» – продуктов разрушения того, что «взорвалось над Тунгуской» и должно было осесть на поверхность земли. Эта задача была поставлена еще в довоенный период Л. А. Куликом, и не утратила актуальности по сей день.

По меньшей мере, два поколения исследователей занимались изучением термолюминесцентных (ТЛ) характеристик минеральной составляющей подстилающей поверхности района Тунгусской катастрофы [Василенко и др., 1967] и [Бидюков и др., 1990; Коровкин и др., 1996]. Постановка программы ТЛ-исследований восходит к середине 60-х годов прошлого столетия. Она инициировалась необходимостью проверки предположения о ядерной природе взрыва над Тунгуской, который, в этом случае, должен был сопровождаться воздействием на поверхность земли радиоактивного излучения и выпадением радиоактивных осадков.

В качестве одного из средств обнаружения действия радиации используется ТЛ-метод [Кюри, 1961; Mckeever, 1988]. Суть метода заключается в высвобождении материалом ТЛ-индикатора запасенной под действием радиации внутренней энергии при его нагревании в определенном диапазоне температур (обычно, от 0 до 400°C) [Mckeever, 1988]. Разработаны устройства, позволяющие регистрировать возникающее излучение, а также измерять его количественные характеристики (см., напр. [Бочвар, Кеирим-Маркус, 1961; Терентьев, Шкатов, 1971; Пристер, Шейн, 1980; Дозиметрия..., 2008]).

ТЛ-метод достаточно эффективно применяется в технике [Шварц и др., 1968; Дозиметрия..., 2008], медицине [Борисенко, Украинцев, 2004], при экологическом мониторинге районов с техногенной радиационной нагрузкой [Коровкин и др., 1996]. Для его реализации в этих областях деятельности разработаны стандартизованные искусственные ТЛ-индикаторы, имеющие нулевой уровень отсчета измеряемых параметров. Успешность применения принципов ТЛ-датирования в археологии [Ваганов, 1984; Вагнер, 2006] также связана с возможностью получить нулевой уровень отсчета вследствие отжига входящих в древнюю керамику минералов. В середине прошлого века большие надежды на этот метод возлагали и геологи [Даниельс и др., 1953; Овчинников, Максенов, 1965; Хютт, Смирнов, 1977]. Однако спустя десятилетия энтузиазм в применении его в этой сфере человеческой практики сильно поубавился. Обнаружились неприятные особенности природных ТЛ-индикаторов, которые не позволяли получать надежные и стабильные результаты измерений.

#### Краткая история исследований

Замысел использования ТЛ-метода для обнаружения возможных следов радиационного воздействия в районе Тунгусской катастрофы возник (как сейчас можно реконструировать) в связи со статьей в журнале «Science» [Kigashimura et al, 1963]. Реферат этой статьи, найденный Н. В. Васильевым, назывался «Дозиметрия радиации атомной бомбы в Хиросиме по термолюминесценции черепицы крыш». Вот как описывает эту ситуацию в своей книге В. К. Журавлев:

«Просматривая реферативные журналы, Н. В. Васильев нашел сообщение об исследованиях последствий атомной бомбардировки Хиросимы. Через десять-пятнадцать лет после трагического события Хиросима была полностью восстановлена, следы радиоактивного заражения исчезли. Тем не менее, ученые смогли подробно изучить распределение доз облучения в разных местах города. Для этого они исследовали сохранившуюся черепицу с крыш. Измеряли не излучение радиоактивных изотопов, которое уже давно сравнялось с фоном, а термолюминесценцию образцов черепицы» [Журавлев, Зигель, 1998, с. 93].

Как можно предположить, новой была только ситуация, а принцип исследователи перенесли из археологии: черепица – это тоже керамика, производится из глины, содержащей термолюминесцирующие минералы (кварц, шпаты), а чтобы черепица стала полноценным строительным материалом, ее обжигают при температуре выше 500°C [Ваганов, 1984]. Такая процедура обеспечивает «обнуление» прагенетической информации (другие исследователи пользуются несколько иным термином – «протогенетическая») – в структуре входящих в черепицу минералов стирается ранее запасенная энергия. Получается вполне пригодный для индикации радиационных потоков материал. И теперь, если над крышами домов, покрытых черепицей, взрывается атомная бомба (как это было в Хиросиме), то облученная черепица запасет какое-то количество энергии, эквивалентной полученной дозе облучения. Если в дальнейшем эту черепицу не подвергать дополнительным радиационным нагрузкам и не нагревать до

температур отжига (выше 400°C), то спустя десятилетия можно высвободить запасенную внутри кристаллов энергию, нагревая линейно материал черепицы в диапазоне 20–400°C с одновременной регистрацией слабого светового потока – в процессе нагревания внутренняя энергия кристалла трансформируется в излучение. Полученные результаты можно подвергать различным процедурам интерпретации, в том числе, восстанавливать уровни радиационного воздействия по интересующей площади, что и делала объединенная японско-американская группа в послевоенной Хиросиме.

Соблазнительно было попытаться реализовать аналогичную программу в районе Тунгусской катастрофы, ориентируясь на вполне очевидную *модель* (благо, писатель-инженер А. П. Казанцев предложил ее еще в 1946 г. [Казанцев, 1946]).

Существенным отличием тунгусской и хиросимской ситуаций было отсутствие в эвенкийской тайге того времени рукотворных радиационных индикаторов с нулевым уровнем отсчета. В городе Хиросиме наличествовал еще один немаловажный фактор, облегчающий задачу исследователей – черепичные крыши были рассредоточены по всей изучаемой площади. Таким образом, в районе предположительного действия Тунгусского взрыва необходимо было найти подходящий природный индикатор радиационного излучения, достаточно равномерно распределенный по интересующей нас площади.

Первое поколение исследователей (основными fundаторами этой программы выступали В. К. Журавлев и Д. В. Демин), после консультаций со специалистами, остановилось на траппах – горных породах, широко представленных в изучаемом районе. Образцы для исследования – трапповые пробы – отбирались участниками КСЭ-7 (1965 г.) и КСЭ-8 (1966 г.). Камеральная обработка образцов осуществлялась в лаборатории минералогии Института геологии и геофизики СО АН СССР В. Б. Василенко.

Первое сообщение о результатах обработки было опубликовано в Тезисах докладов XII Метеоритной конференции в Новосибирске [Василенко и др., 1966], а развернутая статья, аккумулировавшая данные по 18 пробам, отобраным в 1965 г., появилась во Втором метеоритном сборнике КСЭ [Василенко и др., 1967]. В статье дается обоснование постановки программы, приведены методики отбора проб в поле и их камеральной обработки, обсуждаются полученные результаты.

Обработка 185 проб, отобранных в КСЭ-8, была завершена к 1976 г. Первое сообщение об этой работе появилось в Материалах совещания в Новосибирске 14–16 апреля 1971 г. [Васильев и др., 1971]. Подробный же отчет опубликован в сборнике «Космическое вещество на Земле [Васильев и др., 1976]. В статье помещен каталог данных по обработанным трапповым образцам, схема их территориального распределения и результаты интерпретации полученных эффектов. В работе совершенно определенно говорится о выделенных аномалиях поля ТЛ на Тунгуске. Развернутый анализ итогов реализации трапповой программы будет дан в последующих главах настоящей статьи.

Как уже отмечалось, выходы траппов к поверхности в Куликовской котловине, над которой разворачивался в 1908 г. грандиозный катаклизм, встречаются повсеместно. Тем не менее, не настолько, чтобы можно было организовать достаточно густую и равномерную сетку отбора трапповых образцов. Были и другие осложняющие обстоятельства, которые диктовали необходимость перехода на работу с другим материалом. Поэтому, когда автор настоящей статьи искал в КСЭ область приложения своих профессиональных способностей (инженерное и общее физическое образование с дальнейшей ориентацией на плазмифизику), Н. В. Васильев и В. К. Журавлев на одной из «пятниц» в начале 1976 г. предложили заняться термолюминесценцией почвенных минералов. При этом предполагалось, что возможностей для отбора почвенных проб на Тунгуске гораздо больше, чем трапповых. В дальнейшем эти надежды оправдались лишь частично – обширные пространства заболоченных низин и большие площади сухих торфяников не позволяют и в этом случае получить равномерное поле отбора почвенных проб.

Уже в полевом сезоне 1976 г. (КСЭ-18) было отобрано несколько десятков проб, в основном привязанных к Западному разрезу и Траекторной просеке. В полевых условиях эти пробы были отмыты до состояния серого шлиха и рассепарированы по размеру зерна. Шлихи были привезены в Томск, но дальнейшая их обработка в лаборатории Политехнического института, где была установка для снятия ТЛ-характеристик, так и не состоялась. Реализация этой программы осуществлялась в Новосибирске, куда автор переехал в 1977 г.

Надо сказать, что осваивать тему ТЛ автору пришлось практически с нуля. Несколько встреч с В. Б. Василенко в Институте геологии и геофизики СО АН СССР оказались очень ценными познавательно, но с обработкой проб возникли сложности. Того количества материала в рамках одной пробы, который мы отобрали в поле, было мало для проведения измерений на имеющейся в лаборатории установке. Участие автора в полевой работе КСЭ-19 (1977 г.) в последний момент сорвалось, а через год изменилась ситуация при взаимодействии с В. Б. Василенко.

Параллельно искали иные пути реализации программы. При содействии М. Д. Казакевича был установлен тесный контакт с заведующим астролабораторией Клуба юных техников Академгородка В. И. Кириченко. При его активной помощи удалось создать рабочую установку для исследования параметров ТЛ и наладить регулярную обработку проб. В работу было вовлечено несколько десятков воспитанников Владимира Ильича, которые не только проводили замеры на установке, но и затем выезжали в составе экспедиционных групп на Тунгуску и брали почвенные пробы по согласованным с автором программам. Пробы на ТЛ отбирались в сезонах 1978–80 гг., причем особенно активно и в больших объемах в сезоне 1979 г., когда в эту работу были включены не только кютовцы под непосредственным руководством В. И. Кири-

ченко, но и несколько десятков других участников полевого сезона КСЭ-21, некоторые из них параллельно работали и по другим программам.

Таким образом, к началу 80-х годов удалось отобрать несколько сотен проб с обширной территории внутри зоны куликовского вывала леса и несколько десятков – за ее границами. Это позволило получить предварительные результаты, которые можно было уже обсуждать и корректировать дальнейшее развитие программы.

Данные измерений наносились на карту района Катастрофы, а проявляющиеся эффекты позиционировались по отношению к особым точкам района и контурам ранее выделенных эффектов по вывалу, ожогу, ТЛ траппов и т.п. В Новосибирске результаты и программа неоднократно обсуждались с «теоретиками КСЭ» – В. К. Журавлевым, Д. В. Деминым, В. А. Воробьевым, а в Томске – на «пятницах» и общих сборах – в обсуждения включалось активное ядро КСЭ в лице Н. В. Васильева, Ю. А. Львова, Д. Ф. Анфиногенова, С. А. Разина, В. Д. Гольдина и других. Рекомендации обсуждений учитывались при корректировке методики проведения экспериментов и проектированию полевой работы.

Большой объем пробного материала (под непосредственным руководством самого автора) удалось собрать в полевых сезонах 1981, 1984 и 1985 гг. Между сезонами была проведена огромная камеральная работа, требующая подготовки взятых проб к измерению на ТЛ-установке. Львиная доля этой работы легла на плечи В. А. Бидюковой. Кончина В. И. Кириченко сделала невозможным проведение замеров в КЮТе, и установку пришлось перенести на квартиру автора, где и проводились все последующие эксперименты по термолюмной программе.

К середине 80-х годов был накоплен вполне репрезентативный материал для первой публикации. В этот период неоценимую помощь автору оказал Д. В. Демин. Под его руководством были выполнены необходимые расчеты, построены таблицы и графики для будущей статьи, которая увидела свет в год очередного юбилея Тунгусского События [Бидюков, 1988].

Первая публикация подвела итог и определенному этапу исследований с ориентацией на валовый полиминеральный шлик. Накопилось множество затруднений, которые предопределили коренную смену методики. И хотя следующая статья [Бидюков и др., 1990] также основывалась на данных по шлихам, полевая работа уже планировалась с ориентацией на последующее выделение из шлика мономинеральной кварцевой фракции. Несмотря на то, что методика подготовки проб к отсмотру в камеральный период еще более усложнилась, появились надежды на более «чистые» и надежные результаты. В 80-е годы также были отобраны почвенные пробы в разных районах Сибири для сравнительного анализа при выделении надежных фоновых значений уровней ТЛ. Пробы отбирались в Новосибирской и Тюменской областях, а также в Красноярском крае (пос. Беляки, Богучанского района), в местах с характером местности, весьма похожим на тунгусский.

В камеральный период, кроме плановых отсчетов тунгусских образцов, обрабатывались фоновые пробы, проводились эксперименты по отжигу материала и технические эксперименты по многократному отсмотру материала одних и тех же проб для определения статистической погрешности. В дальнейшем анализу подвергались, как минимум, три навески одной и той же пробы, а пробы с «неординарными» значениями параметров анализировались по 5-7 и более раз.

С 1982 г. в полевые программы стали включаться отборы проб на выделенных площадках с малым шагом между точками отбора (100, 10 и 1 м). При этом определялись границы близких параметров ТЛ в окрестностях точки отбора пробы. Это направление мотивировалось тем обстоятельством, что и для ТЛ-исследований (как по траппам, так и по почвам) отмечался «эффект пятнистости», когда для близко расположенных проб могли наблюдаться существенно разные уровни термовысвечивания.

При обсуждении полученных результатов все чаще звучали рекомендации не ограничиваться анализом лишь приповерхностных проб, но брать почвенные разрезы, вплоть до каменной подложки и вечной мерзлоты. Аргументация заключалась в том, что при послойном анализе можно было обнаружить градиенты значений ТЛ, а это уже существенно расширяло диапазон интерпретаций. Но работа с почвенными разрезами требовала и иной организации полевых исследований. Под эти цели в 1988 г. был организован полевой отряд «Термолюм». Отряд работал 4 года подряд – с 1988 по 1991 гг. – и распался, когда после перестройки выезжать на Тунгуску каждый сезон стало затруднительно. Кроме того, в отряде были люди из различных республик Советского Союза (Россия, Белоруссия, Литва, Туркмения), связи между которыми стали быстро рваться, надежно изолировав жителей друг от друга.

За 4 года отрядом была проделана гигантская работа: взяты почвенные разрезы в различных точках района Катастрофы, произведен их послойный отмыв до состояния серого шлика, осуществлено выделение из каждого шлика легкой (светлой) фракции, которая затем была рассепарирована по величине зерна. Упакованный материал после полевого сезона доставлялся в Новосибирск, где в дальнейшем подвергался более тонкой обработке: под бинокулярным микроскопом из легкой фракции отбирались зерна бесцветного прозрачного кварца в диапазоне размеров зерна от 0,25 до 0,5 мм. Из этих зерен формировалась навеска в 10 мг (~200 зерен), которая затем анализировалась на ТЛ-установке для получения данных по термовысвечиванию образца.

Кроме работы по разрезам, в 1991 г. в районе стоянки на руч. Укагит были проведены эксперименты по моделированию пожарного воздействия на почвы. Для этого было заложено несколько площадок 1×1 м, на которых разводились костры. После их полного прогорания в этом месте брался

стандартный почвенный разрез. В дальнейшем по данным замеров уровней ТЛ в каждом слое предполагалось определить значения тепловых нагрузок на подстилающую поверхность с градиентом по глубине.

В 1991 г. была, фактически, проведена последняя полномасштабная экспедиция КСЭ. В 90-х программа в поле реализовывалась ограниченными силами – некоторое количество проб было взято в сезонах 1994 и 1996 гг. В юбилейный 1998 г. малочисленный центральный отряд КСЭ взял несколько почвенных разрезов большой глубины залегания (порядка десяти метров). Пробы отбирались с крутого берега руч. Укагит. Работа была направлена на калибровку чувствительности ТЛ-установки. Все отобранные в этот период пробы неизменно отмывались и сепарировались в полевых условиях. Последние по времени несколько проб на ТЛ были взяты в сезоне 2006 г. Два почвенных разреза закладывались приблизительно в 5 км на запад от г. Острой в месте, где при обработке материала были отмечены значения ТЛ, превышающие фоновые, причем как по шлихам, так и по кварцам. Однако ранее в этом месте были взяты лишь приповерхностные пробы.

Надо заметить, что по многим обстоятельствам, относимым к первой половине 90-х годов, ряд существенных результатов, будучи получен, не был опубликован. Большой объем пробного материала, отобранного после 1991 г., не обработан до сих пор. Не обработаны должным образом и не опубликованы данные по облучению образцов жесткой радиацией и восстановлению исходных уровней ТЛ (работа проведена в Томске С. Р. Угловым). То же относится к экспериментам по облучению вблизи факела плазмотрона, проведенным в Красноярске Г. П. Галанцевым. Недостаточно освещены эксперименты автора по ультрафиолетовому облучению образцов с целью стирания прагенетической информации кристаллов, направленные на разделение естественной и искусственно стимулированной ТЛ.

Данные по обработке ограниченного количества кварцевых образцов были опубликованы в журнале «Тунгусский вестник КСЭ» [Бидюков Термоллюминесцентные..., 1997]. Ранее, в первом номере этого журнала, автором была помещена небольшая заметка с популярным изложением перспектив развития ТЛ-программы [Бидюков, 1996], а в седьмом выпуске «Тунгусского вестника» – уже развернутая статья по этому поводу [Бидюков Пути..., 1997]. Спустя несколько лет в этом же журнале появилась статья, описывающая первые эксперименты по разделению естественной и аномальной ТЛ [Бидюков, 2000]. Вот, собственно, и все.

Настоящая статья призвана в какой-то мере компенсировать сложившийся «информационный вакуум». Автор обязуется собрать по крупицам хранящиеся в личном архиве сведения и представить их в виде связного, доступного пониманию текста. Сложность заключается в том, что обращение к теме происходит спустя десятилетие после завершения активной фазы интереса к «термоллюминесцентной» программе. Причин тому несколько, но здесь мы на них останавливаться не будем. Констатируем трудности в обработке архивных материалов и естественные провалы в памяти автора, что влечет определенные лакуны в подаче необходимых сведений. Сюда же необходимо отнести и некоторую «древность» подбора литературных источников, которые были актуальны в пору активной работы автора над ТЛ-программой, но уже давно не обновлялись. Некоторым утешением является то, что эти работы носят классический характер, и вряд ли их значение за прошедшие годы сильно девальвировалось.

Следует отметить, что в середине 90-х годов группой под руководством М. В. Коровкина (Томск) был получен весьма нетривиальный результат по исследованию так называемого «Камня Джона» [Коровкин и др., 1996]. Ими был обнаружен эффект ослабления с глубиной значений ТЛ минералов, составляющих тело этой осадочной породы, что должно свидетельствовать о радиационном воздействии извне. К сожалению, дальнейшего развития эти исследования не получили. Проверка их данных другими исследователями тоже не проводилась.

### **Основные выводы опубликованных работ**

Прежде, чем представлять материал собственных неопубликованных работ, необходимо, как нам представляется, изложить в концентрированном виде те важнейшие результаты, которые получены на предшествующем этапе исследований. Пока, насколько нам известно, такая задача никем не ставилась, за исключением интерпретаций в обзорных работах (см. напр., [Васильев, 2004, с. 143-146]). Однако, как показывают периодически появляющиеся в публикациях весьма вольные трактовки работ предшественников, их авторы не особенно утруждают себя анализом всей опубликованной по этой теме литературы и строят домыслы на основе вырванных из контекста фрагментов, как правило, на потребу собственным идеологическим пристрастиям в тунгусских разработках. Кроме того, сами публикации разбросаны по разным типам изданий и давно уже стали раритетными. Мы не ставим здесь перед собой задачу буквального воспроизведения опубликованного, да это не везде и целесообразно. Формой подачи будет реконструктивный анализ.

В публикациях по ТЛ траппов (чисто условное или метафорическое название – траппы, как таковые, не люминесцируют, как, впрочем, и почвы – ТЛ регистрируется у минералов, входящих в состав этих пород, да и то не у всех минералов), отобранных в полевом сезоне 1965 г (18 образцов) [Василенко и др., 1966; 1967] впервые показано, что *породообразующие минералы* в районе Тунгусской катастрофы *могут выступать в качестве ТЛ-индикаторов*. Однако незначительное количество проб пока не позволяло выявить существенные особенности поля естественной ТЛ.

В реконструктивном плане можно отметить одну устойчивую тенденцию, которая затем не раз проявлялась и при изучении ТЛ-почв, преимущественно, при коренной смене методики. Результаты предварительных исследований, проведенных в лаборатории В. Б. Василенко в 1966 г., выглядели отнюдь не оптимистично. В конце небольшой тезисной публикации [Василенко и др., 1966, с. 4] можно прочитать: «Не установлена с высокой достоверностью значимая связь светосуммы с расстоянием от эпицентра. Обсуждается вопрос о методике дальнейших исследований».

Это значит, что упования постановщиков ТЛ-программы на возможность *сразу* получить ошеломляющие, очевидные результаты не оправдались. Через десять лет автор настоящей статьи сам прошел по всем этим ступеням надежд-разочарований, потому ему близко настроение, проступающее сквозь скупые строчки первого публичного сообщения.

Тем не менее, уже в публикации следующего года [Василенко и др., 1967] – достаточно представительной и подробной – приводятся сведения, которые стоит рассмотреть повнимательнее. Оказывается, и на 18 образцах можно получить значимый материал.

Как явствует из анализа текста опубликованных работ, при постановке программы по ТЛ траппов исходили из установленных фактов *аэродинамического* (баллистическая и ударная волна) и *термического* (пожар, ожог) действия факторов Тунгусского взрыва. *Радиационное* воздействие упоминается лишь в предположительном залоге. Термолюминесценция, как ожидалось, могла обнаружить *следы* таких воздействий на подстилающую поверхность района.

**Гипотеза** о действии обозначенных факторов, по мнению авторов анализируемой работы, уместна при двух неперемных условиях: «если породы или порообразующие минералы, во-первых, могут выступать в качестве показателей степени воздействия соответствующего фактора, во вторых, действия каждого фактора значимо отличаются от действия других» (с. 227). То есть, чтобы можно было судить о степени влияния каждого фактора, вначале необходимо различить между собой их действие на ТЛ-материал.

Совершенно определенно решился вопрос относительно материала-индикатора.

«Поскольку естественное термовысвечивание исследованных пород, представленных основными эффузивами, не установлено, то нами изучалась неэлектромагнитная фракция этих пород, представленная основными и средними плагиоклазами и в незначительном количестве кварцем и калишпатом» (там же).

Отобранные «в поле» образцы траппов (рис. 1), в лаборатории надо было сначала размолоть до порошкообразного состояния, расщепить, удалив электромагнитную фракцию (не люминесцирующую) и выделив плагиоклазы, и лишь затем с этим материалом можно было работать как с индикатором.

Относительно же «показателей степени воздействия соответствующего фактора» вопрос упирался во второе условие. Надо было построить соответствующие различия.

«О влиянии давления на естественную ТЛ кварцев и плагиоклазов трудно сказать что-либо определенное. Имеющиеся в литературе сведения противоречивы и часто мало достоверны» (там же).

Это замечание делает совершенно неопределенными любые рассуждения о возможности и степени влияния баллистической и ударной волны на ТЛ-характеристики материала-индикатора, т.е. этот вопрос на том этапе исследований просто не мог быть решен, даже если бы таковой вклад давления в естественную термолюминесценцию (ЕТЛ) и наличествовал. Мы вынуждены это подчеркнуть потому, что уже в следующей работе этих авторов приводятся совершенно бездоказательные (без ссылок на соответствующие источники) интерпретации возможного вклада аэродинамических факторов в деформацию поля ЕТЛ на Тунгуске. Мы еще вернемся к этому вопросу при анализе работы 1976 г.

Теперь же разберемся с экспериментами по термическому воздействию. Приведенные формулировки и описания совсем не так прозрачны, как того хотелось бы, при том, что имеют существенное значение для понимания эффекта и перспектив метода. Прочитываем фрагмент статьи.

«Значительно лучше изучено влияние предварительного нагрева на естественную ТЛ кварца. Проведенные одним из авторов эксперименты показали, что при температуре 200 °С предварительный отжиг до 400 °С вызывает уменьшение светосуммы ТЛ и сдвигает максимум свечения в сторону высоких температур, а отжиг при 700 °С приводит к полному исчезновению собственной ТЛ. Хотя специальные эксперименты по отжигу плагиоклазов не приводились, есть основания предполагать, что изменение ТЛ параметров плагиоклазов при отжиге будет аналогично изменению параметров кварца» (там же).

Собственный опыт автора по проведению подобных экспериментов на шлихах и составляющих их минералах, в том числе кварцах и плагиоклазах, позволяет реконструировать этот фрагмент анализируемой работы более развернуто.

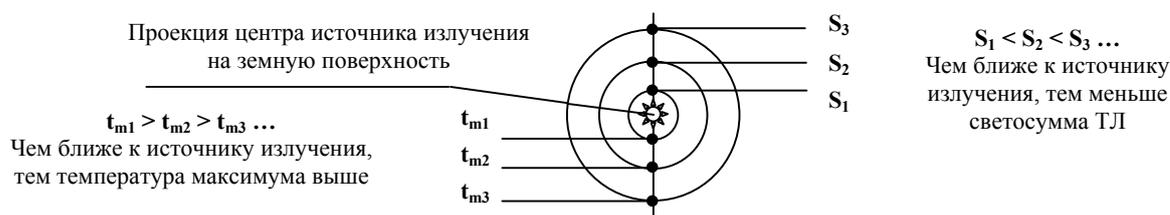
Прежде всего, действительно, механизм отжига действует подобным образом на различных термолюминесцирующих минералах. Далее, нагревание образца до температур выше 500-700 °С совершенно определенно «приводит к полному исчезновению собственной ТЛ», и при повторной обработке такого образца на установке можно констатировать – «не термолюминесцирует».

Кстати, проба № 17 в табл. 1 (с. 229) именно так и обозначена, хотя в тексте статьи этот крайне любопытный факт никак не отражен! При том, что эта проба ничем иным от других 17-и по всему не отличается, даже содержание урана в ней несколько выше, чем у еще двух проб и близко к пяти другим пробам из этого каталога.

Теперь несколько подробнее о предварительном отжиге. О чем здесь идет речь? Допустим, у нас есть достаточно материала со стабильными ТЛ-свойствами, и при обработке ряда его навесок (нормированного количества материала, необходимого для одного замера) мы получаем хорошо воспроизводимые результаты. В каждом последующем измерении мы получаем фиксированное положение температурного максимума, например  $200 \pm 2$  °С (приведенная в статье точность измерения для  $t_m$ ). Если мы теперь одну из навесок материала предварительно нагреем до 200 °С и лишь затем отсмотрим на установке, то заметим, во-первых, что начало ТЛ сдвинулось к этой температуре, а во-вторых, что положение пика переместилось в сторону более высоких температур (например, теперь он регистрируется при 220 °С). Более высокое предварительное прогревание будет сдвигать температуру максимума все дальше к границе температурного диапазона, за которым термолуминесценция прекращается. И если теперь после полевого сезона в наши руки попадает проба, у которой начало термовысвечивания существенно отличается от среднефоновое для этого района, а температурный максимум сдвинут в сторону высоких температур, то это свидетельствует о ее предварительном нагреве.

«Таким образом, если в исследуемом районе в изменении параметров естественной ТЛ неэлектромагнитной фракции пород основную роль играла предварительная термообработка образцов, то должна существовать отрицательная корреляционная зависимость между температурой максимума термосвечения и расстоянием и положительная корреляция между светосуммой и расстоянием» (с. 227).

Это предположение можно проиллюстрировать простой картинкой.



Появились *критерии опознания* ТЛ-эффектов на Тунгуске. Два из них относятся к температурному воздействию.

Теперь перейдем к радиации. «В общем случае можно считать, что увеличение дозы облучения вызывает пропорциональное увеличение интенсивности ТЛ и общей светосуммы до какого-то предела, условно называемого дозой радиоактивного насыщения, выше которой увеличение дозы не вызывает изменения параметров ТЛ. Величина этой дозы зависит от многих факторов, основными среди которых можно назвать кристалло-химические и другие особенности минералов, и природу радиоактивного излучения». И далее, «...можно ожидать, что наличие радиационного поля в предполагаемом центре могло обусловить отрицательную корреляцию светосуммы с расстоянием до этого центра» (с. 228).

Как и в предыдущем случае, мы имеем зависимость от расстояния до источника, но здесь это источник не теплового излучения, а жесткого, и светосумма ТЛ ( $S$ ) будет по мере приближения к источнику не ослабляться, а усиливаться. Как, впрочем, и другой параметр ТЛ – интенсивность ( $I$ ). Выделены еще два параметра-критерия для ТЛ-диагностики. Теперь – гипотетического радиационного воздействия.

Конечно, приведенная схема поясняет только принцип. Реальная картина на местности не столь радужна. Потому при расчетах зависимостей приходится довольствоваться корреляциями и закономерности буквально «нащупывать». Но это та цена, которую приходится платить за работу с природными индикаторными материалами. Здесь, кроме сложной геологической обстановки, мы сталкиваемся со сложностью самого материала-индикатора, ненормированностью его параметров.

В пионерской работе, которая сейчас подвергается анализу, дается положение, весьма важное для понимания существа всех последующих разработок в русле ТЛ-программы. «Как показали проводимые в лаборатории минералогии ИГиГ СО АН СССР исследования связи естественной ТЛ минералов с естественной радиоактивностью в породах, возраст которых равен  $150 \cdot 10^6$  лет и суммарная энергия, выделяемая содержащимися в пирите радиоактивными элементами в 1 см равна  $1 \cdot 10^3$  Мэв, устанавливается прямая положительная корреляция между светосуммой естественной ТЛ и радиоактивностью с коэффициентом корреляции = 0,8» (с. 228). Любая ЕТЛ возможна потому, что минералы, входящие в состав пород (в том числе и осадочных, и погребенных почв) длительное время находятся в соприкосновении с рассеянными радиоактивными элементами, и под воздействием их излучения на контактных расстояниях в течение миллионов лет микродозами запасают в своей структуре внутреннюю энергию. Чтобы ее освободить, необходимо минерал нагреть.

Но тогда может возникнуть подозрение, что вариации поля ТЛ на Тунгуске могут быть обусловлены различным содержанием природных радиоактивных элементов в сопутствующих породах. «В связи с этим интересно исследовать зависимость естественной ТЛ неэлектромагнитной фракции пород от содержащегося в минералах этой фракции урана» (там же).

Чтобы предметно говорить далее о полученных результатах, необходимо их привести (табл. 1).

Таблица 1. Результаты термолюминесцентного и химического анализа [Василенко и др., 1967, с. 229]

№ пробы	$t_m, ^\circ\text{C}$	I	S	U
1	340	1,15	3,5	0,5
2	275	16	47	1,5
3	327	9,25	41	0,8
4	355	1,4	3,2	1,7
5	350	1,5	2,4	1,5
7	401	0,9	1,6	1,5
8	330	4,3	12	1,7
9	335	3,5	9	1,8
10	326	2,5	5,8	1,2
11	343	1,7	3,3	0,8
12	302	3,8	7,6	1,5
13	344	4,3	12	1,1
14	355	21,5	113	1,1
15	365	8,5	32	0,7
17	не термолюминесцирует			0,7
18	329	2	3,5	0,8
19	340	2,3	5	1,2
20	328	9	27	0,4

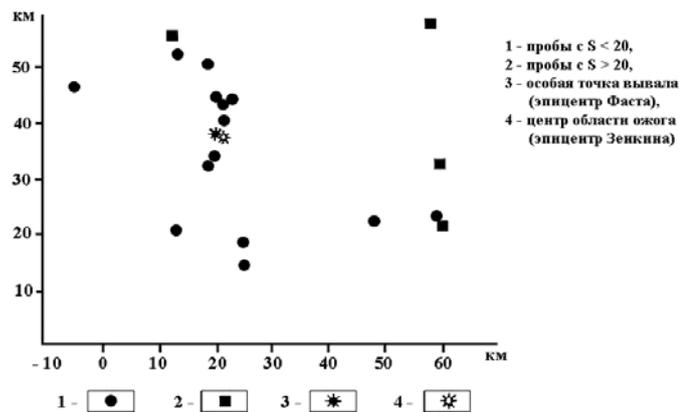


Рис. 1. Размещение пунктов отбора проб для термолюминесцентного анализа [Василенко и др., 1967, с. 229]

«По значению светосуммы термовысвечивания все исследованные образцы разбиваются на 2 группы: 1) с значением параметра  $S > 20$  и 2) с  $S < 20$  условных единиц. Пренебрежение этим обстоятельством и расчет коэффициента корреляции между  $S$  и содержанием  $U$  в пробах урана в целом по всем пробам дает отрицательную корреляцию с  $r_{SU} \approx 0,4$ . Расчет тех же коэффициентов корреляции в отдельности для группы со значениями  $S > 20$  и для группы с  $S < 20$  показывает, что в первом случае светосумма связана с ураном почти функциональной положительной прямолинейной зависимостью, а во второй группе соответствующий коэффициент корреляции  $r_{SU}$  равен  $\sim 0,3$  при достоверности не более 65% (рис. 2).

Примечательно, что пробы, попадающие в 1 группу, наиболее удалены от эпицентра. То есть можно предположить, что высокая корреляционная зависимость между  $S$  и  $U$ , характеризующая пробы первой группы, осложняется влиянием других факторов по мере приближения к эпицентру, причем эти факторы влияют в сторону уменьшения корреляции. Действительно, расчет коэффициента корреляции между  $S$  и  $I$  показал, что в целом для всей выборки эта связь не устанавливается, а для группы пород с  $S < 20$  у. е. соответствующий коэффициент корреляции  $r_{SI} = 0,44$  (с вероятностью не более 84 %). Следовательно, положительная корреляция  $S$  с  $U$  осложняется наличием отрицательной корреляции  $S$  с  $I$ . Расчет частных коэффициентов корреляции светосуммы с расстоянием при эллиминированном значении соответственно расстояния и урана дает  $r_{SUI} = 0,670$  и  $r_{SUI} = 0,60$  при вероятности более 95%» (с. 228-229).

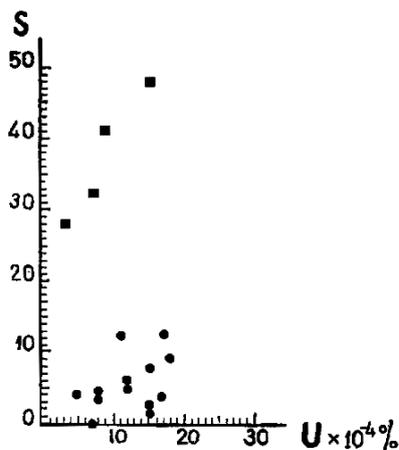


Рис. 2. Корреляция светосуммы с содержанием урана для двух групп проб. [Василенко и др., 1967, с. 230] Обозначения те же, что и на рис. 1.

Резюмируем наиболее важные положения работы.

1. Установлено, что траппы, как таковые, не термолюминесцируют.
2. Люминесцируют входящие в состав траппов минералы неэлектромагнитной фракции (плагиоклазы, полевые шпаты, кварцы).
3. В качестве рабочего материала целесообразно использовать плагиоклазы, как содержащиеся в пробах в большем количестве.
4. Характер влияния на ТЛ давления однозначно не устанавливается и связь поля ЕТЛ района с аэродинамическими воздействиями 30 июня 1908 г. неопределенна.
5. Термическое воздействие оставляет след в ТЛ-структуре взятого образца: возможно полное или частичное стирание ЕТЛ, происходит смещение температурного максимума в сторону высоких температур.
6. Радиационное воздействие усиливает интенсивность термовысвечивания и увеличивает светосумму ТЛ.
7. Характер поля термолюминесценции исследуемого района однозначно не определяется содержанием урана в сопутствующих породах.

В целом, первая работа ТЛ-программы заложила надежный фундамент всех последующих действий в этом направлении. Одновременно, она продемонстрировала те немалые трудности, с которыми

придется столкнуться в дальнейшем. Главной оказалась проблема соотношения «сигнал-шум». В качестве инструментария для работы с данными полевых измерений Д. В. Деминым на основе идей теории информации была разработана методика статистической оценки параметров явления [Демин, 1967].

Переходя к следующему этапу работы по ТЛ траппов, приходится посетовать на то, что публикация по этому этапу оказалась не самостоятельной, а «погребенной» в недрах более общей работы «О некоторых аномальных эффектах связанных с падением Тунгусского метеорита» [Васильев и др., 1976]. Нас интересует сейчас раздел этой статьи, называемый «Термолюминесценция траппов» (с. 76-82). Несмотря на публикацию каталога и территориальной схемы распределения проб с разными уровнями термовысвечивания, остается впечатление некоторой скомканности публикации. Потенциал работы гораздо выше, нежели был явлен «миру и храму». Это особенно огорчает, ибо нигде больше по этой теме ничего не публиковалось. В Государственном архиве Томской области (ГАТО) в фонде КСЭ имеется папка под номером 56 – «Термолюминесцентный анализ пород из района Тунгусского падения». У автора имеется описание вложения документов в эту папку, любезно предоставленная А. З. Фазлиевым. Получение описи датируется февралем 2006 г. К сожалению, до сих пор автор не проявил достаточного любопытства и настойчивости, чтобы ознакомиться с содержимым этой папки. Вполне возможно, что там есть интересные дополнения к уже опубликованному.

Лаконичность представляемой публикации позволяет привести ее текст почти полностью, с некоторыми несущественными сокращениями, никак не влияющими на понимание сути сделанного. Естественно, громоздкий каталог мы опустили. Если кто-либо из последователей вознамерится серьезно его проанализировать, то разыскать каталог по «указанным адресам» будет несравнимо проще, чем обработать.

«Отбор проб проводился... летом 1966 г. на площади 15×40 км на междуречье Хушмо и Кимчу... Всего было взято и исследовано 185 проб...»

В результате анализа кривых высвечивания были определены светосумма максимумов термолюминесценции, интенсивность в каждом из максимумов свечения, температуры максимумов.

На рис. 3 представлено территориальное распределение интенсивности термолюминесценции во втором максимуме. Размещение проб с повышенными значениями интенсивности термолюминесценции в целом имеет статистический характер: рядом с пробами, имеющими высокие значения, могут находиться почти нулевые пробы. Однако в правой части рисунка можно довольно четко разграничить точки с сильным и слабым свечением, причем граница обрисовывает два выступа – на СВ и ЮВ. Ее очертания очень напоминают «двухлепестковую» структуру ожога, однако граница находится всего в 4-7 км от эпицентра (для ожога – 9-14 км). Очень похожая схема получается также для территориального распределения общей светосуммы термолюминесценции. Территориальное распределение интенсивности в первом температурном максимуме вообще не обнаруживает никакого сходства с двухлепестковой формой.

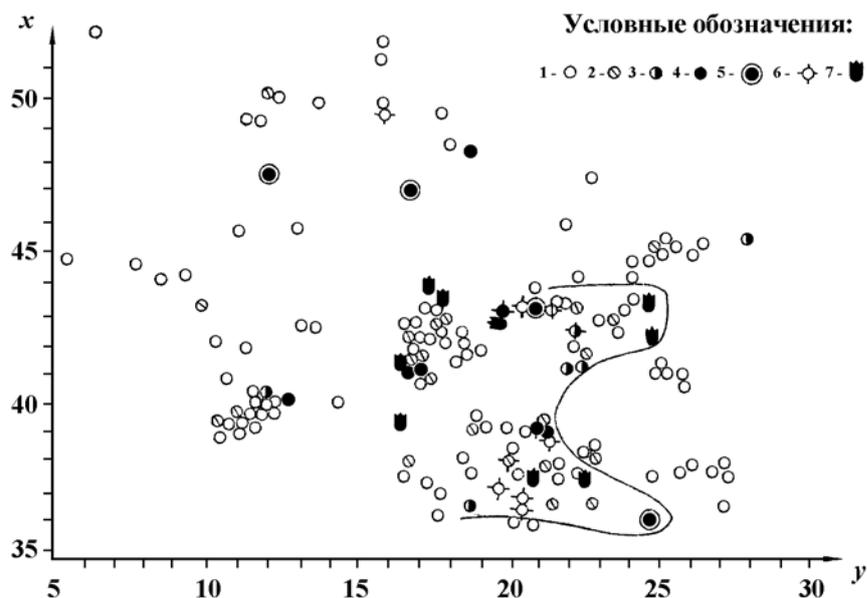


Рис. 3. Территориальное распределение проб траппов с различной интенсивностью второго температурного максимума термолюминесценции в районе Тунгусской катастрофы.

1 - максимума нет; 2 - величина максимума менее 5 усл. ед.; 3 -  $5 \div 10$ ; 4 -  $10 \div 20$ ; 5 - больше 20; 6 - содержание U в образце  $3 \cdot 10^{-4}\%$ ; 7 - наличие в пробе только второго максимума термолюминесценции. Система координат по В. Г. Фасту [18] [Васильев и др., 1976, с.77].

Разумеется, можно допустить, что дугообразная форма восточной границы больших светосумм получилась случайно, а высокие значения интенсивностей и светосуммы термлюминесценции являются результатом случайных колебаний естественного радиоактивного фона, из которого основной вклад в термлюминесценцию дает  $\alpha$ -излучение U. Для проверки последнего предположения в образцах, исследованных на термлюминесценцию, было определено также содержание U. Анализы проведены люминесцентно-перловым методом. Их результаты приведены в таблице (здесь не приводится - ББ) и на рис. 3.

Оказалось, что в траппах обследованного района содержание-U не выходит за пределы фоновых. Тем не менее, в траппах, отобранных в окрестности эпицентра (в круге с радиусом около 3 км), содержание статистически достоверно выше, чем в образцах, отобранных на периферии. На первый взгляд может показаться, что усиление термлюминесценции в центре района может быть объяснено обнаруженным повышением содержания U. Однако более внимательный анализ показывает, что это не так. В самом деле, из 47 проб, характеризующихся относительно высоким (100 усл. ед.) значением светосуммы, содержание U оказывается относительно высоким только в 12 пробах. И, наоборот, относительно высокому содержанию U (21 случай) повышенная светосумма соответствует далеко не всегда (12 совпадений).

Статистическая обработка данных по светосумме термлюминесценции для проб в ближней зоне подтверждает наличие достоверного повышения термлюминесценции с центром вблизи вывала. Обработка всего поля приводит к заключению, что этот эффект маскируется более мощным эффектом ослабления термлюминесценции в дугообразной области, охватывающей эпицентр и имеющей ось симметрии, совпадающую с направлением проекции траектории. Последний эффект, очевидно, обусловлен действием ударной волны, обычно приводящим к понижению термлюминесценции. Причина локального усиления термлюминесценции вблизи эпицентра остается неясной.

Из сказанного вытекает, что светосумма термлюминесценции в районе эпицентра Тунгусского взрыва выше, чем на его периферии; области повышенных значений светосуммы и интенсивности второго температурного максимума имеют характерную для некоторых других показателей Тунгусского взрыва структуру – двухлепестковый контур на востоке; указанные эффекты не могут быть сведены к случайно повышенному содержанию U в горных породах района».

Теперь укрупнено выделим главное, и некоторые положения специально прокомментируем.

1. Поле ТЛ исследуемого района неоднородно – рядом с пробами, имеющими высокие значения, могут находиться почти нулевые пробы. В этом, как и в других эффектах, выделенных на Тунгуске, проявляется т.н. «пятнистость». Обработка данных по результатам измерений требует статистических методик.

2. Приведенная на рисунке картина территориального распределения ТЛ по одному из параметров кривой термовысвечивания (КТВ) – интенсивности во втором максимуме – выявляет значимую неоднородность: вырисовывается «двухлепестковая структура» (возникает призрак «бабочки»).

3. Похожая схема получается и для территориального распределения общей светосуммы ТЛ.

4. Территориальное распределение интенсивности в первом температурном максимуме сходства с двухлепестковой формой не обнаруживает.

5. Содержание U в траппах обследованного района в целом не выходит за пределы фоновых.

6. Содержание U в траппах, отобранных в 3-х км зоне вокруг эпицентра, достоверно выше, чем в периферийных образцах. Детальный анализ результатов, однако, не дает оснований связывать повышение уровней ТЛ с повышенным содержанием урана в пробах.

7. Отмечено два разнонаправленных эффекта – усиления и ослабления ТЛ в эпицентральной зоне.

8. Отмеченные эффекты интерпретируются как налагающиеся друг на друга, причем эффект ослабления полагается доминирующим.

9. Последний эффект, очевидно, обусловлен действием ударной волны, обычно приводящим к понижению термлюминесценции.

Выводы по пп. 7 и 8 станут магистральными и для исследований по ТЛ почв. Причем, оба эти эффекта в наших исследованиях возникли совершенно независимо от результатов исследования по траппам, как и их сопряженность. Обо всем этом будет говориться подробно в соответствующих разделах статьи. А вот последний пункт списка необходимо прокомментировать уже сейчас, и очень пристрастно.

Здесь два допущения, и оба неверные.

1. То, что эффект ослабления ТЛ на Тунгуске обусловлен действием ударной волны.

2. То, что ударная волна обычно приводит к понижению ТЛ.

Мы выше уже упоминали, что в период первого этапа исследований по ТЛ траппов (1966-67 гг.) отмечалось, что надежных данных по характеру аэродинамического воздействия на ЕТЛ минералов горных пород нет. Подтверждений нынешнему утверждению авторов через ссылки на литературные источники в статье не приводится. Чтобы разобраться в ситуации необходимо реконструировать возможную аргументацию.

Осмелимся предположить, что легенда об ослабляющем действии ударной волны на термлюминесценцию проистекает от не очень внимательного прочтения интересной работы «Термлюминесцентные исследования доломита из метеоритных кратеров Каали» [Максенков, Никулова, 1968]. На протяжении 20-25 лет нам приходилось не раз слышать от именитых исследователей Тунгусского События тезис об ослабляющем ТЛ действии ударной волны. Иногда они ссылались на

«какую-то работу про метеоритный кратер в Эстонии». При этом как-то очень непосредственно отождествлялись импактные давления мегабарных величин («давления в импактных структурах составляли от 0,4-0,5 до 4-5 Мбар» [Колясников, 1990, с. 33]) и давление на фронте ударной волны (как в случае надземных ядерных взрывов, либо при Тунгусском взрыве). Для сопоставления величин приведем выдержку из работы [Цынбал, Шнитке, 1988]:

«Характер повреждений леса в эпицентре и размеры площади вывала позволяют предположить, что давление на фронте ударной волны в зоне хаотического вывала достигало 0,5-1,0 МПа, а на границе зоны вывала – 0,01-0,02 МПа» (с. 62).

Для справки: 1 бар =  $10^5$  Па = 0,1 МПа = 1,01972 кгс/см<sup>2</sup> [Енохович, 1976, с. 60].

То есть, между двумя рассматриваемыми случаями разница в пять-шесть порядков. Недаром для этих областей знания используются разные единицы измерения.

Дополнительная иллюстрация. По данным известного источника «Действие ядерного оружия» [1963], характеристика наземных повреждений на местности при ядерном взрыве: малые разрушения вызываются избыточным давлением в 2,1 - 2,8 кгс/см<sup>2</sup>; сильные разрушения – 3,17 - 4,43 кгс/см<sup>2</sup> (табл. 4.45, с. 165). И здесь давления порядка одного бара. При ударе же метеорита о землю возникают давления в сотни тысяч и миллионы раз больше.

Есть публикации, в которых описываются лабораторные исследования ТЛ проявлений при взрывных воздействиях на минералы, в частности, кварцы (см. напр., [Лапшин и др., 1969]).

«При этом выяснилось, что динамическое сжатие сильно влияет на люминесцентные характеристики неорганических материалов путем генерации структурных дефектов, валентных переходов, образования растворов с чужеродными примесями, полиморфных превращений». И далее, «...при взрывном нагружении таких образцов развивались давления порядка 400 кбар» (с. 928). Практически, в натуральных и лабораторных условиях исследуются однопорядковые процессы.

Таким образом, когда мы говорим о влиянии давления на ТЛ-характеристики материала, мы подразумеваем давления порядка  $n \times 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Вернемся теперь к работе В. Г. Максенкова и А. А. Никуловой и к недоразумению с ослаблением ТЛ при ударном воздействии на материал.

В статье, со ссылкой на источники, даются два любопытных примера **усиления** ТЛ.

«Из литературных данных, например, известно, что в результате удара пули в мраморе возникают большие напряжения, и интенсивность его термолюминесценции возрастает. Представляет большой интерес также сообщение о том, что вследствие удара наблюдалось повышение термосвечения минералов, взятых из Аризонского метеоритного кратера» (с. 51).

При изучении доломитов из кратера Кали обнаружилось, «что... термосвечение доломита в результате удара метеорита понизилась» (с. 52). Поскольку результат противоречил литературным данным, было решено провести дополнительные исследования материала иными методами, в частности, термическим и рентгенографическим. Оказалось, что в описываемом случае действует не один, а два фактора – ударное механическое воздействие, стимулирующее ТЛ, и сопутствующее нагревание материала, ее стирающее. Такой комплекс исследователи назвали «**термомеханический эффект**».

Итак, стирание ТЛ и здесь обусловлено **температурным отжигом**, а не механическим воздействием. Появляется соблазн перенести действие этого механизма и на Тунгуску. Но ведь там импакта не было, взрыв произошел в воздухе, а возникшая ударная волна не могла быть фактором, усиливающим ТЛ. Тем не менее, двухфакторная модель (усиливающе-стирающая) приложима и к трапповым, и к почвенным исследованиям. Роль стимулирующего фактора остается вакантной.

Логическим продолжением анализа работ по ТЛ горных пород из района Тунгусской катастрофы является переход к статье М. В. Коровкина с «группой товарищей» [1997]. Тезисный характер статьи и скудные сведения о методике работы с пробным материалом (знаменитый «Камень Джона») породили за 10 лет массу слухов об этой работе. Сам Михаил Владимирович не прикладывал особых усилий, чтобы эти слухи рассеивать. Тем не менее, в приватной беседе нам удалось совершенно определенно выяснить, что образцы для исследования брались именно в «теле» Камня, исследовались, как и указывается в статье, три слоя с различных глубин, а интерпретация полученных результатов однозначна и четко прописана в тексте.

Это делает выполненную и опубликованную работу далеко не ординарным событием, значимость которого до сих пор не оценена по достоинству. Нетривиальный результат, очевидно, обескуражил и даже напугал многих, «идущих вместе» по тунгусской стезе. Как и «геомагнитный эффект», его сейчас стараются задвинуть подальше в темный угол сознания и под различными предлогами девальвировать. Не способствует его популяризации и сам автор этого достижения, прекративший дальнейшие исследования в перспективном направлении и не предпринявший больше попыток опубликовать развернутый отчет о проделанной работе, который мог бы снять многие вопросы по ее существу.

Чтобы не плодить собственных мифов, приведем только очевидный «сухой остаток» результативной части этой статьи.

«Восстановленная гамма-облучением ТЛ образцов кварца, отобранных из приповерхностного слоя, отличается высокой интенсивностью свечения, свидетельствующей о наличии предшествующего радиационного воздействия. Наблюдается закономерное ослабление ТЛ с глубиной отбора проб (рис. 4)...

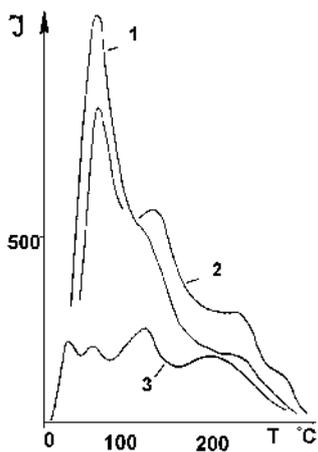


Рис. 4. Восстановленная гамма-облучением ТЛ образцов кварца, отобранного из одного места («Камень Джона») по глубине:

- 1 - образец №1, (0 - 3 см);
- 2 - образец №2, (3 - 6 см);
- 3 - образец №3, (12 - 15 см).

На основании проведенных экспериментов можно сделать предположение о том, что Тунгусский взрыв сопровождался радиационным воздействием» [Коровкин и др., 1997, с. 13].

Несколько замечаний, связанных с «Камнем Джона».

1. По данным работы [Голубов и др., 1997]: «Наличие признаков слоистого строения и упорядоченности в расположении обломков дает основание рассматривать эти породы как осадочные» (с. 43).

Осадочные породы могут быть стратифицированы по возрасту. Более глубокие слои породы имеют и больший возраст. Слои большего возраста термолюминесцируют интенсивнее, следовательно, для естественной термолюминесценции мы будем иметь обратный градиент ТЛ, нежели зарегистрированный в работе [Коровкин и др., 1997]. Никакими контактными взаимодействиями с окружающими породами естественного окружения, имеющими в своем составе рассеянные радиоактивные элементы, такого градиента добиться невозможно. В естественных условиях действуют совершенно иные механизмы накопления светосуммы ТЛ. Подробнее об этом будет говориться ниже.

2. Для объяснения нетривиального эффекта, полученного М. В. Коровкиным, может возникнуть идея привлечения механизма ударного стимулирования ТЛ (по типу импактного). Чтобы не возникало такого соблазна, приведем еще один фрагмент из уже цитированной работы группы Б. Н. Голубова.

«...Наблюдаемое волнистое или пятнистое угасание некоторых кристаллов кварца едва ли может служить безоговорочным критерием ударного метаформизма. Отсутствие к тому же в породе минералов-индикаторов ударных воздействий указывает на то, что сильному механическому воздействию порода не подвергалась» (с. 41).

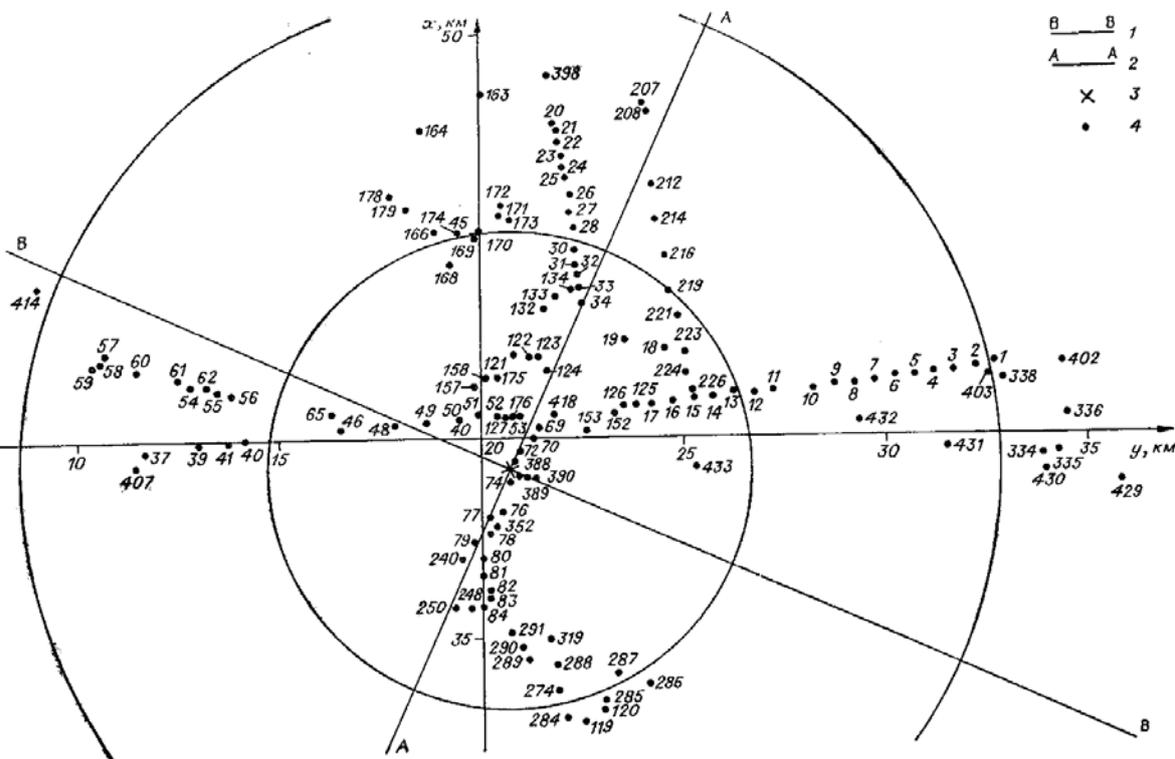


Рис. 5. Схема отбора проб почв в центре падения Тунгусского метеорита. 1 - проекция траектории полета Тунгусского тела; 2 - перпендикуляр к проекции траектории; 3 - эпицентр взрыва; 4 - точки отбора проб. Цифры - номера проб [Бидюков, 1988, с. 96].

Перейдем дальше к пласту материалов, связанному с ТЛ почв. Как описывалось ранее, коренная смена методики, совпавшая со сменой поколений исследователей, была обусловлена необходимостью получить более равномерную и густую сетку отбора проб в районе Тунгусской катастрофы. Было также отмечено, что с начала разворачивания работ по новой программе до первой публикации прошло более 10 лет.

Первое десятилетие работы по почвенной программе ТЛ было ориентировано на изучение ТЛ-характеристик полиминерального шлиха, отмытого из почвенной пробы. Считалось, что работа с таким материалом имеет ряд несомненных преимуществ, облегчающих процесс обработки большого количества проб.

«С 1976 по 1981 г. по избранной методике было отобрано более 400 почвенных проб, в основном на площади, ограниченной контуром области ожога. Около сотни проб взято вне этого контура, но внутри области вывала леса и несколько десятков – за границей вывала на юге и северо-востоке. В центральной области пробы брали с шагом в среднем 0,5 км, на периферии – 1-2 км, за контуром вывала – 4-5 км [Бидюков, 1988, с. 96].

Схема распределения точек отбора проб по центральной части исследуемого района представлена на рис. 5.

В камеральный период «были изучены 193 почвенные пробы, отобранные в центральной части района падения (см. рис. 5, каталог в статье – *здесь опущен - ББ*). В результате анализа кривых высвечивания была определена общая светосумма термолюминесценции образцов. Для части шлихов (примерно половины общего количества) было сделано несколько параллельных замеров. Общая светосумма образца в этих случаях рассчитывалась как среднее арифметическое отдельных измерений.

На рис. 6 приводится точечная диаграмма распределения светосумм ТЛ в зависимости от расстояния точки отбора пробы до эпицентра по вывалу с координатами  $x = 39,2$  км и  $y = 20,7$  км (система координат по В. Г. Фасту и др. [14]). Диаграмма обнаруживает две характерные особенности распределения. В зоне от 5 до 15 км вокруг эпицентра отмечается преобладание проб с высокими значениями светосумм, а в зоне, непосредственно примыкающей к эпицентру, группируются пробы с низкими значениями светосумм.

Возникает вопрос, случайно ли такое распределение или оно носит закономерный характер, обусловленный действием одного или нескольких факторов, изменяющих уровень термовысвечивания минералов?» (с. 99).

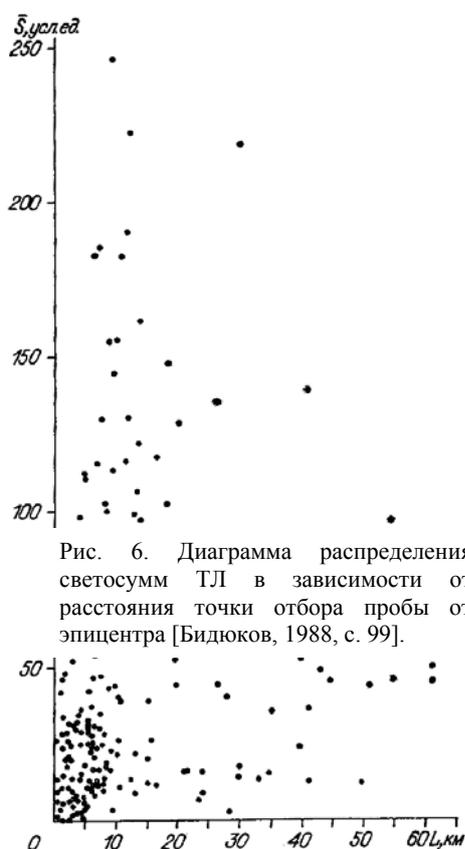


Рис. 6. Диаграмма распределения светосумм ТЛ в зависимости от расстояния точки отбора пробы от эпицентра [Бидюков, 1988, с. 99].

Далее мы вынуждены привести весь блок статистических выкладок этой статьи. Такая необходимость вызвана тем, что критики термолюминесцентной программы пеняют нам тем, что мы в своих статьях приводим «заумные» математические расчеты, из которых непонятно как получают наши ТЛ-аномалии (см. [Бидюков и др., 1990]). В представляемой работе [1988] все выполнено по каноническим методикам (см. ссылки на соответствующую литературу) и прозрачно для понимания. Естественно, что эта процедура, при желании, может быть применена и к прочим данным наших исследований. Однако мы сейчас представляем *опубликованные* результаты, и что можно было бы сделать в том или ином случае в прошлом, относится лишь к области предположений и пожеланий.

«Разобьем область вокруг эпицентра на следующие зоны (см. рис. 5): а) круг радиусом 6 км вокруг эпицентра; б) кольцо радиусом от 6 до 12 км; в) площадь к северу от линии В - В, совпадающей с направлением восточного варианта траектории; г) площадь к югу от линии В - В; д) площадь к востоку от линии А - А перпендикулярно В - В; е) площадь к западу от линии А - А. Построим гистограммы распределения светосумм ТЛ внутри выделенных зон (рис. 7, табл. 2 [Бидюков, 1988, с. 102]).

Разделим каждую гистограмму на две части, объединив интервалы в пределах 0-60 усл. ед. и 60-250 усл. ед. Рассмотрим следующие пары зон: а и б, в и г, д и е.

Для каждой пары будем решать задачу следующего вида [2]. Пусть  $N$  объектов расклассифицированы по двум парам признаков, вследствие чего возникают четыре класса, и пусть  $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}$  - количество объектов в этих четырех классах. Нужно проверить, будут ли обе пары признаков независимыми. Построим таблицы сопряженности признаков  $2 \times 2$  (вида табл. 6.8 [12]).

Достоверность различий пар признаков можно оценить по критерию хи-квадрат [2]:

$$\chi^2 = \frac{(x_{11}x_{22} - x_{12}x_{21})^2 N}{(x_{11} + x_{12})(x_{21} + x_{22})(x_{11} + x_{21})(x_{12} + x_{22})}$$

Расчет для зон *a* и *б*, *в* и *г*, *д* и *е* дает значения 8,17; 3,77 и 4,46 соответственно.

Так как для таблицы сопряженности 2×2 число степеней свободы равно единице [12], то достоверность различий признаков для зон *a* и *б* устанавливается с уровнем значимости 0,5% (8,17 > 7,88), для зон *в* и *г* - 10% (3,77 > 2,71) и для зон *д* и *е* - 5% (4,46 > 3,84).

Таким образом, группирование проб с пониженными значениями светосумм в зоне *a* и с повышенными значениями светосумм в зоне *б* нельзя объяснить чисто случайными причинами. Кроме того, расчет для зон *в* и *г*, *д* и *е*, а также анализ гистограмм (см. рис. 7) позволяют заключить, что эффект понижения светосумм ТЛ преобладает на юге и западе от эпицентра.

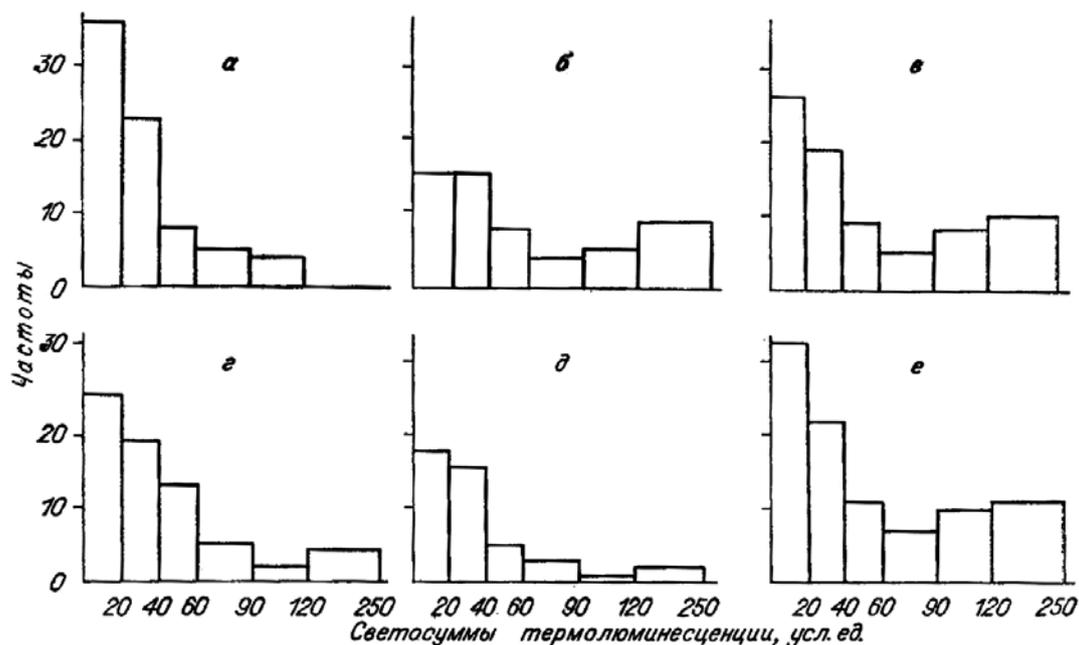


Рис. 7. Гистограммы распределения светосумм ТЛ внутри зон вокруг эпицентра [Бидюков, 1988, с. 102].

Таблица 2. – Частотное распределение светосумм ТЛ внутри выделенных зон [Бидюков, 1988, с. 102]

Интервалы значений светосумм ТЛ (усл. ед.)	Зоны					
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>
0–20	36	15	26	25	18	33
21–40	23	15	19	19	16	22
41–60	8	8	9	13	5	11
Σ	67	38	54	57	39	66
61–90	5	4	5	5	3	7
91–120	4	5	8	2	1	10
121–250	—	9	10	4	2	11
Σ	9	18	23	11	6	28

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Метод изучения ТЛ минеральной фракции почвенных проб может быть использован как средство изучения некоторых последствий Тунгусского падения.
2. Статистическая обработка полученных данных выявила аномалию в распределении светосумм ТЛ почвенных образцов вокруг эпицентра катастрофы. Повышение уровня термовысвечивания в зоне до 15 км вокруг эпицентра маскируется более мощным эффектом его ослабления в ближней зоне (до 6 км вокруг эпицентра). Эффект понижения ТЛ тяготеет к юго-западу.
3. Выявленные особенности подтверждают наличие аномалии в термовысвечивании минералов, установленное при изучении ТЛ траппов района падения» (с. 101-103).

Далее обратимся к следующей публикации по итогам работ, продолжающих исследования в ключе изучения полиминеральных шлихов из района Тунгусской катастрофы [Бидюков и др., 1990].

«В настоящей публикации производится подробный анализ всех имеющихся на сегодняшний день данных, включающий выделение зон выраженного и аномально высокого проявления эффекта, а также в связи с зоной ожоговых повреждений веток лиственниц. Предполагается, что на исследуемой территории действовали два фактора: неизвестный фактор, стимулирующий ТЛ, и тепловое воздействие, производящее отжиг, т. е. существенно ослабляющее ТЛ» (с. 97).

Прежде чем продолжить изложение основных моментов этой статьи, необходимо ясно и четко определиться, чтобы избежать в дальнейшем кривотолков. Если раньше мы излишне «осторожничали», называя стимулирующий ТЛ фактор «неизвестным», то пришло время сказать, что сейчас мы не видим никаких разумных альтернатив отождествлению этого фактора с **достаточно жесткой радиацией**. Мы это заявляем при том, что вполне осознаем отсутствие иных надежных свидетельств в пользу такого вывода. Более подробно это обстоятельство будет обсуждаться ниже, пока же мы рекомендуем читателю везде, где далее упоминается «неизвестный стимулирующий фактор» подразумевать именно радиацию.

В статье представлены данные по 465 навескам для 193 проб. Данные обработки этого материала сведены в обширный каталог, который здесь не приводится. Публикация под одной обложкой всех имеющихся сейчас каталогов по ТЛ представляет самостоятельную задачу. Автор планирует решить ее в ближайшие несколько лет.

Общая схема расположения проб дана ниже (см. рис. 9).

Статистическая обработка данных в этой статье опирается на принятую ранее двухфакторную стимулирующе-стирающую ТЛ модель. Приведенный выше анализ всего комплекса обстоятельств, связанных с проявлением ТЛ в условиях природных катастроф, показывает, что эта модель заслуживает самого пристального внимания и углубленного изучения.

Поскольку мы убедились в непричастности аэродинамического воздействия на изменения поля ЕТЛ в исследуемом районе, остается лишь два претендента на значимый вклад в его изменение – *проникающая радиация* и *температурный отжиг*.

«Разрушение Тунгусского космического тела на заключительном участке траектории сопровождалось мощным тепловым воздействием на земную поверхность. Оценка характера такого воздействия, его параметров и границ проявления дается в ряде основополагающих работ по проблеме... Учитывая результаты этих исследований, естественно в первом приближении принять в качестве зоны интенсивного теплового воздействия, повлиявшего на ослабление ТЛ, именно зону ожога.

Результаты статистической обработки параметров ТЛ для проб, взятых в зоне ожога (ЗО) и вне ее, даны в табл. 3 и в корреляционной матрице (с. 98):

*Коэффициенты корреляции между параметрами ТЛ*

		В зоне ожога					Вне зоны ожога		
		$I_1$	$I_2$	$I_3$			$I_1$	$I_2$	$I_3$
$S$		-0,05	0,94	0,84	$S$		-0,25	0,94	0,94
	$I_1$		0	0		$I_1$		-0,23	-0,23
			$I_2$	0,68				$I_2$	0,68

Таблица 3. – Статистические параметры ТЛ  
[Бидюков, 1990, с. 98].

Параметры	В зоне ожога (m = 98)			Вне зоны ожога (m = 95)		
	min	max	Среднее	min	max	Среднее
S	0	265	34,79	3	297	67,61
I <sub>1</sub>	0	2	0,21	0	1,1	0,14
I <sub>2</sub>	0	23	2,01	0	21,4	3,63
I <sub>3</sub>	0	9,7	1,92	0	13,5	3,52

Как видно из табл. 3, средняя по S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> в зоне ожога заметно ниже, чем вне ее. Для S среднее вне ЗО в 1,94 раза выше, чем в ЗО; для I<sub>2</sub> и I<sub>3</sub> аналогичные отношения совпадают и равны 1,8. Таким образом, интенсивность второго и третьего пиков ТЛ в ЗО ослабляется в одинаковой степени. Весьма интересен и тот факт, что отношение средней интенсивности второго пика к средней интенсивности третьего в ЗО и вне ее практически совпадают: в ЗО имеем 2,01 : 1,92 = 1,04 и вне зоны 3,63 : 3,52 = 1,03.

Сделанное наблюдение позволяет с достаточной уверенностью считать, что *неучтенные колебания минерального состава шихта не оказали существенного влияния на результаты анализа.*

Итак, если в исследуемом районе существует наведенная Тунгусским взрывом ТЛ, то ЗО – место действия двух факторов: наведения ТЛ и ее «стирания». Не исключено также, что в ЗО действовал лишь один фактор – тепловой, приведший к существенному ослаблению естественной природной ТЛ.

Интенсивность первого пика занимает особое, независимое от других параметров положение, в то время как остальные параметры тесно связаны между собой...

Еще одним важным свидетельством отжига ТЛ именно внутри ЗО, а не вне ее (например, в местах, где был пожар 1908 г.) служит тот факт, что минимальное значение светосуммы в ЗО составляют 0 усл. ед., а вне ее – 3 усл. ед. Имеется шесть проб внутри ЗО (65; 126; 134; 157; 352; 388), где S = 0,1 и 2 усл. ед. Все они образуют компактное поле, приуроченное к участку особо сильного ожога, указанному в работе [Львов, Васильев, 1976] (рис. 8).

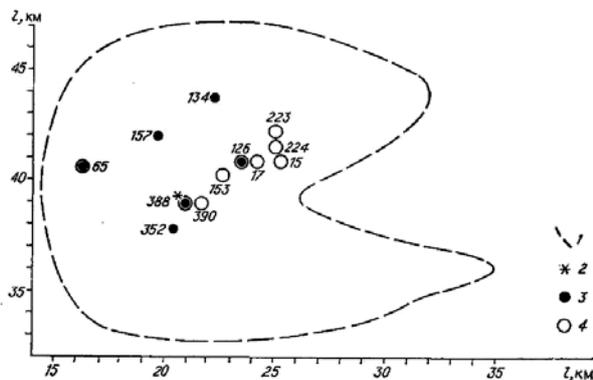


Рис. 8. Положение проб с anomalously низкой ТЛ  
1 – граница ожога; 2 – эпицентр взрыва; 3 – пробы с низкой светосуммой (0-2 усл. ед.); 4 – пробы с началом ТЛ 200 °С и выше. Цифры – номера проб [Бидюков, 1990, с. 99]

По-видимому, это свидетельствует о высокотемпературном отжиге с температурами много выше пожарных. В то же время нельзя отрицать влияния пожаров на ослабление ТЛ, на что указывают и авторы работ [Морозов, 1968; Овчинников, Максенов, 1963]. Вне ЗО есть две пробы (97; 363), у которых температура начала ТЛ составляет 220 и 200°C соответственно, что явно свидетельствует об отжиге. Однако их светосуммы гораздо выше (12 усл. ед.), чем у указанных шести проб. Все остальные пробы, у которых температура начала ТЛ выше или равна 220°C, находятся в ЗО в указанном ранее участке особо интенсивного ожога.

### Воздействие стимулирующего ТЛ-фактора

Чтобы качественно охарактеризовать степень предполагаемого воздействия неизвестного фактора, попытаемся разбить массив данных на три группы, соответственно пробам с:

- *аномально высокими значениями параметров;*
- *выраженным проявлением эффекта;*
- *отсутствием заметного эффекта (проявления неизвестного фактора).*

Из сказанного ранее о возможном действии двух факторов в ЗО вытекает, что для нахождения граничных значений параметров для этих групп необходимо проанализировать выборку, состоящую из проб, не входящих в ЗО.

*Для нахождения проб с anomalously высокими значениями параметров ТЛ использована процедура оптимального трехзначного кодирования, разработанная В. О. Красавчиковым и описанная в соответствующем разделе статьи [1990], здесь мы ее опускаем.*

### Выделение проб с anomalously высокими значениями параметров ТЛ

В результате применения *процедуры оптимального трехзначного кодирования* к массиву данных для проб, лежащих вне ЗО, оказалось, что данные по I<sub>1</sub> не допускают оптимального трехзначного кодирования (свыше половины значений сосредоточено в левом конце диапазона). Данные по S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> не рассекаемы слева, т. е. с помощью этой процедуры удалось выделить только anomalously высокие значения:

Границы аномально высоких значений параметров ТЛ

$X^+$	S	$I_2$	$I_3$
	147	10,3	9,5

Распределение проб с аномально высокими значениями параметров ТЛ по территории (включая зону ожога) показано на рис. 9. Всего таких проб 12, из них три лежат в ЗО. Особо выделены пробы, которые имеют лишь одно аномально высокое значение из трех возможных, т. е. недостаточно надежные. Пробы с аномально высокими значениями в значительной мере сосредоточены в так называемой зоне особого (или слабого) ожога [Львов, Васильев, 1976, с. 54], что лишним раз подтверждает ее существование, а в целом их расположение достаточно хорошо коррелирует с осью симметрии вывала (см. рис. 10).

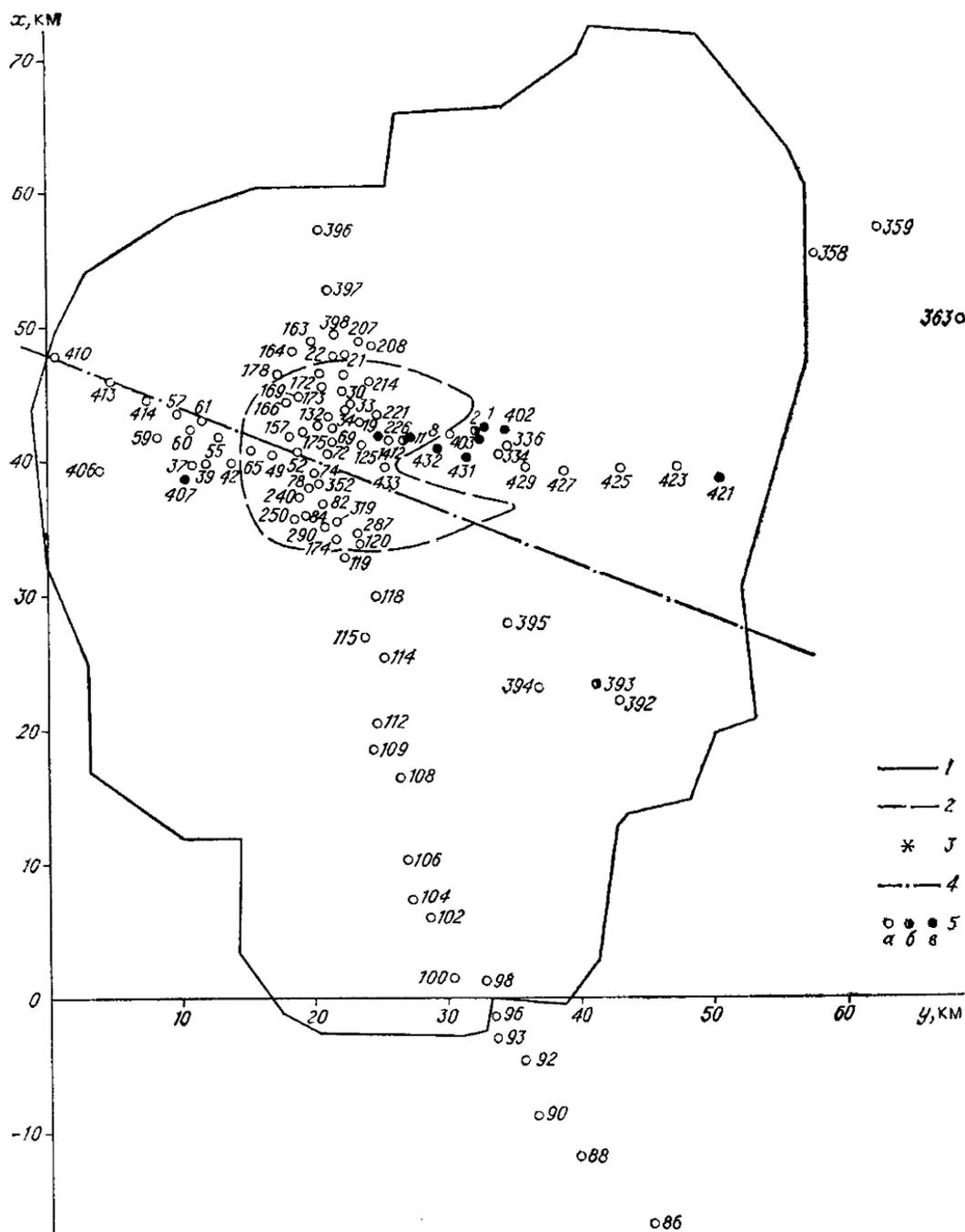


Рис. 9. Распределение проб с аномально высокими значениями параметров ТЛ. 1,2 – границы вывала леса по В. Г. Фасту и соавторам [1967] (1) и термического ожога ветвей деревьев по А. Г. Ильину и соавторам [1967] (2); 3 – эпицентр взрыва по В. Г. Фасту и соавторам [1967]; 4 – ось симметрии вывала; 5 – пробы (а – не давшие эффекта усиления ТЛ, б – аномальные по трем и двум признакам, в – по одному). Цифры – номера проб [Бидюков, 1990, с. 104]

Следующее важное обстоятельство - то, что ни у одной из 12 проб с аномально высокими значениями параметров ТЛ нет первого пика! Отсюда можно предположить, что наличие первого пика свидетельствует об отсутствии выраженного проявления стимулирующего ТЛ фактора.

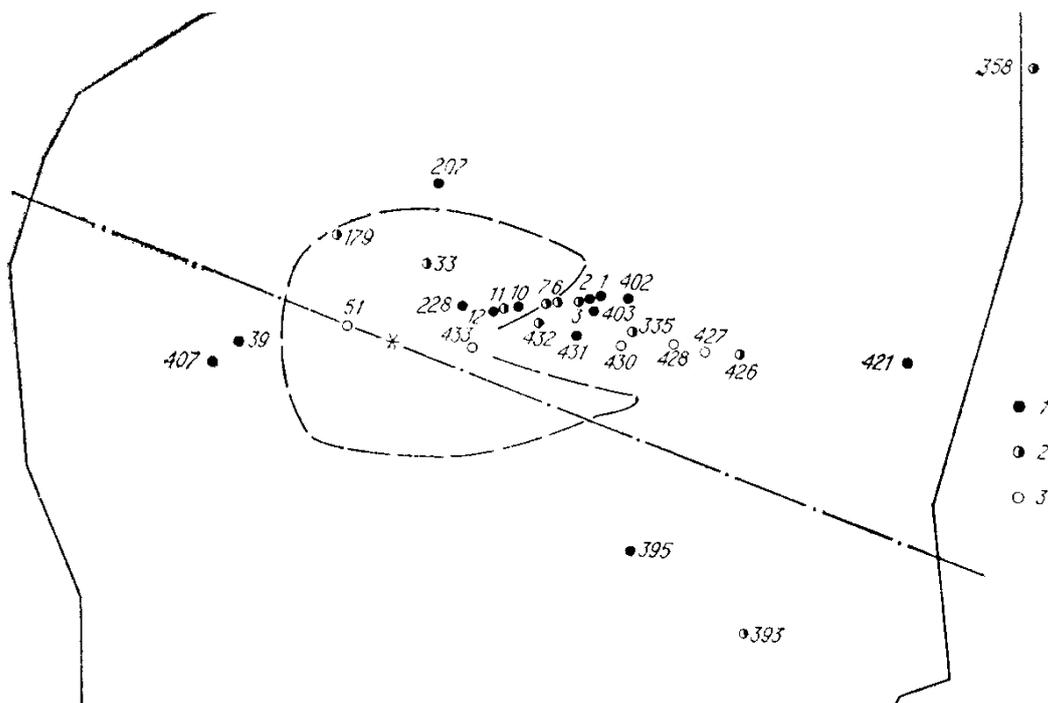


Рис. 10. Распределение проб с выраженным проявлением эффекта стимуляции ТЛ.  
1-3 – эффект выражен по трем (1), по двум (2) и по одному (3) признаку. Ост. усл. обозн. см. на рис. 8 [Бидюков, 1990, с. 105]

#### Учет первого пика

Пробы с наличием первого пика распространены по всей территории исследуемого района. В ЗО их 41, вне ее – 29. Как и ранее, для выяснения ситуации с первым пиком воспользуемся данными по пробам, находящимся вне ЗО.

Таблица 4. – Статистические параметры ТЛ  
[Бидюков, 1990, с. 106].

Параметр	min	max	Среднее	Параметр	min	max	Среднее
Для проб с первым пиком (n = 29)				Для проб без первого пика (n = 66)			
S	3	101	37,21	S	4	297	80,97
I <sub>2</sub>	0	6,7	1,75	I <sub>2</sub>	0	21,4	4,46
I <sub>3</sub>	0	7,0	2,2	I <sub>3</sub>	0	13,5	4,1

Результаты обработки данных для проб, лежащих вне ЗО, с наличием первого пика и без него представлены в табл. 4.

Как видим, средние значения S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> в 2 раза выше у проб без первого пика. Кроме того, и максимальные значения существенно выше: так, светосумма у проб с первым пиком пробегает только первую треть диапазона изменения S. Сказанное позволяет с достаточной уверенностью принять, что если у пробы значения S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> не превосходят 101;

6,7; 7,0 соответственно, то для нее отсутствует выраженное проявление стимулированной ТЛ. Если же одно из значений S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> больше указанных выше, то можно считать, что это проба с выраженным проявлением эффекта стимулированной ТЛ. Расположение проб с выраженным проявлением эффекта и проб с аномально высокими значениями S, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> представлено на рис. 4. Их приуроченность к оси симметрии вывала и другим юго-восточным вариантам проекции траектории пролета ТКТ не вызывает сомнений.

Таким образом, основные результаты работы сводятся к следующему:

- интенсивность проявления ТЛ в ЗО в 2 раза ниже, чем в районе исследований за ее пределами. Внутри ЗО обнаружена область интенсивного отжига ТЛ, совпадающая с зоной максимальных ожоговых повреждений веток лиственниц. В этой области сосредоточены все точки с нулевой и близкой к ней ТЛ. Все это позволяет считать, что в зоне ожога произошло существенное ослабление первоначально стимулированной явлением 1908 г. (либо естественной) термолюминесценции;
- выделена зона аномально высоких значений ТЛ и более широкая зона выраженного проявления стимулирующего ТЛ фактора, тяготеющие к оси симметрии вывала;
- концентрация значительной части аномально высоких значений ТЛ на восточном участке зоны ожоговых повреждений веток подтверждает наличие в этом месте слабого ожога.

Сравним данные по термолюминесценции траппов и почв. Учитывая выводы работы [Васильев и др., 1976], следует отметить главный общий момент: первоначально наведенная неизвестным стимулирующим фактором ТЛ затем маскируется более мощным эффектом, ее ослабляющим. Н. В. Васильев и

соавторы [1976] главным ослабляющим ТЛ фактором считают действие ударной волны. Однако этот тезис представляется малоубедительным, поскольку для заметного изменения ТЛ требуются гораздо большие давления. В то же время связь с термическим отжигом достаточно обоснована и для траппов. Так, общая светосумма ТЛ траппов вне ЗО (даже без учета четырех восточных «ураганных» проб) в 2,1 раза выше, чем в ЗО (см. табл. 1 в работе [Васильев и др., 1976]). Пять из семи минимальных значений светосумм ТЛ траппов лежат в ЗО на юго-западном участке все той же области максимальных ожоговых повреждений веток. Наличие в ЗО проб с повышенными значениями ТЛ не противоречит концепции двухфакторной стимулирующе-стирающей ТЛ модели.

Приведенные соображения показывают, что складывающиеся по двум методикам (шлих и трапп) картины проявления эффектов скорее дополняют друг друга, чем противоречат» (с. 97-107).

Естественно, чтобы добиться больших совпадений, необходимо было бы иметь совместимые программы хотя бы по сеткам отбора проб. Но невозможность добиться этого и потребовало искать иной материал для продолжения исследований.

Представляя выше публикацию 1990 г., мы упоминали процедуру оптимального трехзначного кодирования, разработанную для выделения аномалий В. О. Красавчиковым. Поскольку в разное время в отношении этой методики и правомочности ее применения в обозначенном контексте высказывался ряд критических замечаний, мы попросили автора прокомментировать характер своей разработки. Владимир Октябрьевич любезно согласился это сделать. Ниже дается его краткий комментарий.

С его согласия, мы здесь также даем несколько ссылок на публикации, где описывается опыт успешного применения данной разработки – [Прямые..., 1991; Красавчиков, 2000; Эколога..., 2002].

*«Оптимальное трёхзначное кодирование позволяет найти оптимальные (по экстремальным значениям плотностного функционала) границы значений признаков, а при вынесении этих границ на карту формальным (и при этом «разумным») способом определить границы пространственного распределения малых (если они есть), фоновых и повышенных значений признака.*

*Но, как и большинство методов анализа данных, опирающихся на нахождение экстремальных значений функционалов, оно, вообще говоря, не рассчитано на установление «статистической достоверности» и, в этом смысле, «ничего не доказывает». Зато оно помогает понять суть или механизм изучаемого явления и на этой основе сформулировать гипотезы, которые могут (при надлежащей представительности материала) быть проверены на статистическую достоверность теми или иными статистическими критериями.*

*Таким образом, это – метод углубления понимания (термин, встречающийся в литературе по анализу данных), а не доказательства чего-либо. Его результаты могут убедительно свидетельствовать в пользу чего-либо, являться аргументом, но напрямую, без привлечения дополнительной информации, ничего не доказывают».*

Естественно, мы и не пытаемся представить свою работу как безусловное доказательство наличия в районе Тунгусской катастрофы аномалии поля ТЛ и ее однозначной интерпретации. Мы лишь констатируем, что уже сделано – собрано, измерено, посчитано, визуализировано и проинтерпретировано в рамках тех представлений и возможностей, которыми мы располагали на тот момент. Сейчас это видится уже несколько по-другому, потому по ходу настоящей статьи делаются высказывания, свидетельствующие о «переоценке ценностей». Но эти высказывания лишь смещают некоторые акценты.

Затруднения при реализации программы по ТЛ возникали постоянно – на всех этапах и уровнях работы. Не надо думать, что мы не видели слабостей этого комплекса. Не только критика со стороны, но и собственный анализ разворачивающихся процессов, подвигали на коренные изменения в характере исследований.

Накопившиеся трудности при работе с полиминеральным шлихом побудили нас в течение нескольких лет снова поменять материал, переключившись на работу с чистым кварцем. Основным мотивом здесь было получение более надежных и воспроизводимых результатов. Но трудоемкость подготовки материала для отсмотра на установке возросла при этом на порядок. Это, конечно, не могло не сказаться и на общем количестве отсмотренных проб. Тем не менее, к середине 90-х были получены результаты, которые можно было сравнивать с предшествующими [Бидюков Термолюминесцентные..., 1997]. Приведем основные положения этой работы.

«Критика увязывания повышенных значений ТЛ-характеристик почв с факторами Тунгусского Феномена строилась на том, что выводы делались на основе анализа данных, полученных на полиминеральном материале почвенного шлиха. Критиками предполагалось, что ТЛ-аномалия такого характера получена из-за минеральной неоднородности шлиха и обусловлена преобладанием в аномальных пробах минералов с более выраженными ТЛ-свойствами. Считая указанную критику вполне уместной, наша исследовательская группа перешла на работу с мономинеральным материалом почвенных шлихов, а именно с прозрачным бесцветным кварцем с величиной зерна, равной 0,25...0,5 мм. При этом величина навески материала для однократного отсмотра на ТЛ-установке была принята в 10 мг. Анализу подвергалось, как правило, не менее трех навесок из одной пробы. Такая методика, с нашей точки зрения, ужесточала требования к материалу и повышала степень надежности результатов.

В настоящей работе представлены результаты обработки проб, отобранных из верхнего почвенного слоя толщиной 3...5 см. В данную выборку попали образцы пробного материала как уже подвергавшиеся анализу по прежней методике, так и ранее не анализировавшиеся – табл.1. – *каталог*

здесь опущен. Проанализированы 83 навески из 37 проб. Из них лишь 9 – однократные замеры.

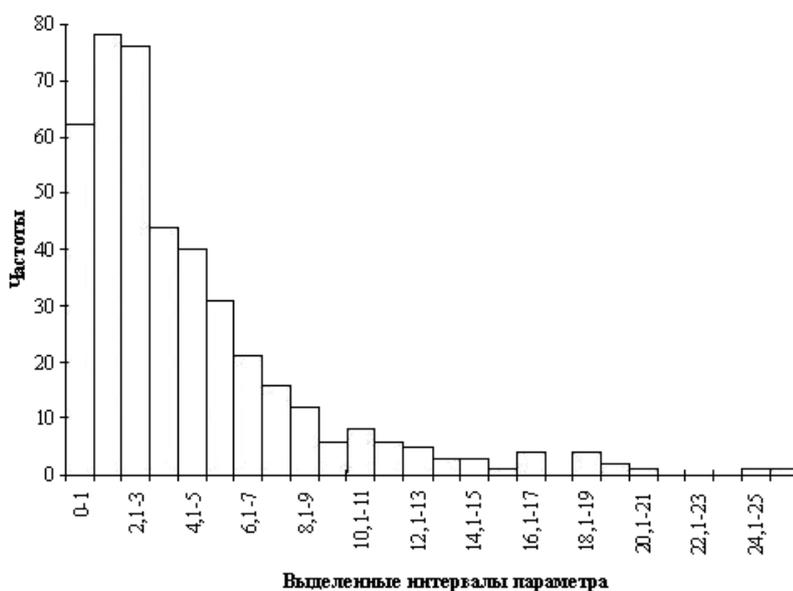
Поскольку ранее [Бидюков и др., 1990, с. 98] установлена тесная взаимосвязь  $S$ ,  $I_2$  и  $I_3$ , мы сочли достаточным в этой работе базироваться лишь на одном из этих параметров – интенсивности третьего максимума  $I_3$ , наиболее характерном для вида кривой термовысвечивания (КТВ) кварца.

В этой работе, на основе проведенных статистических расчетов, диапазон отжиговых значений светосумм ТЛ ( $S$ ) был установлен как 0...2 усл.ед. и 0...0,3 усл.ед. для интенсивностей третьего максимума  $I_3$ , соответственно; аномально высоких -  $S \geq 147$  усл.ед.,  $I_3 \geq 9,5$  усл.ед. Все промежуточные значения параметров оказались отнесенными к «естественному фону».

Сопоставимость результатов предшествующей и настоящей работ мы обосновываем, исходя из сопоставления статистической кривой распределения параметров поля ТЛ для шлихов и кварцевой фракции шлиха. Соответствующие диаграммы распределений приведены на рисунках 1 и 2. Как видно, формы полученных распределений достаточно близки.

Следует отметить, что в целом более высокие значения параметров ТЛ для шлиховых результатов объясняются как суммированием световых характеристик входящих в шлих минералов, так и более низкими, по сравнению с другими фракциями шлиха (шпаты, кальцит), ТЛ-характеристиками

**Распределение ТЛ по третьему максимуму (шлихи)**



кварца.

Рис. 11. Гистограмма распределения ТЛ по третьему максимуму (шлихи) [Бидюков, 1997, с. 29]

**Распределение ТЛ по третьему максимуму (кварцы)**

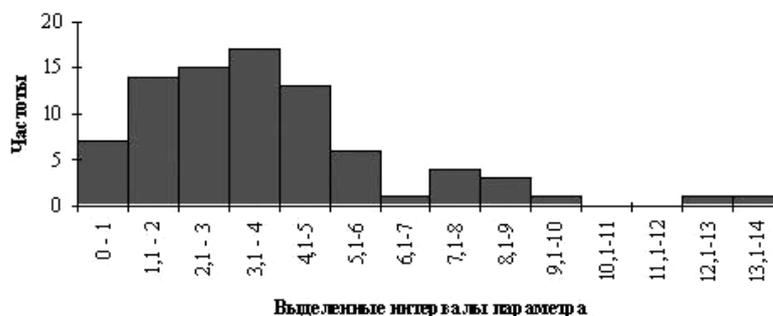


Рис. 12. Гистограмма распределения ТЛ по третьему максимуму (кварцы) [Бидюков, 1997, с. 29]

**Карта-схема территориального распределения параметров ТЛ  
(шлихи) по третьему максимуму**

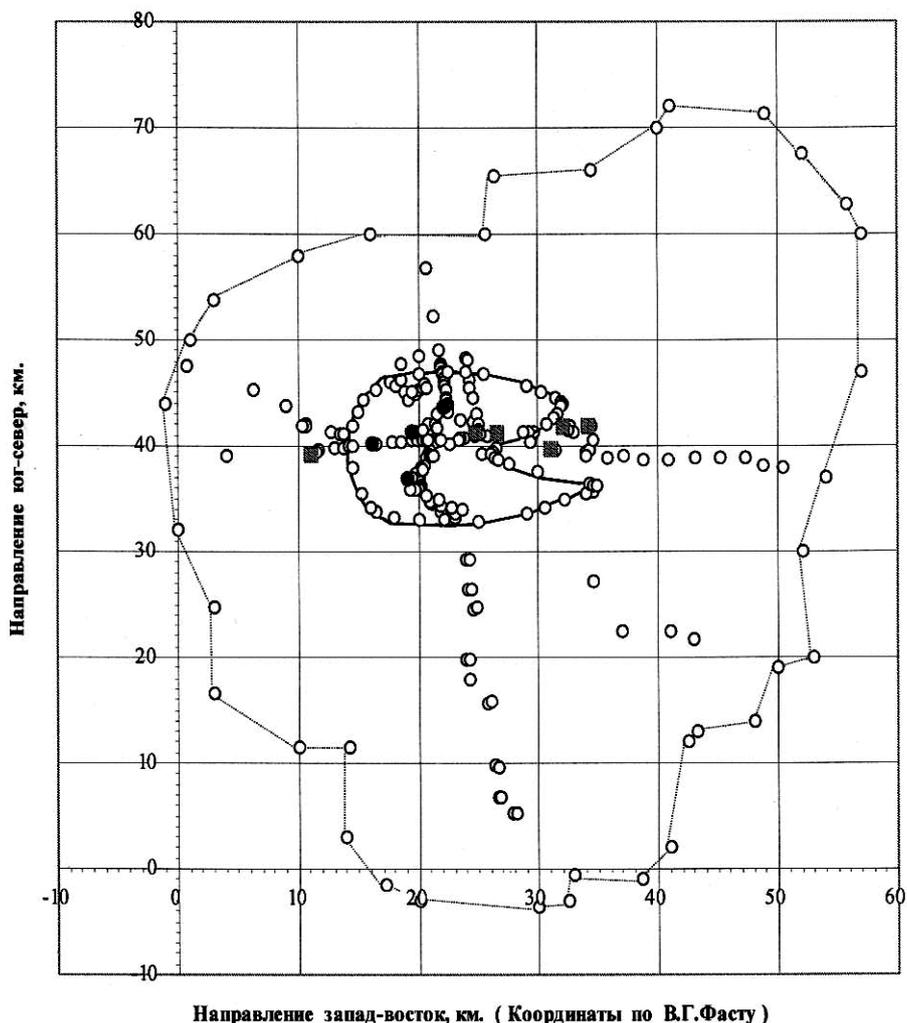


Рис. 13. Карта-схема территориального распределения параметров ТЛ (шлихи) [Бидюков, 1997, с. 31]

- |             |                       |   |                           |
|-------------|-----------------------|---|---------------------------|
| —○—         | Контур области ожога  | ○ | - Точки отбора проб       |
| .....○..... | Контур области вывала | ■ | - Аномально высокие пробы |
|             |                       | ● | - Аномально низкие пробы  |

Выделение аномальных значений параметра  $I_3$  для кварцев производилось на основе схожести формы распределений. В качестве аномально низких значений взяты минимальные из полученных в диапазоне 0...1,0 усл. ед; в качестве аномально высоких – свыше 7 усл. ед. (что соответствует точке перегиба кривой распределения – рис. 12). Естественно, данную процедуру необходимо полагать как оценочную.

На основе выделенных как аномальные значений параметров построены территориальные их распределения (рис. 13 и 14). Несмотря на существенно меньшую выборку в случае кварцев, обращает на себя внимание качественное соответствие полученных картин. Пробы с низкими значениями параметра (№№ 408, 419, 158 – кварцы – рис. 13) группируются в той же зоне области ожога, что и «отжиговые» пробы по шлихам (№№ 65, 157, 134 – рис. 14). А пробы с аномально высокими значениями концентрируются компактными группами на западе (№№ 407, 420, 409 – кварцы; № 407 – шлихи) и востоке (№№ 402, 403, 82ТЛП12 – кварцы; №№ 402, 403, 1, 431 – шлихи) за зоной ожога.

**Территориальное распределение параметров ТЛ  
(кварцы) по третьему максимуму**

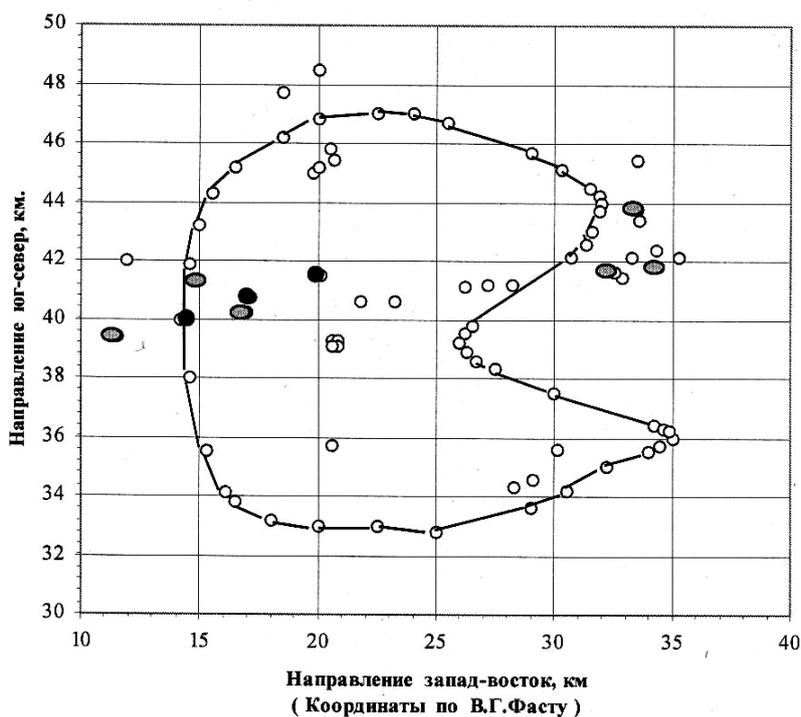


Рис. 14. Карта-схема территориального распределения параметров ТЛ (кварцы) [Бидюков, 1997, с. 32]

- |     |                      |   |                           |
|-----|----------------------|---|---------------------------|
| —○— | Контур области ожога | ● | - Аномально низкие пробы  |
| ○   | - Точки отбора проб  | ○ | - Аномально высокие пробы |

Резюмируя вышеизложенное, мы фиксируем единственное, однако принципиальное, с нашей точки зрения, утверждение: эффекты вариации поля ТЛ-характеристик минералов из осадочных отложений района Тунгусской катастрофы, выделенные на полиминеральном материале (шлихах) и мономинеральном (кварце) – схожи и вряд ли могут быть приписаны особенностям минерального состава почв в разных точках отбора пробного материала. Сопряженность этих эффектов с другими особенностями, отнесенными ранее к проявлениям Тунгусского феномена (ожог, структура вывала, мутации), по мере детализации самих эффектов представляется все более убедительной» (с. 26-33).

В работе по кварцу 1997 г. опубликована только «вершина айсберга». Все наработанное в этом русле, к сожалению, не удастся показать и в рамках настоящей, и так уже весьма объемной, статьи. Очевидно, эта тема заслуживает отражения в самостоятельной публикации.

Две последние опубликованные работы автора [Бидюков Пути..., 1997] и [Бидюков, 2000] обозначают новый подход к ТЛ исследованиям, направленный на преодоление кризиса, связанного с коренным затруднением при работе с природным материалом-индикатором ТЛ. Суть затруднения заключается в следующем.

Любой природный термолюминесцирующий минерал имеет свою геологическую историю. Со времен образования, находясь в окружении рассеянных радиоактивных элементов, он накапливает внутреннюю энергию или светосумму. Такое накопление происходит миллионами лет, и величина внутренней энергии зависит как от внешних, так и внутренних факторов. Площадное распределение минералов создает потенциальное поле естественной ТЛ или «фон». При воздействии на такой природный ТЛ-детектор локального источника радиоактивного излучения запасается дополнительная светосумма. Она складывается с генетически обусловленной и проявляется при термовысвечивании минерала неразделенно. Если мы не знаем величину дополнительно поглощенной дозы, то возникает трудноразрешимая задача выделения ее на фоне ЕТЛ. Оказывается, что каждая точка поля будет иметь разную величину ЕТЛ. Соответственно, мы будем иметь и вариацию измеренных значений интегральной светосуммы. Если вклад дополнительной энергии будет сопоставим с флуктуациями естественного поля ТЛ, то выделить полезный сигнал окажется крайне затруднительно. Если же уровень дополнительной энергии будет высоким, то возникает затруднение уже в измерении величины полезного сигнала. Природный фон ТЛ все равно надо нормировать.

Для наглядности проиллюстрируем механизм образования ЕТЛ в зерне минерала (например, кварца из осадочных отложений). Положим, что из таких зерен складывается минеральная фракция почв. Приведенный ниже рис. 15 реконструирован на основе оригинальных рисунков, выполненных авторами стендового доклада, легшего в основу статьи [Шаховец, Шлюков, 1997].

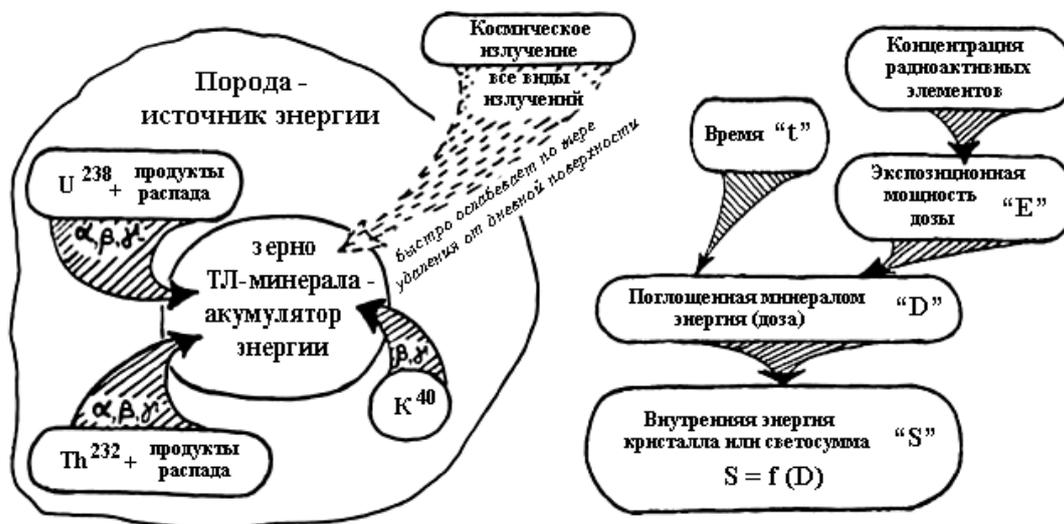


Рис.15. Механизм образования ЕТЛ в зерне минерала [Шаховец, Шлюков, 1997, с. 14]

«Хотя выделенные статистическими методами аномалии ТЛ-фона, вероятнее всего, имеют отношение к последствиям Тунгусского феномена, это не снимает возможность объяснить их другими, менее экзотическими, чем ядерный взрыв, причинами. Например, близким соседством палеовулкана [Сапронов, 1975]. Отсюда вытекает необходимость поиска возможностей прямых проверок, выделения более жестких критериев и получения убедительных аргументов.

Рассмотрим одну из возможных проверок. Ее предпосылкой является экспериментально установленная устойчивость аномальной ТЛ, наведенной в образце под воздействием потоков ионизирующей радиации, к стирающему действию ультрафиолетового облучения [Шаховец, Шлюков, 1987; 1997]...

Поскольку в тунгусских образцах мы регистрируем комплексную светосумму, т.е. и ЕТЛ, как результат длительной эволюции материала в составе породы, и, предположительно, АТЛ, как эффект относительно кратковременного, но интенсивного воздействия извне, то для выделения АТЛ из этого комплекса надо избавляться от ЕТЛ. И эта задача может решаться путем стирания ЕТЛ УФ-облучением образца... Проблемой в данном случае является установление нестираемого УФ-облучением "нулевого" уровня светосуммы ТЛ ( $S_0$ ), постоянного для типа материала исследуемого района...

Необходимо отметить еще один положительный момент в этом подходе: в случае успешного выделения в исследуемых образцах аномальной компоненты ТЛ появляется реальная возможность экспериментального восстановления стимулировавших ее уровней радиационного воздействия. Это можно осуществить путем уже апробированного облучения образцов нормированными потоками излучения от стандартных источников» [Бидюков Пути..., 1997, с. 27-28].

«На предварительном этапе возможности автора распространялись на проверку стирающего действия УФ-излучения на ЕТЛ. Эффект был подтвержден на образцах природного жильного кварца разного происхождения, фоновых шлихах и их кварцевой фракции, а также нескольких тунгусских пробах [Бидюков, 2000]...

В качестве экспериментальных образцов были выбраны два типа чистого природного кварца, а также кварцевая фракция почвенных шлихов: из «фонового» района Красноярского края со сходными с Тунгусскими природными условиями и собственно района Тунгусской катастрофы. В настоящей работе представлены следующие образцы: эталон № 1 – жильный кварц из пегматитов Узбекистана; проба Бел 7/86 – кварцевая фракция шлиха, пос. Беляки, Красноярского края, берег р. Иркиневы; проба № 409 – кварцевая фракция шлиха, Тунгуска, подножие г. Острой.

Сопоставлялись ТЛ-характеристики природных необлученных образцов (навески 1 и 2 на всех приведенных графиках семейств КТВ) и облученных УФ-излучением в течение двух часов соответствующих образцов (навески 3 и 4). Графики КТВ навесок 1 и 2 представляют область вариации значений параметров ТЛ выборки исследованных необлученных образцов, а графики навесок 3 и 4, соответственно, облученных...

Как видно из приведенных графиков, эффект стирания наиболее отчетливо выражен для жильного дробленого кварца из пегматитового месторождения (рис. 16), имеющего сравнительно высокие уровни и светосуммы ТЛ, обусловленные прогенетической «памятью» радиационного воздействия окружения минерала со времени его образования из расплава.

Для образца из осадочного отложения (рис. 17) стирающий эффект достаточно явственно выражен. Это прослеживается как по изменению морфологии кривой ТВ, так и по соотношению интенсивностей высвечивания.

Однако уже для пробы № 409 (рис. 18), отобранной довольно близко от эпицентра катастрофы (подножие г. Острой), кривая верхней границы вариации УФ-облученных образцов лежит внутри семейства кривых образцов необлученных, а кривая, обозначающая нижнюю границу, скорее, похожа на график необлученной пробы, чем на подвергшейся УФ-стиранию. Очевидно, именно этот случай можно было бы интерпретировать как фиксацию АТЛ.

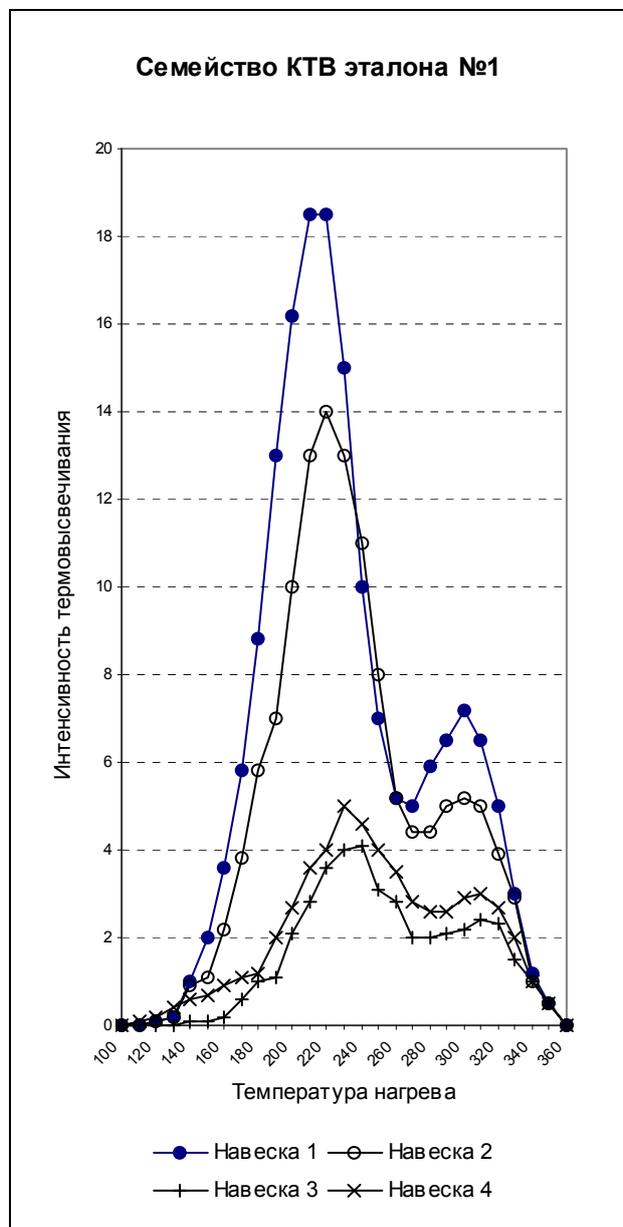


Рис. 16. Семейство КТВ эталона № 1 [Бидюков, 2000, с. 21]

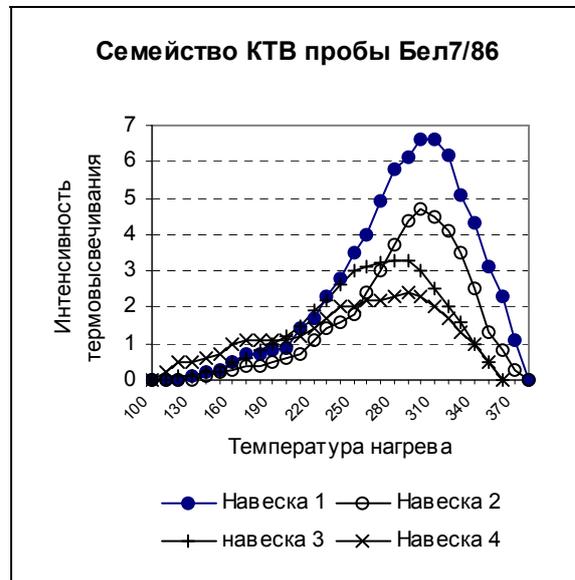


Рис. 17. Семейство КТВ пробы Бел7/86 [Бидюков, 2000, с. 21]

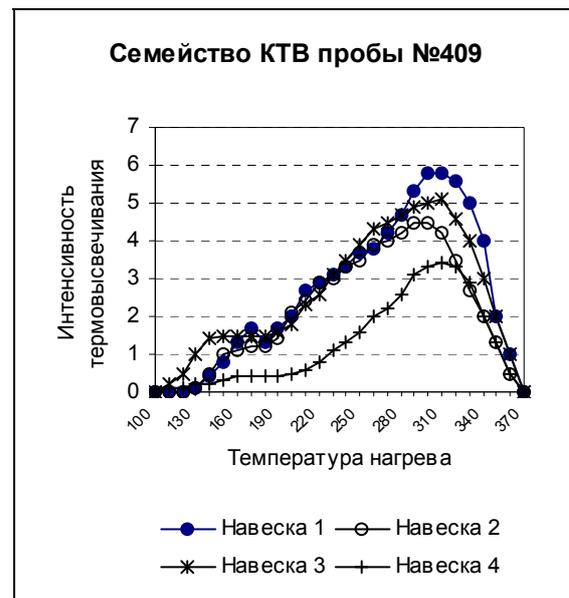


Рис. 18. Семейство КТВ пробы № 409 [Бидюков, 2000, с. 21]

Существенным затруднением в интерпретации является установление границ нестираемого базового уровня светосуммы  $S_0$ , характерного для данного типа материала. Проблемный момент заключается в значимом различии нижней границы вариации КТВ необлученного образца и верхней границы вариации этого же образца, но УФ-облученного. Без этого определение соотношения естественной и аномальной составляющей в комплексной светосумме (КСС) оказывается трудноразрешимой задачей. Предварительные оценки на основе анализа ряда «фоновых» образцов дают сравнимые величины этих уровней, несмотря на значительный разброс значений ЕТЛ для разных образцов данной группы. Тем не менее, задача надежного установления величин  $S_0$  требует самостоятельного исследования» (с. 20-22).

Эта работа, собственно, подводит итог всему, по этой теме до сего времени опубликованному. Как оказалось, сведенное «под одной крышей», оно выглядит достаточно представительно. Далее мы переходим к систематизации неопубликованного.

## **Новые материалы по изучению термолюминесценции в районе Тунгусской катастрофы**

Как мы уже упоминали в краткой истории исследований, потенциал неопубликованного распадается на несколько разделов. К ним можно отнести: изучение «фона», эффекта «пятнистости», глубинного градиента ТЛ в почвенных разрезах, отжига минерального материала, в том числе, модельного, минеральных образцов, подвергнутых воздействию радиационных потоков. Несколько особняком стоит так называемый «эффект Гуреева» – визуализация результатов применения к почвенным образцам, как сейчас принято выражаться, «эксклюзивной» методики геолога Гуреева.

Еще раз напомним, что «новизна» всех этих экспериментов весьма относительна. Некоторые из них выполнены еще в 80-х гг. прошлого столетия, но не вошли в имеющиеся публикации из-за ограниченности объема последних. Другие не были опубликованы потому, что казались незаконченными и давали неоднозначные результаты. Третьи были выполнены в период, когда публиковаться по нашей тематике просто было негде. В последнее же десятилетие автор решал иные задачи, которые ему казались более перспективными. Этот раздел статьи призван продемонстрировать тот огромный пласт работы нашей команды, который всегда оставался «за кадром», вне поля зрения соратников.

### ***Первая рабочая программа исследования ТЛ-характеристик полиминерального шлиха***

К 1980 г. в пилотном режиме была отработана прикидочная методика обработки ненормированного шлихового материала почвенных проб, отобранных в районе Тунгусской катастрофы. Однако при интерпретации полученных результатов встретились значительные затруднения, что потребовало провести более глубокий анализ самого подхода, связанного с обработкой валового полиминерального шлиха.

Анализ результатов отсмотра 200 проб на установке показал, что в общем случае интенсивность высвечивания зависит от минерального состава пробы. Шлихи, представленные в основном темной фракцией люминесцируют в наименьшей степени (0-1,5 относительные единицы – о.е. – по принятой методике). Шлихи, состоящие, главным образом, из светлой фракции имеют интенсивность высвечивания на уровне 3-5 о.е. Такое соотношение, в целом, сохраняется по всему исследуемому району.

Характер термовысвечивания (ТВ) минеральной составляющей почвенных проб района катастрофы весьма неоднороден как по интенсивности, так и по соотношению максимумов ТВ. Пробы, взятые на расстоянии нескольких сотен метров одна от другой, имеют различный уровень светимости – так называемый «эффект пятнистости», отмеченный и в других программах изучения последствий Тунгусского феномена. Характерный пример этого эффекта описан в работе [Львов, Васильев, 1976, с. 55]: «Внутренняя структура области ожога довольно сложна. Не удивительно, что внутри области ожога наряду с деревьями, несущими явные следы термических поражений, встречаются деревья, на которых подобных следов не обнаружено».

Даже в пределах одной пробы разброс показаний может быть значительным. Для двух проб № 93 и № 226 с детально изученным одинаковым минеральным составом [Бидюков, 1988, с. 98] получены совершенно разные графики высвечивания. Причем, в пробе № 226, как в целом ряде восточных проб, некоторые замеры отличаются необычайно высокой интенсивностью свечения (на порядок выше среднестатистической для пробы).

В выделенной группе с преобладанием темной фракции также отмечен случай отклонения. На фоне подавляющего преобладания значений интенсивности в пределах 0,5-1,5 о.е., для пробы № 393 отмечены значения в 7; 11,5; 16 и 19,5 о.е.

Кроме того, в хорошо статистически изученной пробе № 1 (число исследованных навесок равно 30) с высокой средней интенсивностью высвечивания, наблюдалась повышенная интенсивность свечения в ее темной фракции.

Имеется также некоторое количество шлихов, для которых, несмотря на преобладание в них светлой фракции, интенсивность высвечивания находится на уровне темных образцов.

Анализ приведенных результатов исследований показывает их противоречивый характер, что затрудняет интерпретацию в рамках поставленной задачи. Это, очевидно, свидетельствует о неверности первоначального допущения о возможности работы с валовым полиминеральным шлихом.

Обращение к соответствующей литературе показало, что предостережение от такого рода ошибки высказано в работе [Овчинников, Максенков, 1965, с. 509]: «Нельзя использовать... валовые пробы полиминеральных пород, т.к. термолюминесценция – индивидуальное свойство минерала. Измеряемый в валовых пробах эффект – суммарный, зависящий от количественного соотношения минералов, светящихся по-разному». Следует принять во внимание и предостережение, высказанное теми же авторами в работе [Овчинников, Максенков, 1963, с. 370]: «...Установлено, что интенсивность термолюминесценции сильно зависит от многих факторов, и что интерпретировать ее значения в каждом отдельном случае следует весьма осторожно, даже при специальном тщательном подборе материала для исследования». Аналогичное предостережение высказано в личной беседе и В. Б. Василенко.

С учетом приведенных аргументов формировалась программа дальнейших исследований.

### Постановка программы

1. С целью сужения вариации параметров шлиха изучалось влияние на величину интенсивности высвечивания:

- величины зерна,
- массы навески,
- минерального состава.

2. Изучалась зависимость величины ТВ от местоположения пробы для фоновых образцов.

3. Исследовалась воспроизводимость результата для каждой пробы.

### Результаты исследования

По первому пункту программы исследования проводились на пробе, взятой в Новосибирской области в трех километрах на ЮВ от Академгородка на берегу р. Зырянки. Проба взята по принятой ранее методике [Бидюков, 1988, с. 98]. После удаления опада почвенный материал снят на глубину 3 см на площади 50×50 см. Отмытый шлик подвергался магнитной сепарации и ситовому разделению на фракции:

- с размером зерна  $a < 0,5$  мм;
- с размером зерна  $0,25 < a < 0,5$  мм.

Из обеих фракций были взяты следующие навески: 1 мг, 3 мг, 5 мг, 7 мг, 9 мг. Для каждой из навесок было проведено три параллельных замера. По результатам замеров были построены графики термовысвечивания и зависимости величины ТВ от массы навески (*здесь не приводятся*). Интенсивность ТВ (I) растет монотонно по мере увеличения массы навески (m).

Для получения мономинеральной пробы из фракции  $0,25 < a < 0,5$  мм под бинокулярной лупой отбиралась прозрачная бесцветная ее часть, состоящая преимущественно из зерен кварца. Отобранный материал использовался для взятия навесок 5 мг, 7 мг, 9 мг, 10 мг. Для каждой навески было проведено три параллельных исследования. Навески были взяты с точностью  $\pm 0,2$  мг. Как и для полиминерального шлиха, для мономинеральной фракции были построены графики ТВ и зависимости величины ТВ от массы навески (*здесь не приводятся*). Линейная зависимость I от m и здесь прослеживается надежно.

Для изучения зависимости величины ТВ от местоположения пробы был отобран почвенный материал в Новосибирской и Тюменской областях, а также в Красноярском крае. В Новосибирской области материал был взят в трех удаленных друг от друга районах: четыре пробы на территории Академгородка в радиусе 1 км (№№ 1-4Н), одна проба в 3 км на ЮВ от Академгородка (№ 5Н) и одна проба – близ деревни Тальменка (№ 6Н). Характер местности во всех трех районах примерно одинаков – редколесье. Минеральный состав шлихов схожий.

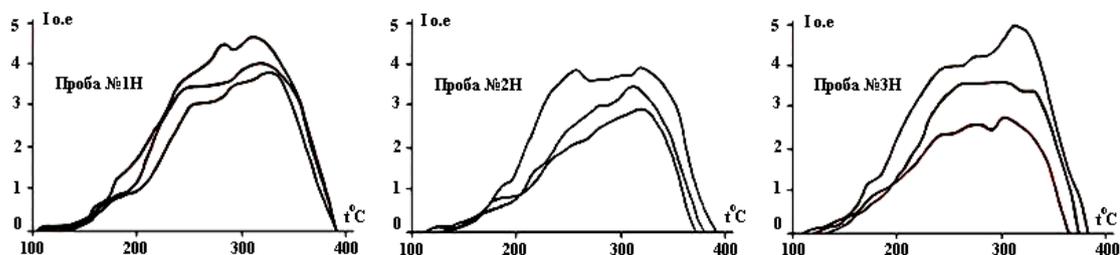


Рис. 19. Графики термовысвечивания новосибирских проб (приводятся 3 из 6 графиков; остальные 3 близки по параметрам)

I – интенсивность термовысвечивания (о.е. – относительные единицы);  $t^{\circ}\text{C}$  – температура нагрева.

В Тюменской области взяты две двойные пробы в Ишимском районе (№ 1Тю и № 2Тю): одна в излучине безымянного озера, другая – в 3 км на ЮЗ, на опушке леса. Парные пробы взяты на расстоянии 1 м одна от другой (№ 1Тю и № 1аТю; № 2Тю и № 2аТю). Шлихи тюменских проб отличаются большим содержанием прозрачной бесцветной фракции (90-95%), состоящей, в основном, из кварцевых зерен.

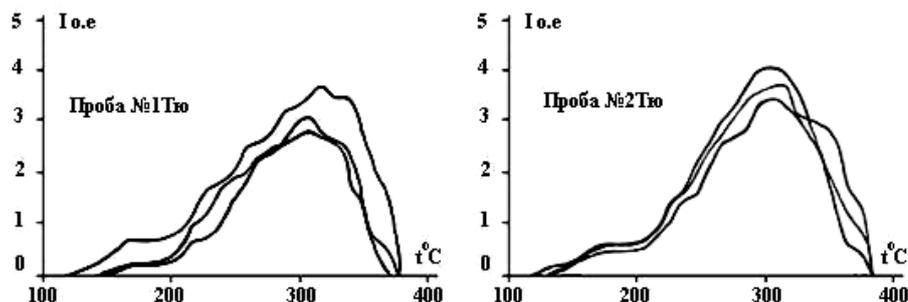


Рис.20. Графики термовысвечивания тюменских проб (приводятся 2 из 4-х графиков) (обозначения те же, что и на рис. 19)

Пробы Красноярского края взяты в Богучанском районе близ поселка Беляки на правом берегу реки Иркиннеевы. Две пробы взяты рядом (83№ 1Бел и 83№ 2Бел – расстояние между ними 1 м), третья 83№ 3Бел – в 10 м от первых двух. Шлихи этого района значительно отличаются по минеральному составу от взятых в Новосибирской и Тюменской областях. Содержание прозрачной бесцветной фракции составляет около 40 %, большое количество зерен турмалина, граната, слюды и других аксессуарных минералов.

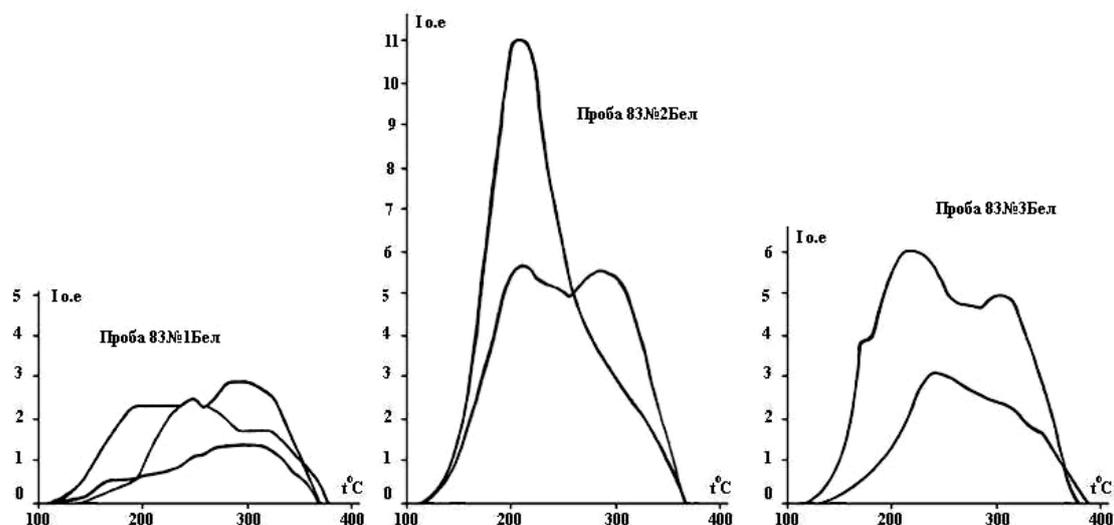


Рис.21. Графики термовысвечивания белякинских проб (обозначения те же, что и на рис. 19)

Из шлихов этой группы проб отбиралась прозрачная бесцветная фракция с размером зерен  $0,25 < a < 0,5$  мм. Анализ подвергалось по три навески каждой пробы. Масса навески – 10 мг. Лишь для проб Красноярского края масса навесок была уменьшена до 4 мг, а в двух пробах было проведено всего по два параллельных исследования в связи с недостатком материала. Графики ТВ приведены на рис. 19, 20 и 21.

Оценка воспроизводимости результатов производилась по стандартной методике [Митропольский, 1971]. При этом использовались следующие формулы для набора  $n$  величин  $x_i$ :

1. Среднее арифметическое значение

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n};$$

2. Среднеквадратичное отклонение

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2}{n-1}}$$

3. Коэффициент вариации

$$v = \frac{S}{\bar{x}};$$

В табл. 19 приведены результаты расчета воспроизводимости для пробы № 5Н по всем исследованным вариантам изменения массы навески и величины зерна. В табл. 20 – результаты расчета для проб №№ 1-6Н и №№ 1, 1а, 2, 2аТю. Для проб Красноярского края расчет не производился из-за несоответствия параметров. Сопоставление здесь возможно только на качественном уровне.

#### *Анализ результатов исследований*

1. Анализ графиков термовысвечивания исследованных проб показывает, что одновременные вариации таких параметров шлиха, как величина зерна, масса навески и минеральный состав существенно влияют как на характер кривой ТВ, так и на величину светимости.

2. Интенсивность ТВ растет линейно с ростом массы навески.

3. Работа с мономинеральной фракцией позволяет значительно стабилизировать характер КТВ в пределах одной пробы.

4. Одновременное сужение диапазона вариации величины зерен в пределах  $0,25 < a < 0,5$  мм, использование для взятия навесок демпферных весов (точность взвешивания  $\pm 0,2$  мг) и работа с прозрачной бесцветной фракцией шлиха, состоящей преимущественно из зерен кварца, позволило получить удовлетворительную воспроизводимость результата как для каждой пробы, так и для близкорасположенных проб одного района.

5. Относительная ошибка воспроизводимости результата по общей светосумме высвечивания не превышает 30 %.

6. Характер КТВ и величина интенсивности высвечивания для проб Новосибирской и Тюменской областей близки. Выделяются общие характерные пики с разбросом температур максимумов в пределах точности измерения.

7. Для группы проб Красноярского края (пос. Беляки) отмечены значительные вариации характера высвечивания для двух из трех проб, причина которых пока непонятна. Возможно, она связана с разнообразным минеральным составом шлиха, вследствие чего в прозрачную фракцию попадают минералы, визуально трудноотличимые от кварца, но имеющие иной характер термовысвечивания. Проверка этого предположения требует отдельного исследования.

Таблица 5. - Результаты расчета воспроизводимости для пробы № 5Н

Размер зерна, мм	Масса навески, мг	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\bar{x}$	S	V%
<b>d &lt; 0,5</b>	1	21,0	15,0	13,0	16,3	4,16	25,5
	3	18,0	49,0	32,0	33,0	15,50	47,0
	5	34,0	30,0	32,0	32,0	2,00	6,25
	7	37,0	22,0	32,0	30,3	7,64	25,2
	9	55,0	84,0	75,0	71,3	14,80	20,8
<b>0,25&lt;d&lt;0,5</b>	1	12,0	17,0	8,0	12,3	4,51	36,6
	3	19,0	13,0	25,0	19,0	6,00	31,6
	5	31,0	26,0	17,0	24,7	7,10	28,8
	7	36,0	31,0	40,0	35,7	4,51	12,6
	9	45,0	38,0	35,0	39,3	5,13	13,1
<b>0,25&lt;d&lt;0,5</b> прозрачная	5	23,0	18,0	8,0	16,3	7,64	46,8
	7	18,0	16,0	35,0	23,0	10,40	45,4
	9	45,0	30,0	33,0	36,0	7,94	22,5
	10	48,0	31,0	45,0	41,3	9,10	22,0

Таблица 6. - Результаты расчета воспроизводимости для проб №№1-6Н и №№ 1, 1а, 2, 2аТю

Номер пробы	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\bar{x}$	S	V%
1Н	53,3	69,4	62,5	61,73	8,08	13,1
2Н	58,0	36,0	41,2	45,07	11,50	25,5
3Н	70,9	53,9	38,7	54,50	16,11	29,6
4Н	59,6	41,2	61,7	54,17	11,28	20,8
5Н	48,0	31,0	45,0	41,33	9,08	22,0
6Н	34,8	33,8	27,2	31,93	4,13	12,9
1Тю	47,0	31,8	32,1	36,97	8,69	23,5
1аТю	55,2	62,7	40,8	52,90	11,13	21,0
2Тю	44,4	45,9	43,4	44,57	1,26	2,8
2а Тю	47,0	33,3	35,9	38,73	7,28	18,8

#### Выводы

1. Стабилизация параметров шлиха существенно повышает надежность результата.
2. В дальнейшем целесообразно работать с прозрачной бесцветной фракцией шлиха, проводя ее визуальное (под бинокляром) обогащение кварцевыми зернами за счет удаления сопутствующих минералов, что значительно увеличивает трудоемкость исследований, но повышает их эффективность.
3. Характер кривой и величину термовысвечивания новосибирских и тюменских образцов можно в первом приближении принять за фоновые значения и использовать в качестве критериев сравнения для дальнейших исследований.
4. К анализу шлихов из проб, отбираемых в Красноярском крае (в том числе и в районе Тунгусской катастрофы) следует относиться более осторожно. Минеральная сепарация шлиха должна быть особенно тщательной.

Проведенное исследование подтвердило литературные данные нескольких источников [Овчинников, Максенов, 1963; 1965; Морозов, 1968]. В дальнейшем методика работы со шлихами претерпела значительные изменения. Тем не менее, вопрос с «фоном» на Тунгуске встал еще более остро. Этой теме был посвящен следующий этап наших исследований. Здесь дается краткий итоговый отчет.

### Изучение ТЛ «фона» на Тунгуске

В качестве прикидочного «полигона» для изучения «фона» на Тунгуске была использована маршрутная съемка по Тропе Кулика. В начале 80-х годов в процессе выдвижения экспедиционной группы из Ванавары в район катастрофы проводился отбор почвенных проб на т.н. «ходках» – местах расположения группы на отдых после 40-минутного перехода. Отбирались парные пробы в десятке метров по обе стороны тропы. В работе [Бидюков и др., 1990, рис. 3, с. 104] на общей схеме показана цепочка проб в южном направлении (на схеме показаны только четные пробы из имеющихся пар). Ориентировочный шаг между парами проб до области вывала леса составлял 3-4 км, за областью вывала чаще – 1-3 км.

На приводимых ниже графиках показаны КТВ небольшой выборки из этих проб, наиболее характерные для более чем двух десятков проб, отобранных на всем протяжении маршрута от Ванавары до Пристани. Анализ всей совокупности графиков проб по этому маршруту показывает значительный разброс в параметрах интенсивности высвечивания и величины светосуммы ТЛ внутри отдельных проб. Однако среднестатистические параметры по всей совокупности незначительно отличаются от параметров исследованных проб Новосибирской и Тюменской областей. Нормализация шлихов по трем описанным выше параметрам существенно сужает вариацию интенсивностей и светосумм.

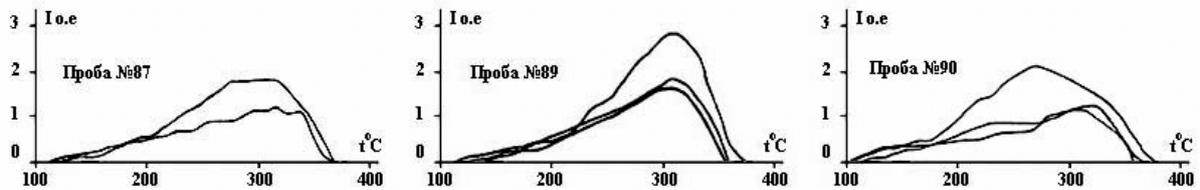


Рис. 22. КТВ для тунгусских проб, отобранных южнее области вывала леса

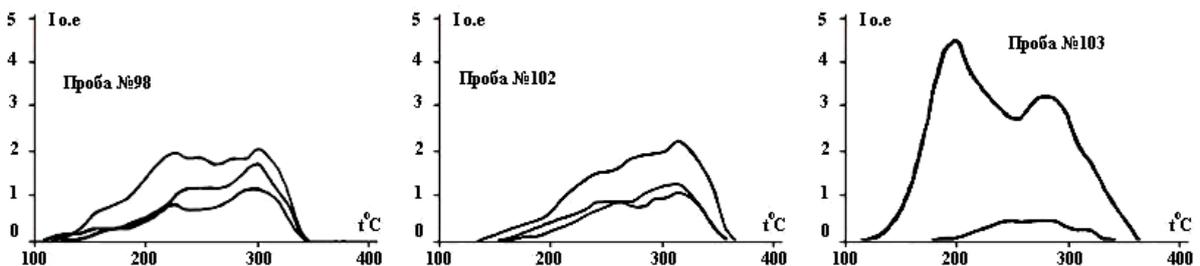


Рис. 23. КТВ для тунгусских проб, отобранных в южном крыле области вывала леса

Надо признать, что проведенная оценка возможного «фона» очень груба и вряд ли может считаться вполне удовлетворительной. Тем не менее, на стадии масштабных отсмотров пробного материала эта оценка была для нас хорошим ориентиром. Как и во всех других программах изучения эффектов, связываемых с Тунгусским феноменом, проблема фона и по сей день остается актуальной.

В контексте изучения фона необходимо рассматривать и работу по так называемой «пятнистости» – площадной неравномерности регистрируемого эффекта на местности, когда рядом с пробами, дающими эффект, располагаются пробы с фоновыми значениями. Периодически в полевых сезонах мы закладывали в разных местах района катастрофы пробные площадки, чтобы разобраться с этим «рядом» – отделить границами эффект от «фона», локализовать его. Однако сложность реализации этой идеи оказалась выше наших возможностей.

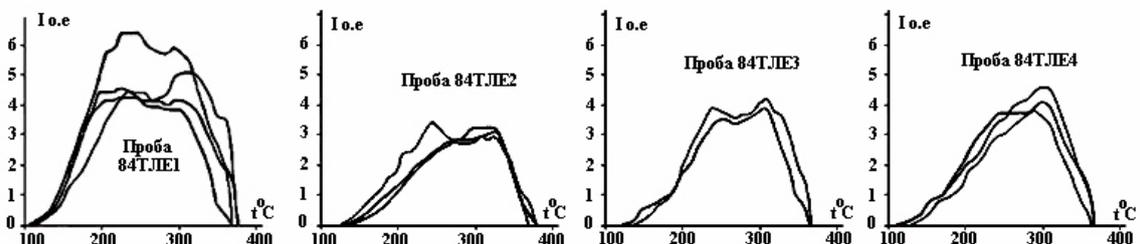


Рис. 24. КТВ близкорасположенных проб в эпицентральной зоне

В качестве иллюстрации приведем данные по двум пробным площадям. Первая была заложена в 1984 г. в окрестностях эпицентра Фаста и представляла квадрат 1×1 м. Пробы взяты в углах квадрата по обычной методике для поверхностных проб. В камеральный период из серого шлиха была отобран кварцевый материал – прозрачные бесцветные зерна. Произведена серия замеров интенсивности ТВ. Семейства КТВ для этих проб приведены на рис. 24.

Можно заметить, что результаты по этой площадке мало отличаются от данных по другим пробам, которые мы выше отнесли к «фону». Максимальные интенсивности ТВ для проб 84ТЛЕ1, 2, 3, 4 пробегают значения 6,6; 3,4; 4,3; 4,8 о.е. соответственно. Величины усредненной светосуммы ТЛ (рассчитываемая как площадь под кривой КТВ) для каждой пробы находятся в тех же соотношениях.

Другая площадка была заложена в 1982 г. на востоке в междуречье Укагита и Ямоко и представляла прямоугольник 50×70 м. Общее количество проб, взятых в узлах сетки с шагом 10 м, составило 48. Методика обработки – стандартная. Выборочно были отсмотрены пробы 82ТЛ№7П, 9, 12, 13, 18, 23, 36, 40 – всего 8 шт. Здесь характер распределения интенсивностей совсем иной: 4,0; 5,3; 37,3; 3,9; 15,8; 2,7; 7,5; 2,3 соответственно. Причем для пробы с наибольшей в этом ряду интенсивностью ТВ и распределение интенсивностей по навескам внутри самой пробы значительно: 29,0; 13,8; 37,3.

Если же мы берем площадки с шагом 100 м, 500 м, 1000 м, то получаем достаточно широкую вариацию значений от нескольких единиц до нескольких десятков. Понятно, что на площадках 20×20 км и 40×40 км распределение параметров поля ТЛ можно изучать только статистически, выявляя тенденции.

При этом совершенно непонятно, вариацию какого поля мы фиксируем в районе Тунгусской катастрофы – естественной ТЛ, специфичной этому району, или на ЕТЛ накладывается еще и компонента, обусловленная характером Тунгусского феномена? Дополнительную неопределенность вызывают соображения о том, что специфика может быть связана и с последствиями палеовулканической деятельности. Очевидно, все эти три возможности надо уметь различать и отграничивать. В этом ключе в дальнейшем строились исследования по определению глубинного градиента ТЛ.

### *Изучение почвенных разрезов*

Известно, что с возрастанием залегания почвенного слоя ТЛ его увеличивается [Морозов, 1968; Шаховец, 1984]. Таким образом, в почвенных разрезах мы должны наблюдать монотонное возрастание уровней ТЛ с глубиной, что характерно для поля естественной ТЛ. В том случае, если на поверхность района катастрофы было произведено радиационное воздействие, картина должна быть противоположной – верхний слой должен люминесцировать в максимальной степени, а с глубиной уровни ТЛ должны уменьшаться, поскольку излучение в почве поглощается пропорционально мощности слоя [Действие..., 1963, с. 633]. В действительности, при этом мы будем наблюдать суперпозицию обоих эффектов. Если мощность излучения была значительной, то должен наблюдаться ярко выраженный эффект уменьшения с глубиной уровня ТЛ до выравнивания его с естественным значением на глубине, где происходит полное поглощение падающего излучения. Если же мощность незначительна, то возможно наблюдение «выравнивания» уровней ТЛ в нескольких верхних слоях с последующим монотонным возрастанием ЕТЛ с глубиной. Разворачивая в 1988 г. программу изучения почвенных разрезов в районе катастрофы, мы руководствовались этими самыми общими представлениями. Далее будут изложены некоторые результаты реализации этой программы, к сожалению, далеко не законченной.

В полевом сезоне 1988 г. было взято 58 почвенных разрезов. Пробы брались по берегам р. Чамбы в радиусе нескольких километров от известного пересечения ее Тропой Кулика, вдоль р. Макикты на несколько километров вверх по течению, начиная от устья, по р. Хушме в районе Пристани и проходящему севернее профилю. Здесь же были заложены две пробные площадки. На одной пробы брались по методике «крест» (два взаимно-перпендикулярных направления с шагом ~ 100 м; всего взято 17 проб). На другой – по «прогрессивной» методике – 4 пробы с возрастающим интервалом (через 1 м, 10 м, 100 м).

Из проб этого года обработаны только две: ТЛ88ХР1 и ТЛ88ПЛ1. Первая из них представляет собой вертикальный разрез, выполненный на обрыве Хушмы в районе Пристани. Отбирались 6 слоев с интервалом 10 см. В дальнейшем пробы отмывались до шлихового состояния, отделялась светлая (легкая) фракция, она сепарировалась по величине зерна 0,25-0,5 мм. На стационаре в Новосибирске под биноклем отбирались прозрачные бесцветные зерна кварца, формировались навески массой 10 мг, которые затем отсматривались на установке. По данным измерений строились КТВ и подсчитывались параметры ТЛ. Величины расчета светосумм ТЛ приведены в табл. 7, а гистограмма распределения светосумм от глубины разреза приводится на рис. 25.

Таблица 7. – Характеристики вертикального разреза ТЛ88ХР1

Слой пробы	Глубина слоя, Н, см	Количество навесок	Средняя светосумма ТЛ, S, о.е.
ТЛ88ХР1/1	1	3	28,30
ТЛ88ХР1/2	10	3	51,27
ТЛ88ХР1/3	20	3	45,80
ТЛ88ХР1/4	30	4	112,25
ТЛ88ХР1/5	40	4	77,18
ТЛ88ХР1/6	50	3	61,17

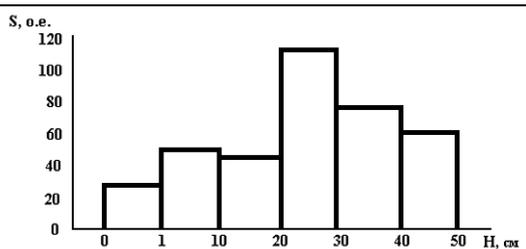


Рис. 25. Распределение светосумм ТЛ по слоям

Распределение ТЛ-характеристик в представленном разрезе явно не укладывается в принятую ранее схему. Поскольку для каждого слоя исследовались 3-4 навески и строились КТВ, можно определенно утверждать, что такое распределение не является случайным.

Вторая проба – ТЛ88ПЛ1 – представляет опорную точку для ряда проб «прогрессивной линии». Она взята у пересечения геофизического профиля с Тропой Кулика в 3 м от тропы по направлению к обрыву Хушмы (Пристань). Отличие методики взятия этой пробы заключается в том, что мы хотели более подробно исследовать приповерхностные слои разреза, предполагая, что катастрофный слой находится буквально в слое гумуса непосредственно под опадом. Основанием для такого представления послужила оценка глубины залегания катастрофного слоя почвы на Тунгуске, данная в работе [Соботович и др., 1980, с. 85]:

«По выделенным связанным гуминовым кислотам производилось определение возраста почвы радиоуглеродным методом. Возраст почвы оказался равным  $150 \pm 25$  лет. Скорость накопления почвы для данного района составляет 0,2 мм/год, а ее плотность 1,9 г/см<sup>3</sup>. Таким образом, **катастрофный слой находился на глубине 13-15 мм**» (выделение наше ББ).

Для того, чтобы максимально использовать имеющийся почвенный материал, на площадке 1 м<sup>2</sup> (выбранной на возможно более ровном месте, лишенном крупной растительности) снимался весь верхний слой почвы толщиной 2 см. В период обработки пробы этот слой особенно тщательно отмывался, поскольку приходилось смывать почву с корешков, травинок и листьев, а гумус многократно отмучивать, следя, чтобы с глинистыми частицами не уносились мелкие зерна минералов.

Толщина следующих двух слоев разреза была также 2 см. Тем самым стратифицировался слой почвы, находящийся на глубине 5-6 см, который при обычной методике взятия поверхностной пробы при обработке усреднялся. Дальнейшая подготовка пробы осуществлялась в обычном порядке. Результаты обработки приводятся в табл. 8 и на рис. 26.

Таблица 8. – Характеристики вертикального разреза ТЛ88ПЛ1

Слой пробы	Глубина слоя, Н, см	Количество навесок	Средняя светосумма ТЛ, S, о.е.
ТЛ88ПЛ1/1	0-2	7	69,57
ТЛ88ПЛ1/2	2-4	7	54,53
ТЛ88ПЛ1/3	4-6	3	50,37

Рис. 26. Распределение светосумм ТЛ по слоям

На этом разрезе мы получили совпадение с моделью радиационного воздействия на почву. При этом эффект получен на первых 6 см.

Сходный результат получен в двух смежных приповерхностных слоях пробы ТЛ89ЧВР1, взятой в районе Чургимских высот в 1989 г. Для каждого из двух исследованных слоев ТЛ89ЧВР1/1 и ТЛ89ЧВР1/2 отсчитывалось по три навески. Плотность результатов внутри одного слоя такова, что средние интенсивности ТВ между слоями надежно различаются: в поверхностном слое мы имеем  $I_{1cp} = 4,5$  о.е., а в следующем –  $I_{2cp} = 2,5$  о.е.

Перейдем далее к анализу удаленных восточных разрезов. Этот район исследовался особенно тщательно в 1989-91 гг. Тому были причины. Во-первых, здесь были отмечены «ураганные» пробы, выделенные по трапповой программе, во-вторых, наши собственные исследования по шлиховому материалу поверхностных проб тоже дали соответствующие ориентировки. В 1989 г. на берегу Укагита в месте пересечения его с Восточным разрезом была оборудована хорошая стоянка с кострищем, столом с навесом и двумя деревянными настилами под палатки. Это место стало в дальнейшем базовым лагерем отряда «Термолком». Масштабные работы в этом районе проводились отрядом в 1989-91 гг., а потом в меньшем объеме еще в 1994 и 1998 гг.

Проба ТЛ89УВР1 взята в 12 км от Изб Кулика на восток по разрезу и в ~ 150 м севернее вверх по течению Укагита на его крутом берегу. В этом же месте взята проба на радиоактивность. Аналогичные пробы на радиоактивность отобраны еще в двух местах: при взятии пробы ТЛ89УВР4 (для второго слоя 2-4 см) и пробы ТЛ89УВР5 (верхний слой 0-2 см и второй слой 2-4 см). Проба № 4 взята на правом берегу Укагита выше устья руч. Ямоко. Проба № 5 – на вершине большого откоса на левом берегу Укагита в километре вверх по его течению.

После экспедиции пробы были доставлены в Новосибирск и проанализированы, при содействии Ивановой Галины Михайловны, в лаборатории № 14 Института геологии и геофизики СО АН СССР методом гамма-спектроскопии. Результаты даются в табл. 9.

Таблица 9. – Содержание радиоактивных элементов в почвенных пробах района Тунгусской катастрофы (восток)

№ п/п	№ пробы	Уран, г/г	Торий, г/г	Калий, %
1	ТЛ89УВР1/1	1,2	3,0	1,53
2	ТЛ89УВР4/2	2,2	4,2	1,12
3	ТЛ89УВР5/1	1,1	4,1	1,18
4	ТЛ89УВР5/2	0,8	3,3	1,10

Если сопоставить эти данные с результатами анализа из [Василенко и др., 1967, табл. 1, с. 229], то можно заметить, что по содержанию урана оба анализа мало различаются. В целом, и содержание тория и калия не дают оснований приписывать этому фактору какое-то определяющее влияние на характер термосвечения исследуемых образцов.

В качестве подробной иллюстрации результатов анализа почвенного разреза этого семейства проб приведем данные по разрезу ТЛ89УВР1 (табл. 10, рис. 27).

Таблица 10. – Характеристики вертикального разреза ТЛ89УВР1

Слой	Навеска	Светосумма ТЛ		Интенсивность ТЛ	
		S, о.е	S <sub>ср</sub> , о.е.	I, о.е.	I <sub>ср</sub> , о.е.
ТЛ89УВР1/1	1	85,3	85,30	6,1	6,73
	2	77,5		6,9	
	3	93,1		7,0	
	4	85,6		6,9	
ТЛ89УВР1/2	1	109,5	97,23	7,7	7,20
	2	126,0		9,3	
	3	56,2		4,6	
ТЛ89УВР1/3	1	67,3	86,60	5,8	6,60
	2	89,7		6,5	
	3	114,4		8,2	
	4	74,7		5,9	
ТЛ89УВР1/4	1	120,8	89,44	6,8	6,44
	2	83,7		6,1	
	3	54,5		4,1	
	4	83,3		6,9	
	5	104,9		8,3	
ТЛ89УВР1/5	1	80,0	94,80	5,9	6,88
	2	150,9		9,6	
	3	85,3		6,1	
	4	80,0		6,5	
	5	77,8		6,3	
ТЛ89УВР1/6	1	84,0	77,60	7,0	6,33
	2	62,0		5,3	
	3	72,5		6,4	
	4	80,9		6,4	
	5	77,7		5,9	
	6	87,8		7,0	
ТЛ89УВР1/7	1	102,3	87,30	7,8	6,80
	2	73,5		6,1	
	3	71,0		5,7	
	4	102,4		7,6	
ТЛ89УВР1/8	1	104,9	97,88	9,2	8,40
	2	102,5		8,5	
	3	90,5		7,6	
	4	93,6		8,3	

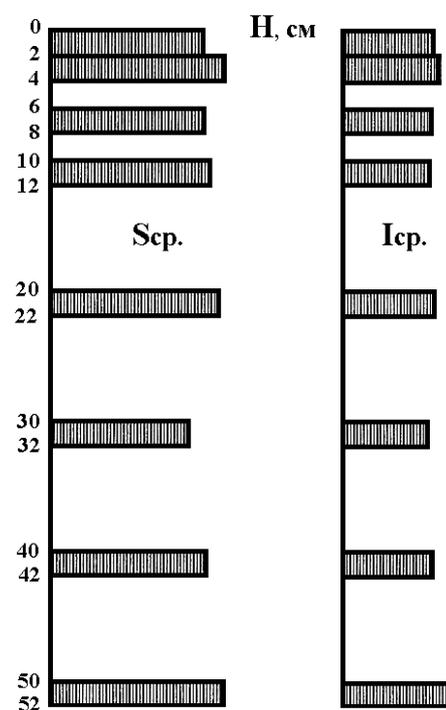


Рис.27. Распределение интенсивности и светосуммы ТЛ по слоям вертикального разреза ТЛ89УВР1

Столь же детально исследованы разрезы ТЛ89УВР2 и ТЛ89УВР5. Их сравнительная характеристика дается на рис. 28.

Кроме представленных выше разрезов были обработаны еще два. ТЛ89ЯВР8 – проба взята на левом берегу ручья Ямоко в среднем течении на вершине обрыва (Н ≈ 20 м). ТЛ89ЯВР10 – на левом берегу Ямоко в нижнем течении. В пробе № 8 взято 6 слоев (два нижних взять не удалось: глубже 30 см – сплошной галечник). В пробе № 10 взяты все 8 слоев. Характер распределения параметров ТЛ по слоям несущественно отличается от уже представленных проб. Надежной закономерности на этом материале выделить не удастся. Возможно, на глубинах порядка метра естественный градиент не прослеживается, и для его наглядной демонстрации требуются разрезы величиной в десятки метров. По меньшей мере, в литературе такие разрезы описаны [Морозов, 1968]. Чтобы в этом убедиться, в 1998 г. нами был взят подобный разрез по откосу крутого левого берега Укагита в сотне метров выше по течению от базового

лагеря. К сожалению, эта проба до сих пор не обработана. Не взяты и очевидно необходимые разрезы на «фоне», что в совокупности могло бы прояснить вопрос о чувствительности установки. Без более жесткой отработки методики дальнейшие отмотры материала тунгусских разрезов представляются преждевременными и неэффективными.

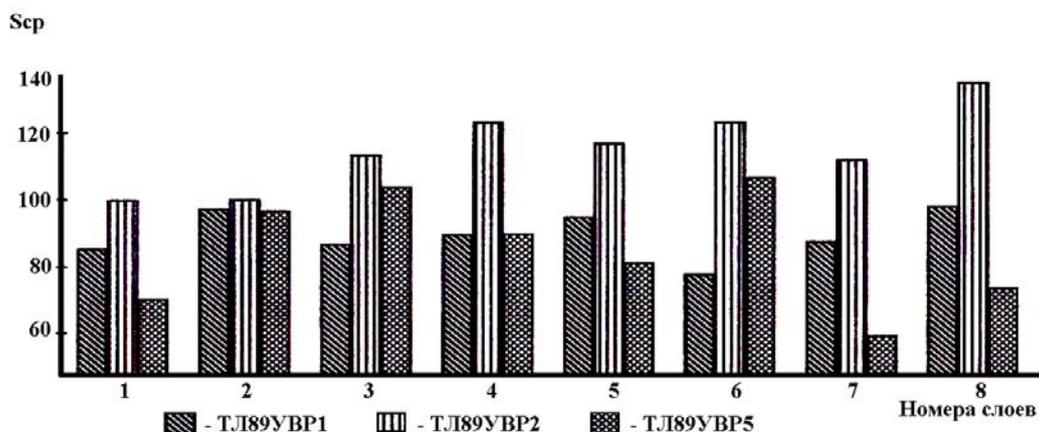


Рис. 28. Сравнительная характеристика уровней термовысвечивания по слоям для трех восточных разрезов

Обобщение материала по всем обработанным разрезам показывает, что эти данные в целом не вписываются в теоретическую модель. Реализация этой программы поставила ряд новых вопросов, снятие которых требует приложения усилий не сопоставимых с нашими наличными возможностями. Надежды, что эта программа может однозначно решить вопрос о выявленных ранее аномалиях, не оправдались. Ни подтвердить, ни опровергнуть полученные ранее результаты мы не смогли. Тем не менее, есть некоторые обнадеживающие намеки, требующие более тщательного изучения приповерхностных слоев почвы.

#### Модельные эксперименты: «Костер»

Для изучения отжиговых характеристик грунта в 1991 г. был проведен натурный эксперимент. В районе стоянки на Укагите на ровном, лишенном крупной растительности, месте были заложены три пробных площадки размером 0,5×0,5 м. Расстояние между ними – несколько метров. Над двумя были разведены идентичные костры, обеспечивавшие сходные тепловые потоки на грунт. Третья площадка была контрольной.

После полного прогорания костров пробные площадки были очищены от продуктов горения и на этом месте были взяты полнопрофильные почвенные разрезы по 8 слоев (как описано выше). Аналогичный разрез взят и на контрольной площадке. В полевых условиях отмыты шлихи, отделена и рассепарирована легкая фракция шлиха. Подготовленные пробы доставлены на стационар в Новосибирск. К сожалению, довести до отмотра на установке и обработки результатов эту программу до сих пор не удалось.

В этой же направленности в сезоне 1991 г. ставилась программа «Пожар». На границах новых гарей отбирались парные пробы-разрезы: одна под гарью, другая – за ее пределами. Подготовка этих проб в поле также произведена полностью. Дальнейшая обработка на стационаре еще не проведена.

#### Программа «Отжиг»

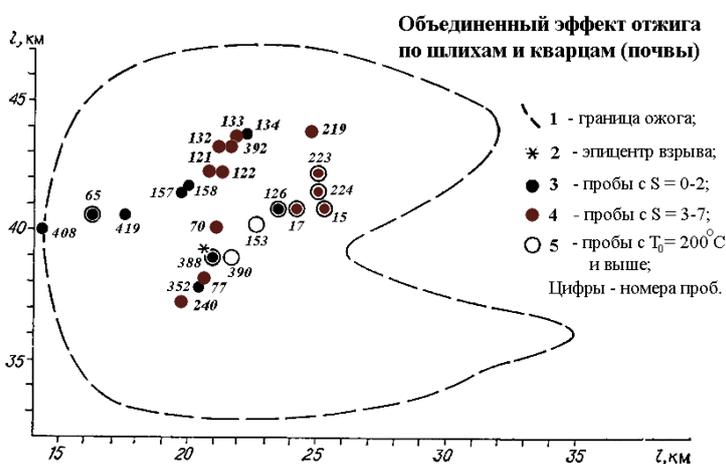


Рис. 29. Распределение проб низких уровней ТЛ

Описанные выше модельные эксперименты выполнялись в логике изучения последствий теплового воздействия Тунгусского взрыва на подстилающую поверхность района Катастрофы. Их описание в этом месте статьи помещено для полноты представления о комплексе наших работ по изучению почвенных разрезов.

Напомним, что в ранее проведенных исследованиях отмечался эффект локализации в эпицентральной области района катастрофы группы проб с пониженными значениями параметров ТЛ. Там же указывалось, что эти пробы концентрируются внутри области ожога веток

лиственниц, которая связывается с воздействием теплового потока. Поскольку по литературным данным и нашим собственным экспериментам тепловые нагрузки приводят к ослаблению и даже полному стиранию запасенной минералом светосуммы ТЛ, возникла идея использовать этот эффект для уточнения температурных градиентов в зоне теплового действия Тунгусского взрыва. На основе этой идеи сформировалась программа «Отжиг».

На рис. 29 приведено площадное распределение проб с околонулевыми значениями светосумм ТЛ и проб с температурой начала ТЛ выше 200°C. По сравнению с исходным графиком (рис. 1 из [Бидюков и др., 1990]) добавлены три пробы, где был отмечен аналогичный эффект при исследовании на кварцевом материале, а также несколько расширен диапазон аномально низких значений ТЛ. Как показал детальный анализ каталога, из всех значений светосумм ТЛ в диапазоне 3-7 усл. ед. (общее количество – 15) лишь два относятся к пробам, лежащим за границей области ожога. На рис. 30 видно, что для некоторых проб приведенной совокупности аномально низкие значения ТЛ и сдвинутые в сторону высоких температур начала ТВ совпадают.

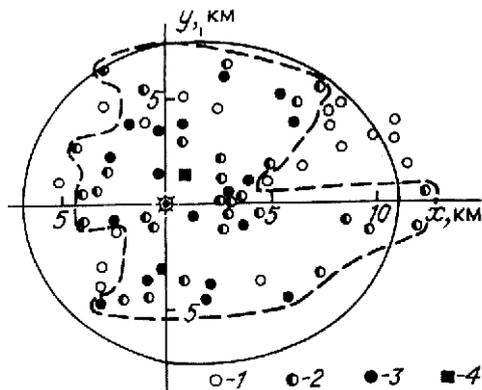


Рис. 30. [Журавлев, Зигель, 1998, с. 103] Границы расчетной и фактической зоны лучистого ожога деревьев. Овал, обозначенный сплошной линией, - место, где, по расчету В. П. Коробейникова, интенсивность лучевого воздействия составляла 16 кал/см<sup>2</sup> (в центре – 52 кал/см<sup>2</sup>). Пунктиром обозначена граница интенсивного ожога, по данным экспедиционных исследований.

1 – слабый, 2 – средний, 3 – сильный ожог, 4 – заимка Кулика. Начало координат – в эпицентре Фаста, ось x направлена по второй траектории Фаста.

Обычно температура начала ТВ в пробе фиксируется на уровне 100-140 °С. Температуры же 200 °С и выше совершенно не типичны для «нормальных» проб. Если учесть, что полный отжиг ТЛ в минерале происходит при нагревании до 400 °С (в приведенной группе проб зафиксированы 3 нулевых значения), а нагревание до 300 °С оставляет в минерале минимальный запас светосуммы, то отмеченный совокупный эффект должен свидетельствовать о нагревании минеральной составляющей этих проб, по меньшей мере, до температур 200-300 °С.

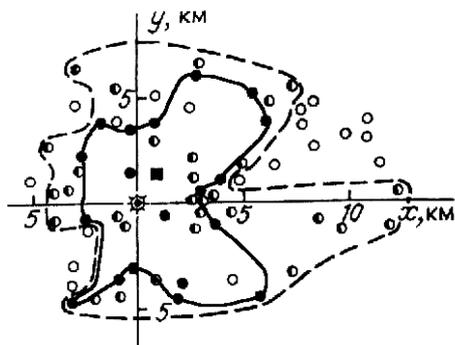


Рис. 31. Границы зоны особо сильного ожога веток лиственниц.

В работе [Бидюков и др., 1990, с. 99] отмечалось, что относить этот эффект к действию катастрофического пожара неравномерно, ибо зона пожара гораздо шире [Дорошин, 2005, рис. 6 и 7]. В то же время, как указывается в статье И. К. Дорошина (см. также [Курбатский, 1964, с. 171]), возникновение низового пожара за счет загорания мха и опада происходит при температурах 270-300 °С. И, казалось бы, мы должны фиксировать эффект отжига ТЛ по всему полю действия пожара в районе катастрофы. Тем не менее, этот эффект стягивается в компактную зону внутри области ожога веток лиственниц, причем в том месте, где этот ожог максимален.

Заметим, что контур области ожога на рис. 30 дан грубо ориентировочно. Сама эта зона имеет достаточно сложную структуру [Львов, Васильев, 1976, с. 55]. Приведем

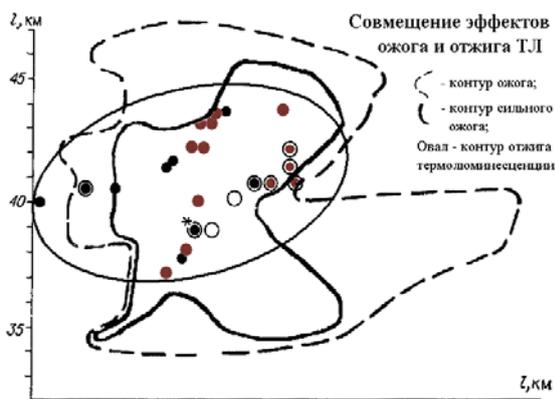


Рис. 32. Трехконтурная модель тепловых нагрузок на земную поверхность в районе Тунгусской катастрофы

рисунок 25 из книги [Журавлев, Зигель, 1998, с. 103]. На нем обозначен мало где встречающийся в литературе контур области ожога, построенный по экспериментальным данным. Внутри контура обозначены точки, характеризующие средний и сильный ожог, что свидетельствует о неравномерности воздействия теплового потока внутри этой области. Ориентируясь на точки, представляющие сильный ожог, мы обозначили внутри выделенного контура более локальную конфигурацию. Теперь мы имеем визуализированные границы зоны особо сильного ожога – рис. 31.

Здесь уместно процитировать одно симптоматичное положение статьи Ю. А. Львова и Н. В. Васильева по ожогу, которую мы ранее упоминали [1976, с. 55]:

«Сравнивая между собой площади распространения эффекта ожога ветвей, мутационного эффекта и эффекта термолюминесценции, мы обнаруживаем сходство формы и размеров области их распространения, вплоть до наличия участка с крайне слабым проявлением этих эффектов. Напрашивается предположение о физическом сходстве механизмов их происхождения (выделение лучистой энергии) в отличие от группы эффектов (повал леса, распределение «телеграфного» леса и пр.), в которых основную или существенную роль играла воздушная волна».

Высказывание относится ко времени, когда ТЛ-эффекты были получены только для траппов, а почвенная программа лишь задумывалась. Сейчас появилась реальная возможность изучить совместимость двух из упомянутых эффектов.

Оконтурим обозначенную на рис. 30 зону ТЛ-отжига. Учитывая то обстоятельство, что эта группа проб фиксирует скорее место их расположения в районе катастрофы, а не реальную конфигурацию аномальной области, что обусловлено характером рельефа и возможностями взятия почвенных проб, подберем наиболее близкую геометрическую фигуру, куда эта область вписывается. Такой фигурой оказывается овал, большая ось которого повернута относительно горизонтали на 20-25°. Совместим контуры эффектов на рис. 31 и 30. Получается уже трехуровневая модель (визуально – трехконтурная – рис. 32) тепловых нагрузок на земную поверхность района Тунгусской катастрофы в момент взрыва.

Следует заметить, что на перспективность совместного изучения эффектов ожога, пожара и термолюминесценции еще в 1997 г. обращал внимание А. Е. Злобин в своей статье в «Тунгусском вестнике КСЭ», оставшейся, к сожалению, не замеченной тунгусским сообществом. Характерно, что на эту статью не ссылается И. К. Дорошин в своей капитальной работе на тему пожара [2005]. А ведь Злобин уже тогда совершенно определенно заявлял о нереальности теоретических оценок теплового импульса, сделанных В. П. Коробейниковым, о чем затем в течение десятилетия говорили в кругах КСЭ, и что нашло, наконец, отражение в публикациях последнего времени. Приведем соответствующие положения из статьи [Злобин, 1997].

«...Изменение теплового импульса от границы слабого ожога до эпицентра предварительно можно оценить диапазоном  $J = 3 - 7 \text{ кал/см}^2$ ... При таком диапазоне теплового импульса достаточно надежно реализуются все рассмотренные эффекты (ожог ветвей, ТЛ-отжиг шлиха и возникновение низового пожара)... Ожог ветвей деревьев и ТЛ-отжиг кварцевого шлиха хорошо согласуются между собой по величине теплового импульса. Совместное использование этих двух индикаторов имеет взаимодополняющий характер, и может одновременно рассматриваться как подтверждение каждого из них в отдельности...

Следует отметить, что полученный ранее... диапазон  $J = 16 - 52 \text{ кал/см}^2$  является совершенно нереальным... Проведенные автором настоящей работы эксперименты и расчеты также не подтверждают высоких значений  $J$ . На местности отсутствуют следы столь мощного теплового воздействия.

Действительно, уже при  $J = 25-30 \text{ кал/см}^2$  должен происходить переход кварцевого шлиха в другую кристаллическую модификацию и его оплавление. Тем не менее, следы оплавленного шлиха в действительности отсутствуют. При тепловом импульсе в эпицентре  $J = 52 \text{ кал/см}^2$  граница области слабого ожога ветвей деревьев будет соизмерима с границей «бабочки» вывала, что в действительности не наблюдается. Наконец, при скорости накопления почв 0,2 мм/год., даже при  $J = 3-7 \text{ кал/см}^2$ , семена деревьев в почве могут быть «сварены»... Однако в почве все же сохранились семена, обеспечившие восстановление погибшего леса уже с 1909-1910 гг.» (с. 35-36).

В своей работе А. Е. Злобин ориентировался на температуру, до которой нагреваются кварцевые частицы почвы (максимальная из отмеченных в каталоге температур начала термовысвечивая) в 240 °С и продолжительность теплового воздействия в 2 сек. При ориентировке на пробы, совершенно не люминесцирующие, величину температуры нагрева необходимо поднимать до 400 °С, а это потребует и больших величин теплового импульса. Кстати, и Н. П. Курбатский в своей статье [1975, с. 71] тоже оценивает максимальную величину плотности теплового потока в  $7,5 \text{ кал}\cdot\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  для двухсекундной продолжительности взрыва. Здесь еще есть с чем разбираться.

Наверное, можно допустить, что зона «отжига» ТЛ лоцирует зону зажигания леса световым излучением, о чем пишет И. К. Дорошин в своей статье [2005, с. 47]:

«Можно предположить, что зона первичного воспламенения леса была достаточно компактной, имеющей форму круга или овала, центр этой зоны был приурочен, как и полагается, к эпицентру по вывалу... Зона первичного воспламенения лежит внутри зоны пожара и может иметь конфигурацию, сильно отличающуюся от конфигурации пожара 1908 г.».

Отождествляя, таким образом, зону «отжига» ТЛ с зоной первичного воспламенения леса, можно сформировать модель, на основе которой эту зону удобно исследовать. Отсмотр на ТЛ-установке уже отобранного в этой зоне пробного материала может существенно детализировать реальную картину. При необходимости дополнительное опробование по более густой сетке не будет представлять больших трудностей, ибо десятикилометровая зона вокруг эпицентра за 50 лет хорошо освоена КСЭ.

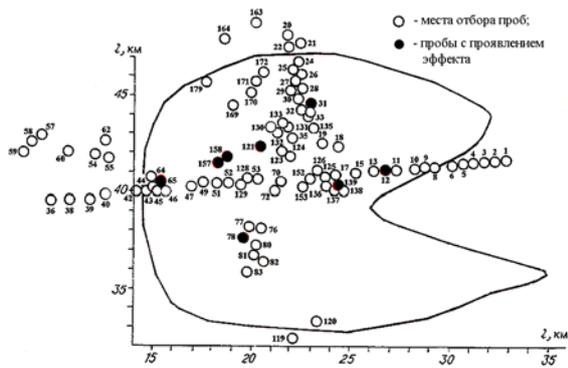


Рис. 33. Эффект Гуреева

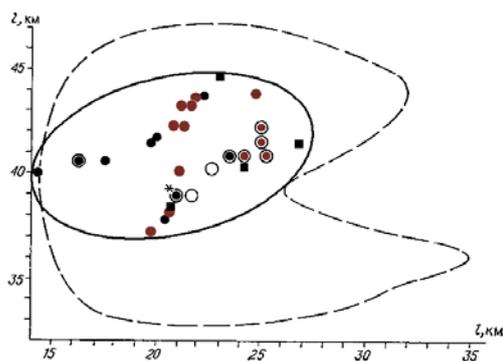


Рис. 34. Совмещение эффектов отжига ТЛ и «отщеп» по В. Ф. Гурееву. Черные квадратики на схеме – пробы, где отмечен «Эффект Гуреева»

с максимальным проявлением признака – рис. 33. Таких проб насчитывалось 8, и все они лежали в области отжиговых значений ТЛ. Причем, в четырех из восьми проб было отмечено проявление обоих эффектов.

Отсутствие у нас ясного понимания, что же реально наблюдал в минералах В. Ф. Гуреев, не позволило тогда опубликовать эти данные. Сейчас же мы решаемся на такой шаг хотя бы для того, чтобы феноменально зафиксировать этот результат. Кто знает, может когда-нибудь это «висящее на стене ружье» и выстрелит. А пока, для полноты картины, совместим эффекты «отжига» и «отщеп», как нызывал свою программу В. Ф. Гуреев (рис. 34). Как видно на схеме, оба эффекта хорошо дополняют друг друга.

#### ***Возможность обнаружения искусственной радиоактивации минералов термолюминесцентным методом***

Сам факт выделения аномалии повышенных значений ТЛ в районе катастрофы (как по траппам, так и по почвам) и отсутствие доказанной альтернативы объяснения их радиационным воздействием послужили стимулом для более пристального внимания к существующим в мире исследованиям в различных областях знания по искусственному облучению минералов в широком спектральном диапазоне. Информационный поиск в этом направлении начался еще задолго до 1988 г., ибо аномалия по траппам задавала определенный фокус восприятия этого эффекта. Прежде всего, необходимо было очертить тематическое и проблемное поле, чтобы понять, в каком месте этого пространства мы находимся и чего можно ожидать от нашей собственной работы.

В предшествующих разделах статьи уже упоминались некоторые источники, в которых описываются экспериментальные работы по облучению минеральных образцов с последующим изучением характера их термовысвечивания. К ним, в частности, относятся такие работы как [Даниэльс и др., 1953; Комов, Хетчиков, 1975; Кюри, 1961; Овчинников, Максенов, 1963; Шаховец, Шлюков, 1997]. Но это лишь небольшая часть тех источников, которые анализировались для ориентировки в теме.

Главное, что необходимо было понять – какими видами излучения и какой величины радиационными потоками могли порождаться те уровни ТЛ, которые регистрировались в наших исследованиях. Первоначальной ориентировкой для нас служило соотношение ЕТЛ, которую мы относили к установленному «фону» на Тунгуске, и аномальной ТЛ (АТЛ), с которой мы отождествляли выделенные уровни повышенных значений ТЛ [Бидюков и др., 1990]. Это соотношение в среднем по району не превышало 1,5-2 раз. Хотя встречались отдельные экстремальные значения, повышающие это соотношение до 8-10. В то же время, лабораторные исследования с рентгеновским и гамма-излучением, а также нейтронными и протонными потоками давали соотношения, отличающиеся на несколько порядков [Кашкарова и др., 1973; Комовский, 1961; Шехмаметьев, 1973].

Повествование о программе «Отжиг» будет неполным, если не упомянуть об одном «экзотическом» эффекте, который связан с именем московского геолога Владимира Федоровича Гуреева. В 1979 г. мы заочно познакомились с ним через Владимира Ильича Кириченко. Детали этого взаимодействия, к сожалению, уже стерлись из памяти, а материалы по совместной программе работ в нашем архиве весьма скудны – сохранился лишь каталог выборочной обработки шлихов, которые мы отправляли в Москву Владимиру Федоровичу, да несколько набросков на миллиметровке того эффекта, который В. Ф. Гуреев выделил по своей «эксклюзивной» методике. В технологию выделения эффекта он нас не посвящал, но через В. И. Кириченко, который с ним встречался, известно, что Гуреев, на основе собственных опытных данных, при просмотре шлихового материала под микроскопом выделял в зернах некие признаки внешнего воздействия. В его каталоге, насчитывающем 141 пробу, выделяемый признак ранжирован по пятибалльной шкале с градацией в следующем ряду: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0. Основания построения этого диапазона нам тоже неизвестны. В свое время мы пытались по данным каталога визуализировать получающиеся эффекты, но ничего представляющего интерес в то время не получили. Десять лет эти данные лежали без движения. Но когда, при работе над статьей 1990 г., мы получили зону аномально низких значений ТЛ, в памяти всплыли «картинки» с «эффектами Гуреева». Особо впечатляющей была схема расположения проб

Продуктов радиоактивного заражения местности долгоживущими изотопами в районе катастрофы обнаружено не было [Кириченко, Гречушкина, 1963; Кириченко, 1975; Кириченко, Николишин, 1975; Колесников и др., 1975; Собонович и др., 2003]. Палеорадиационная обстановка района, как было показано выше, тоже была обычной. Потому рассматривать вариант контактного облучения смысла не было. Оставалась возможность воздействия радиационных потоков. И с этим вариантом разбираться было необходимо более тщательно – описываемые механизмы были далеко не простыми, а результаты разных авторов часто значительно различались между собой.

Перед углублением в тему кратко охарактеризуем явление ТЛ и поясним, что входит в само это понятие.

**Термолюминесценция** – не что иное, как фосфоресценция, предварительно возбужденная поглощением света, радиоактивным излучением и т.д. и «замороженная» при комнатной температуре. Нагревание не вызывает люминесценцию, а только освобождает ее от «замороженности».

П. Прингсхейм

### **Теоретический минимум**

«Если возбуждение фосфора производить при комнатных или низких температурах, а затем при постепенном нагревании снять кривую зависимости интенсивности свечения от температуры фосфора, то можно наблюдать следующую обычную картину. Интенсивность свечения сначала нарастает и по достижении некоторого максимального значения начинает падать, затем фосфор снова разгорается, после чего интенсивность опять падает и т. д. Такая система нарастания и спадания яркости свечения может повторяться несколько раз в зависимости от типа фосфора, от температуры, при которой происходит возбуждение, и от интервала температур наблюдения» [Кац, 1960].

Полученные таким образом кривые зависимости интенсивности свечения от температуры носят название «кривых термовысвечивания».

Кривая ТВ представляет суперпозицию набора элементарных пиков свечения. Каждый элементарный пик соответствует определенной разновидности точечного дефекта кристаллической структуры (вакансии, атомы внедрения, замещения...), являвшихся энергетическими ловушками для электронов, освобожденных с валентных оболочек ионизирующим излучением. Светосумма (площадь) элементарного пика пропорциональна количеству электронов, захваченных соответствующей разновидностью ловушек.

Электронные ловушки представляют собой метастабильные уровни, захватывающие электроны на более или менее продолжительное время, протекающее между процессом возбуждения (поглощения возбуждающей радиации) и процессом излучения люминесценции. Эти уровни ответственны за длительность фосфоресценции, тогда как центры суть уровни, ответственные за спектр излучения люминесценции.

Глубиной ловушки называют термическую энергию активации, которую должна получить ловушка для высвобождения захваченного электрона.

При радиоактивации минералов с большей скоростью заполняются мелкие локальные уровни. Поэтому при обычных температурах в первую очередь заполняются уровни, ответственные за низкотемпературный максимум. И чем продолжительнее время активации, тем более значительной будет интенсивность этого максимума. Одновременно, но с меньшей скоростью заполняются локальные уровни, ответственные за высокотемпературный максимум. Неравномерность заполнения этих уровней, отличающихся по энергии тепловой ионизации, создает эффект «маскировки» высокотемпературного максимума на фоне высвечивания низкотемпературного.

### **Тематический обзор**

Обнаружено, что песок обладает термолюминесцентными свойствами. Для исследования его дозиметрических параметров в качестве исходного материала использовались песчинки диаметром от 70 до 200 мкм, средней массой 17,5 мг. Песок облучался от гамма-источников Cs<sup>137</sup> (0,75 рад/мин) и Co<sup>60</sup> (1,15·10<sup>5</sup> рад/ч). Установлено, что дозовая зависимость песка практически линейна в диапазоне доз от 10 до 200000 рад. Предварительное облучение песка в 3-4 раза повышает выход ТЛ при последующем облучении.

ВИМИ «Гражданская оборона», 1977 г.

Было проведено модельное облучение природного кварца (Дальний Памир) высокоэнергичными (660 Мэв) протонами. Обнаруживаемая после этого ТЛ сравнивалась с ЕТЛ и искусственно наведенной гамма-излучением. При облучении образца, не подвергавшегося предварительному высвечиванию гамма-квантами дозой до 10<sup>5</sup> рад ТЛ по сравнению с ЕТЛ увеличивалась примерно в 5 раз. Гамма-облучение предварительно высвеченного образца приводит к возникновению нескольких новых максимумов в температурном интервале 20-110 °С. ТЛ наведенная протонами (интегральный поток 4,7·10 протон/см<sup>2</sup>) в предварительно высвеченном образце примерно на 4 порядка превышает интенсивность его ЕТЛ.

Кашкарова и др., 1973 г.

Бомбардировка поверхности тонкого образца  $\alpha$ -лучами от источника полония активностью в 1 кюри в течение одной секунды эквивалентна бомбардировке лучами урана в течение миллиона лет...

Во многих кристаллах интенсивность термолюминесценции почти пропорциональна количеству поглощенного  $\gamma$ -излучения... Кривые свечения, полученные после возбуждения гамма-лучами,

оказываются более удобными, чем ЕТЛ-кривые, т.к. получается большее число пригодных для идентификации пиков в области низких температур, между тем как в естественных условиях под влиянием температуры земли эти пики исчезают...

При вторичном нагреве после охлаждения испускание света не наблюдается. Однако краткая экспозиция рентгеновским или  $\gamma$ -излучением восстанавливает свойство термолюминесценции и путем подходящего выбора дозы можно получить термолюминесценцию с прежней интенсивностью...

Как правило, наблюдается насыщение при некоторой интенсивности падающей радиации, зависящей от типа кристалла и природы радиации... Щелочные галоиды и известняки достигают насыщения приблизительно при 100000 рентгенов при облучении  $\gamma$ -лучами от  $\text{Co}^{60}$ . Непрерывное облучение может привести или к постоянной интенсивности термолюминесценции, или к уменьшению ее интенсивности...

Даниельс, 1953 г.

Установлено, что кварц имеет линейную зависимость ТЛ от дозы облучения до  $5 \cdot 10^6$  рад.

Хютт, Смирнов, 1977 г.

При возбуждении кристаллического кварца рентгеновскими или гамма-лучами интенсивность ТЛ растет с дозой облучения и увеличивается более чем на три порядка (при дозах  $10^6$ - $10^7$  рентген).

Шехмаметьев, 1973 г.

Исследовалось влияние на ТЛ кварца различных доз гамма-облучения и облучения протонами с энергией 10 Мэв. На кривой ТЛ обнаружены пики при 200, 255, 275 и 355 °С, интенсивность которых растет с дозой облучения с выходом на насыщение.

РЖФ 1978 г., №3Д

Исследована ТЛ природного кристаллического кварца, облученного гамма-лучами  $\text{Co}^{60}$  в области 3300-5200 А°. Наблюдались максимумы интенсивности ТЛ при 220 и 380°С в зависимости от дозы облучения ( $10^5$  и  $10^7$  рентген, соответственно).

РЖФ 1965 г., №4

Кривые ТВ природного кварца состоят из пиков, расположенных при 250, 315 и 350°С. После облучения гамма-квантами дозой  $1,25 \cdot 10^5$  рад, появляются дополнительные пики при 71, 110 и 169°С.

РЖФ 1978 г., №1Д

В литературе есть сведения, что электронные потоки и мягкое рентгеновское излучение ответственны за наведение низкотемпературных пиков до 100 °С.

Таким образом, *искусственную радиоактивацию природного минерального материала можно определить по значительно более высоким по сравнению с ЕТЛ уровням термовысвечивания (и, соответственно, светосуммам ТЛ), появлению на кривых ТВ необычных низкотемпературных максимумов и соотношению пиков на кривой ТВ.* Однозначная дифференциация видов излучения по степени их жесткости очевидно затруднительна, если вообще принципиально возможна.

В дополнение к данному выше тематическому обзору приведем фрагмент монографии Г. В. Морозова [1968], пожалуй, наиболее для нас интересный.

«Рентгеновская и гамма-активация антропогенных отложений в отличие от ультрафиолета восстанавливает светосумму высвеченных образцов этих пород.

Возбуждение образцов (почв) нейтронами в пределах небольших доз (порядка 6 тысяч рад) приводит к восстановлению и дальнейшему увеличению светосуммы. При этом главным образом возрастает интенсивность температурного максимума при 230°С. Облучение дозами, большими, чем 20 тыс. рад, наоборот, вызывает ослабление светосуммы. **При оптимальной дозе нейтронного излучения (20500 рад) величина наведенной светосуммы увеличивается примерно в 1,5 - 2 раза по сравнению с природной ТЛ (выделение наше – ББ).**

При рентгенизации малыми дозами радиации (около 1 часа) нагревание образцов непосредственно после возбуждения показывает, что в некоторых случаях кривые наведенной ТЛ (почв) и кварцев характеризуются одним низкотемпературным максимумом при 120 °С. Через несколько десятков часов этот максимум полностью разрушается и на кривых ТВ обнаруживается другой максимум при 175 °С. При больших дозах поглощенной радиации (время облучения – несколько часов) кривые ТВ всех без исключения образцов характеризовались максимумом 175 °С, интенсивность которого пропорциональна поглощенной дозе. При достаточно продолжительной рентгенизации отмечается появление максимума 290 °С».

В чем причина нашего повышенного интереса к этому источнику? Во-первых, это материал, с которым работал автор – почвы и кварцевая фракция почвенных шлихов. Во-вторых, указание на уровень повышения светосумм ТЛ для образцов, подвергнутых воздействию нейтронного излучения (специально выделено в авторском тексте). Напомним, что в наших исследованиях в районе Тунгусской катастрофы зафиксировано увеличение уровней ТЛ именно в 1,5-2 раза (см. начало раздела «*Возможность обнаружения...*»). Вряд ли это может быть простым совпадением.

Далее перейдем к описанию наших собственных экспериментов по воздействию радиационных потоков на образцы (использовался как фоновый материал, так и шлихи из района катастрофы).

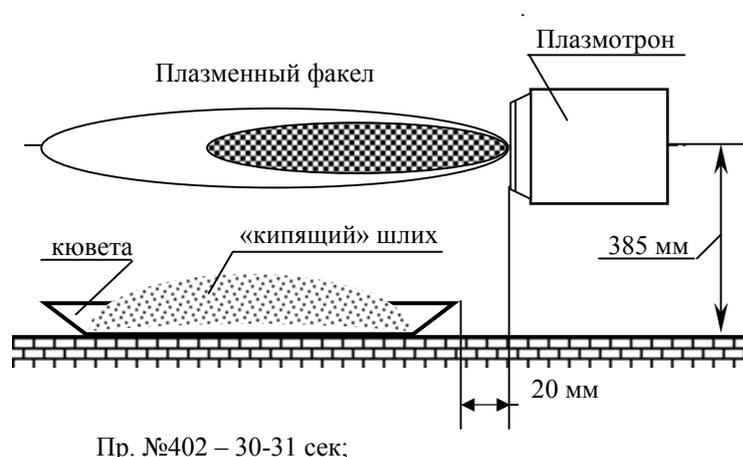
## Эксперименты по облучению

Ориентируясь на принцип, высказанный еще в 1953 г. Ф. Даниельсом, — «краткая экспозиция рентгеновским или  $\gamma$ -излучением восстанавливает свойство термолюминесценции, и путем подходящего выбора дозы можно получить термолюминесценцию с прежней интенсивностью», и учитывая многочисленные эксперименты такого рода впоследствии [Комовский, 1961; Овчинников, Максенов, 1965; Кашкарова и др., 1973; Хютт, Смирнов, 1977], мы в начале 90-х годов запланировали провести несколько похожих экспериментов на разном материале.

Первый опыт такого рода был осуществлен по идее члена отряда «Термолум» красноярского инженера Г. П. Галанцева и с его помощью. Ориентируясь на то обстоятельство, что как пролет болида, так и непосредственно взрыв над тайгой должны были сопровождаться плазменными явлениями, Георгий Петрович предложил провести ряд экспериментов с облучением образцов радиацией факела лабораторного плазмотрона.

По литературным данным [Бронштэн, 1980; 1981; Константинов и др., 1966] движение метеороида в атмосфере сопровождается не только излучением в видимой части спектра, но и ультрафиолетовым, рентгеновским, гамма-излучением, электронным и нейтронными потоками. По оценкам некоторых авторов, излучение связывается с плазменной оболочкой летящего тела.

Сразу заметим, что возможностей зарегистрировать спектр излучения факела применявшегося плазмотрона у экспериментатора не было. Интерпретация полученных данных строится на том, что воздействовало некое интегральное излучение, дифференцировать которое представляется затруднительным. Но и реальный плазменный процесс на Тунгуске тоже был интегральным. Хотя отождествлять спектры факела плазмотрона и Тунгусского феномена вряд ли правомочно. Мы рассматриваем эти эксперименты как ориентировочные.



Принципиальная схема эксперимента с плазмотроном представлена на рис. 35. Параметры плазмотрона: мощность в струе — 30 кВА; состав плазмообразующего газа — аргон (61 %, 30 л/мин) + водород (39 %, 19 л/мин). Экспериментальный материал: эталон № 2 — дробленый кварц срединной части монокристалла горного хрусталя; тунгусские пробы №№ 11, 13, 402 (шлихи).

Время облучения:

Пр. №11 — 1-2 сек;

Эт. №2 — 5-6 сек;

Пр. №13 — 60-61 сек.

Рис. 35. Схема экспериментального облучения шлиховых образцов

В связи с тем, что при подносе ванночки с подстилкой из черной плотной бумаги с расположенным на ней шлихом к плазменной струе появлялся эффект «кипящего слоя» (песчинки уже на расстоянии 0,5-0,6 м от факела начинали «кипеть» даже при выключенной вытяжке) расстояние от стола до оси факела было установлено максимально возможным — 385 мм. Приближение ванночки к плазменной струе усиливало эффект «кипения». Очевидно этот эффект связан с сильным электростатическим возмущением. Тем не менее, он явно благоприятствовал всестороннему облучению дисперсного материала.

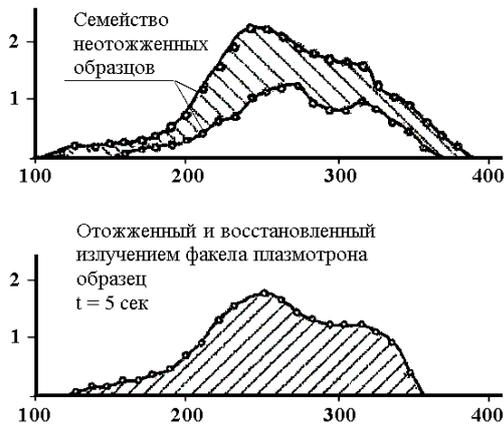
Результаты проведенных экспериментов приводятся на рис. 36.

Характер полученного эффекта для остальных двух проб №№ 11 и 402 (тот же район) принципиально ничем не отличается от данных на рис. 36. Для пробы № 11 вариация интенсивностей в максимуме заключена в интервале 11-12,6 усл. ед. при величине восстановленного — 1,3 усл. ед. При этом максимальные значения для неотожженных проб № 11 и № 402 фиксируются для пика при 210 °С, а восстанавливается пик при 300 °С. У всех восстановленных шлихов пик 210 °С едва заметен и составляет 0,1-0,4 усл. ед. Для пробы № 402 вариация КТВ для неотожженных шлихов более похожа на таковую у пробы № 13. Для эталонного образца характер КТВ отожженного шлиха и затем восстановленного излучением плазмотрона близок к средним значениям в вариации для неотожженных шлихов. Здесь мы имеем случай восстановления ЕТЛ в чистом виде.

Таким образом, для тунгусских проб первоначальные параметры облучением не восстанавливаются. Время экспозиции от 1 до 60 сек на уровни восстановления ТЛ не влияет.

Второй эксперимент по облучению был проведен в Томске С. Р. Угловым (рис. 37, 38). С помощью источника  $Co^{60}$  с  $E_{\gamma} = 1$  Мэв облучались те же пробы, что и в эксперименте с плазмотроном — №№ 11 и № 13, а также Эталон № 2. Кроме них облучению подвергалась проба ТЛ89УВР2/2 (второй слой соответствующего почвенного разреза).

Эталон №2 (дробленый кварц - монокристалл горного хрусталя);  $a = 0,25-0,5$  мм;  $m = 10$  мг.



Проба №13 (Тунгуска) - шпих;  $a = 0,25-0,5$ ;  $m = 10$  мг.

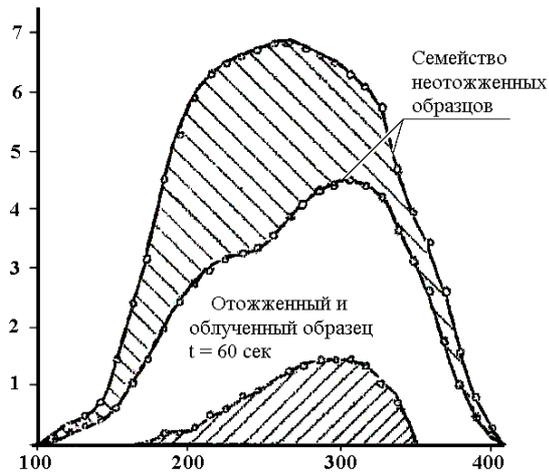


Рис. 36. Экспериментальные графики ЕТЛ, отжига и восстановления излучением факела плазматрона эталонного образца и тунгусской пробы №13 (в 6 км от эпицентра на СВ)  
 $a$  – размер зерна;  $m$  – масса навески однократного измерения;  $t$  = время облучения.  
 Обозначения по осям графиков – те же, что и на предыдущих рисунках.

Эталон №2 (дробленый кварц - монокристалл горного хрусталя);  $a = 0,25-0,5$  мм;  $m = 10$  мг.

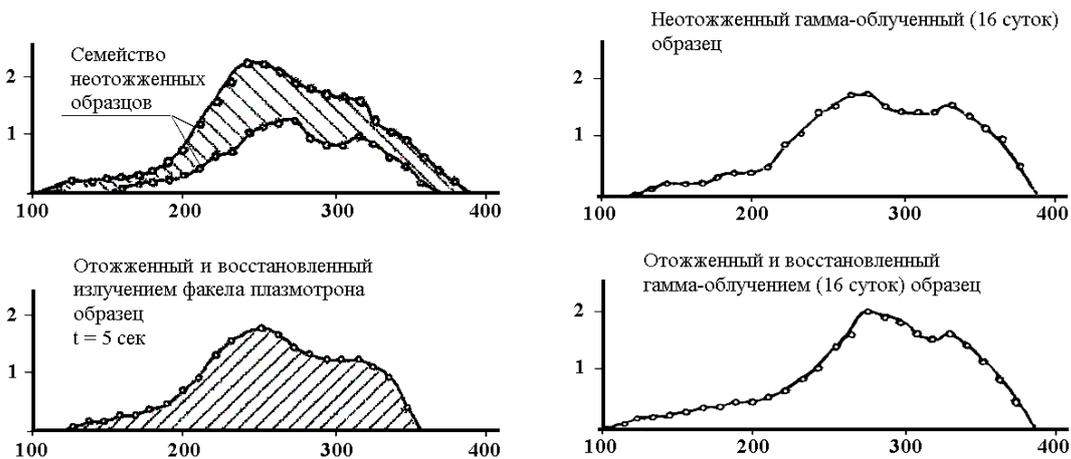


Рис. 37. Сравнительные характеристики КТВ Эталона № 2 при экспериментах с облучением факелом плазматрона и от источника  $Co^{60}$   
 Обозначения аналогичны тем, что даны на рис. 36.

Анализ характера КТВ при облучении образцов от источника  $Co^{60}$  показывает, что при выбранном времени экспозиции (16 суток) исходные уровни ТВ неотожженных образцов не восстанавливаются. Результирующие интенсивности и светосуммы ТЛ для облучения факелом плазматрона и от источника гамма-излучения эквивалентны.

Однако при гамма-облучении на КТВ обеих проб появляется дополнительный пик при 270 °С, а характерный для этих проб пик при 300 °С смещается вправо по шкале на 20 °С. Такие эволюции КТВ при облучении жесткой радиацией не противоречат литературным данным о результатах экспериментов с облучением в рентгеновском и гамма-диапазонах.

Как показывает следующий эксперимент с пробой ТЛ89УВР2/2 (рис. 39), необходимо более тщательно разбираться с временем экспозиции. Если при облучении факелом плазматрона время экспозиции в диапазоне 1-60 сек практически никак не влияет на характер восстановленных КТВ, то при гамма-облучении во временном диапазоне 4-16 суток, получаются существенно разные уровни восстановленных КТВ. Причем в наших экспериментах с пропорциональным ростом времени экспозиции (4-8-16 суток) интенсивность ТЛ резко падает с 8,8 усл. ед. до 3 усл. ед. при переходе от 4 к 8 суткам облучения и незначительно уменьшается (с 3 до 2,2 усл. ед.) при переходе от 8 к 16 суткам.

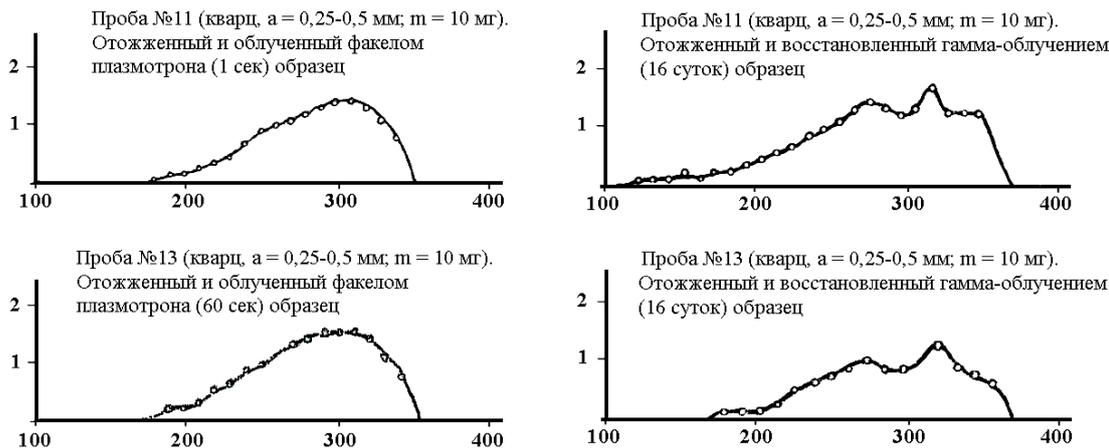


Рис. 38. Сравнительные характеристики КТВ тунгусских проб №№ 11 и 13 при экспериментах с облучением факела плазмотрона и от источника  $Co^{60}$   
Обозначения аналогичны тем, что даны на рис. 36.

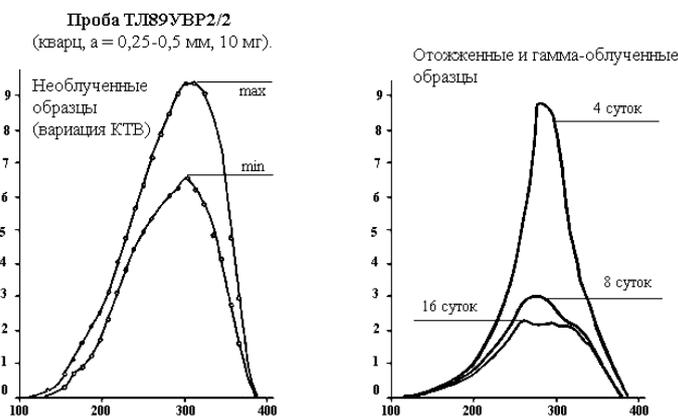


Рис. 39. Результаты экспериментов по восстановлению уровней исходной ТЛ для кварцевого шлиха из тунгусского почвенного разреза (второй слой)  
Обозначения аналогичны тем, что даны на рис. 36.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что КТВ восстановленного образца при экспозиции 4 суток имеет ярко выраженный пик при  $270^{\circ}C$  (как и у проб №№ 11 и 13, где такой пик появляется при восстановлении ТЛ). На графиках для восстановленных образцов при экспозиции 8 и 16 суток он тоже присутствует. При этом, пик  $300^{\circ}C$  практически не восстанавливается, а занимает некоторое общее для всех восстановленных образцов значение и сдвигается на  $20^{\circ}C$  по температурной шкале в сторону высоких ее значений.

Надо сказать, что в силу определенных технических и организационных обстоятельств, нам

не удалось провести требующиеся масштабные эксперименты по облучению образцов в разных участках спектра действия жесткой радиации. Материалы повторного облучения образцов С. Р. Угловым по уточненной нами методике пока не обработаны. Но и будучи получены, они вряд ли ответят на все поставленные ранее вопросы. Здесь требуется специальная программа экспериментов с привлечением хорошего специалиста-физика, разбирающегося в тонкостях механизмов люминесценции.

Завершая раздел по облучению образцов, приведем некоторые сведения, касающиеся влияния на характер ТЛ минералов, в том числе почвенных, ультрафиолетовой (УФ) радиации. Мы уже говорили об этом в последней своей из опубликованных статей [Бидюков, 2000]. Однако эта тема заслуживает специального акцента, ибо в литературе и частных обсуждениях бытует миф о возможности значительного стимулирования ТЛ на Тунгуске именно этим видом излучения (см., напр., [Светцов, Шувалов, 2005, с. 184]).

Приведем несколько красноречивых выдержек из литературных источников.

В монографии Г. В. Морозова [1968] говорится: «Облучение ультрафиолетом образцов лесса сильно ослабляет их ТЛ (в среднем наполовину) в течение первых 80 мин облучения. При более длительном облучении дальнейшее ослабление ТЛ несколько замедляется...»

Были исследованы три образца аллювиального кварцевого песка из участка поймы, только что освобожденного от паводковых вод (рис. 8 – рис. 40 в настоящей работе).

Образец № 3 был отобран из той части поймы, которая не заливалась паводковыми водами. В этом месте аллювий был загрязнен органическими веществами, имел темный цвет, и длительное время подвергался прогреву до температур порядка  $50-60^{\circ}C$ . Образец № 1 был отобран на несколько сантиметров ниже уреза воды, так что можно предположить, что данный кварцевый материал был отложен

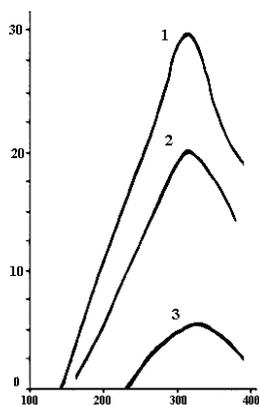


Рис. 40. Ослабление ТЛ ультрафиолетовой радиацией [Морозов, 1968, рис. 8].

непосредственно во время паводка. Образец № 2 представлял собою часть образца № 1, и после отбора в течение 3 часов он облучался ультрафиолетом. Измерение ТЛ образцов показало, что все они характеризуются однотипной по морфологии кривой ТВ. Кривые имели один высокотемпературный максимум при 320 °С, однако интенсивность ТЛ образца № 2 (20 усл. ед) была приблизительно в 1,5 раза меньше, чем у № 1 (30 усл. ед), отобранного ниже уровня воды. У № 3 ТЛ эффект был весьма незначителен. Такое отличие в характере ТЛ можно объяснить действием ультрафиолета и нагрева на образцы.

Действием поверхностного нагрева и солнечного ультрафиолета можно объяснить отсутствие ТЛ свойств у гумусового горизонта современных почв, хотя у лессовых пород, на которых они развиты, ТЛ отмечается».

Исчерпывающая характеристика механизма действия УФ облучения на почвенные минералы дана в работе [Шлюков, Шаховец, 1997, с. 20].

«Активирующее действие УФ радиации для 300 °С-го пика кварца легко наблюдать с помощью УФ облучения образца после его полной чистки путем термообработки (рис. 41).

...Наряду с дезактивирующим УФ радиация обладает и *активирующим* свойством, по полной аналогии с радиоактивным воздействием. В отличие от последнего активирующий поток значительно ослаблен, что ведет к небольшой, но отличной от нуля стационарной светосумме 300 °С - го пика кварца».

Наши собственные эксперименты [Бидюков, 2000] (см. также краткое описание этой работы в настоящей статье) вполне подтверждают литературные данные.

Здесь хотелось бы высказать несколько попутных соображений, касающихся характера полевой работы на Тунгуске и связанных с опытом отбора и полевой обработки проб на ТЛ.

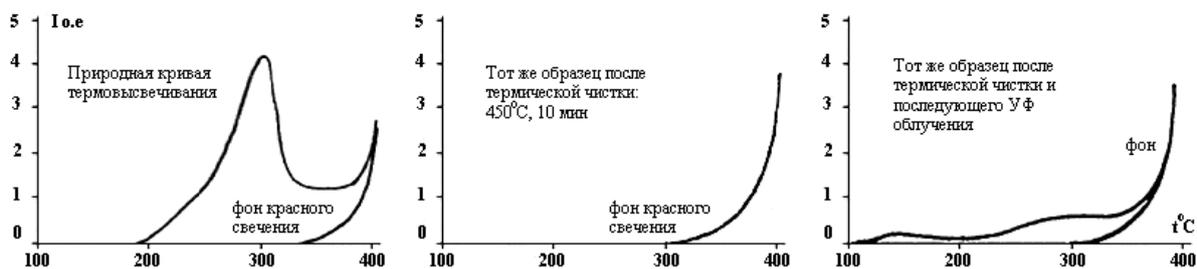


Рис. 41. Действие механизма УФ-облучения на кварцевые образцы

Литературные данные и многолетняя практика полевых сезонов говорят о том, что к процедуре обработки проб и подготовки отмытых шлихов необходимо подходить очень осторожно. Прежде всего, это касается сушки шлиха на воздухе. В первых полевых сезонах, когда мы еще имели слабое представление о всех тонкостях механизмов ТЛ, практиковалась сушка отмытых шлихов в чашках Петри, расставленных на столах и подвергавшихся действию прямого солнечного света. А это с неизбежностью вело к УФ и тепловому отжигу проб с какой-то потерей запасенной ими светосуммы. Вполне возможно, что этот регулярный эффект ответственен за систематическую ошибку в получении результатов ТВ отобранных образцов. И те данные, которые мы представляли ранее, необходимо пропорционально увеличивать. Если учесть, что один шлих, помещенный в чашку Петри и выставленный на солнце, сохнет примерно 2 часа, а потом собирается и упаковывается в светонепроницаемые пакеты, то, ориентируясь на данные Г. В. Морозова (см. рис. 40 с соответствующими комментариями), можно считать, что светосуммы необходимо увеличивать на 20-30 %.

Если учесть еще и то, что отмыв проб производится также на воздухе и занимает для каждой пробы в среднем 1-2 часа (включая и тонкую доводку шлиха для очистки минеральных зерен от глинистой оболочки), то увеличивать светосуммы приходится в общем раза в полтора. Это, конечно, оценки из «общих соображений» и они, естественно, требуют экспериментальной проверки. Впрочем, проверка эта особой сложности не представляет.

Может показаться, что описанный механизм объясняет наличие проб с аномально низкими значениями ТЛ на Тунгуске. Но тогда сложно объяснить приуроченность этих проб к локальному району эпицентральной области и совпадение этого «пятна» с зоной особо сильного ожога веток деревьев. Есть и другие соображения, которые не позволяют нам принять эту версию.

## Общие выводы

Резюмируя изложенное выше, кратко перечислим те положения статьи, которые представляются нам наиболее значимыми.

1. По совокупности проведенных измерений в районе Тунгусской катастрофы надежно зафиксированы два эффекта: местное поле термлюминесценции как траппов, так и почв имеет отклонения от естественного фона:

- в сторону пониженных уровней, когда значения параметров ТЛ близки к нулевым (диапазон 0-7 усл. ед. по сравнению с фоновыми значениями на уровне 80-100 усл. ед);

- в сторону повышенных уровней, когда значения параметров ТЛ превышают среднефоновые в 1,5-2 раза; учитывая характер подготовки проб в поле, эти значения необходимо увеличивать еще во столько же.

2. Произведена оценка уровня фоновых значений, что позволяет ориентироваться при выделении аномально низких и аномально высоких значений поля ТЛ.

3. Флуктуации естественного поля радиоактивности на Тунгуске не влияют на отклонения в вариации поля ТЛ.

4. Эффект «пятнистости», когда пробы, расположенные на удалении десятка метров друг от друга, могут давать существенно разные значения параметров ТЛ, не позволяет всецело ориентироваться на абсолютные значения измерений и требует применения статистических методов обработки при построении поля ТЛ по всему району Катастрофы. Выделение структуры эффекта сопряжено с непомерно высокими трудозатратами и вряд ли может быть реализовано в обозримой перспективе.

5. Изучение вертикального градиента поля ТЛ района Катастрофы показало, что определенно зафиксирован эффект усиления ТЛ верхних слоев разреза «Камня Джона» (эксперименты группы М. В. Коровкина) с уменьшением значений ТЛ с глубиной. На почвенных разрезах такой эффект зафиксирован лишь для приповерхностных слоев в нескольких пробах эпицентральной зоны. В почвенных разрезах, взятых по глубине до слоя мерзлоты или сплошного галечника (глубины 50-70 см) совпадения с теоретической моделью вертикального градиента ЕТЛ (монотонное нарастание уровней с глубиной) не наблюдается. Отмечаются примерно равные уровни во всех 6-8 слоях, что не позволяет установить какую-либо закономерность.

6. Пробы с пониженными значениями ТЛ концентрируются в зоне особо сильного ожога веток деревьев. Зона «отжига» ТЛ допускает, таким образом, отождествление ее с зоной первичного воспламенения опадно-моховой подстилки и возникновения катастрофического пожара, т.е. зона «отжига» ТЛ лоцирует зону максимальных тепловых нагрузок излучения Тунгусского взрыва. Тепловой поток при этом оценивается на уровне не более 7 кал/см<sup>2</sup>.

7. Отожженные и облученные излучением факела лабораторного плазмотрона пробы не восстанавливаются до прежних параметров в диапазоне времени облучения 1-60 сек. Фиксируется близкий для всех восстановленных образцов базовый уровень ТЛ.

8. Гамма-облучение образцов при времени экспозиции 16 суток дает сходные результаты с экспериментами по облучению факела плазмотрона. При этом облучение при экспозиции 4 суток практически полностью восстановило интенсивность пика ТЛ для одной пробы восточного разреза (второй почвенный слой – 2-4 см). Однако морфология КТВ восстановленного образца отличалась более острым видом пика. Объем экспериментов по облучению не достаточен для надежных оценок характера восстановления исходной ТЛ.

9. Облучение в УФ диапазоне не приводит к значительному повышению уровней термовсвечивания. С этим диапазоном связываются процессы стирания запасенной ранее светосуммы ТЛ. Восстановление отожженных образцов УФ излучением дает минимально возможный базовый уровень ТЛ в образце. Таким образом, связывать эффект аномально высоких значений ТЛ на Тунгуске с действием УФ радиации нет никаких оснований.

10. Совершенно безосновательны также утверждения о стимулирующем (или стирающем) действии на поле ТЛ ударной волны Тунгусского взрыва. Уровни избыточного давления во фронте волны на много порядков меньше необходимых для получения эффекта изменения параметров ТЛ в кристалле.

11. Альтернативы действию в зоне взрыва радиационных потоков в диапазоне рентгеновского, гамма-излучения, либо нейтронного и протонного, не просматривается.

12. Соображения по объяснению выделенных аномалий за счет генезиса самих минералов никакими исследованиями пока не подкреплены. Доказательство участия в формировании поля ТЛ этого района палеовулкана также требует постановки и реализации специальной программы исследований. До получения каких-либо результатов в этом залеге всякие утверждения на эту тему необходимо расценивать как голословные.

Призраком ядерного взрыва (по А. П. Казанцеву), представление о котором строится на основе аналогий с земными техногенным моделями и их натурной реализацией, надолго зашорил взгляд исследователям Тунгусского События. Сейчас необходимо строить иную модель, свободную от «родимых пятен» базовой.

Одной из предпосылок построения такой модели могут выступать соображения, высказанные А. А. Симоновым в статье «Возможные энергетические и радиационные механизмы Тунгусской

катастрофы 1908 года на основе МГД теории плазменных явлений» (см. настоящий сборник). Не исключены и более экзотические варианты порождения описанных ТЛ феноменов.

Попытки попросту отмахнуться от «неудобных» эффектов, дискредитировать их под любым предлогом или, на худой конец, отодвинуть в дальний темный угол сознания, не гарантируют от того, что, рано или поздно, это «шило» из мешка все же не вылезет. И тогда мы снова будем вынуждены выходить на очередной виток изучения «окончательно и бесповоротно решенной» Тунгусской проблемы.

### Благодарности

Прежде всего, надо сказать совершенно определенно, что все результаты, полученные в процессе реализации термолюмной программы, являются коллективным достижением КСЭ. В недрах ее эта программа зародилась, ее участниками выполнялась, и обсуждение полученных результатов тоже велось преимущественно «теоретиками» КСЭ. В этой связи хотелось бы отметить неоценимый вклад в совместную работу друзей и соратников, покинувших навсегда наши ряды: Николая Владимировича Васильева, Дмитрия Валентиновича Дёмина, Юрия Алексеевича Львова, Владимира Ильича Кириченко, Сократа Павловича Голенецкого. В этом же ряду мы с благодарностью вспоминаем своих ушедших родственников, постоянно оказывавших нам содействие и большую научную и техническую помощь: Альфреда Александровича Зуева, Альбину Ибрагимовну Зуеву, Федора Емельяновича Бидюкова, Александра Федоровича Бидюкова. Низкий поклон их памяти!

С огромным удовлетворением мы представляем полный список тех, кто в разные годы принимал участие в программе изучения поля ТЛ в районе Катастрофы и помогал нам в камеральный период (см. табл. в «Приложении»).

Из этого списка следует выделить тех, кто по праву относит себя к отряду «Термолюм» и внес особенно весомый вклад в общую работу: С. В. Кривяков, Л. Г. Пелехань, В. А. Бидюкова, В. Ю. Кожемякин, О. Н. Мурыжникова, Г. Б. Петрова, Т. А. Незефи, С. И. Фомина, О. Я. Скрябина, Г. П. Галанцев, Н. И. Ляурья, Н. А. Ляурья, Л. В. Смирнова, Е. В. Дудорова. В период 1988-91; 1998 гг. в составе отряда работали также А. Н. Толпеко, О. М. Дроздова, Н. М. Жишкина, В. А. Незефи (1988), И. А. Щепеткин, П. Г. Плеханов, А. В. Казак (1989), Е. В. Лодкина (1990), Г. М. Голубецкая, Н. А. Полякова, Н. Б. Бидюкова, Д. Н. Мурыжников (1991), Т. И. Иванова (1998).

Необходимо специально отметить крайне трудоемкую работу по визуальному выделению из шлиха зерен кварца для непосредственных отсчетов на ТЛ-установке, которую в камеральный период провела В.А. Бидюкова. Часть этой работы выполнена также Л. В. Смирновой.

На разных этапах многолетних исследований нам оказывали содействие (кроме уже упомянутых в тексте статьи): Ю. В. Ким, В. А. Разум, Ю. Л. Кандыба, В. О. Красавчиков, М. В. Коровкин, В. М. Кувшинников, Ю. А. Гришин, В. И. Ерошкин, Е. Л. Россовская.

При обсуждении хода работы и полученных результатов много ценных замечаний и предложений мы получили от В. К. Журавлева, В. А. Воробьева, А. Н. Дмитриева, Г. Ф. Плеханова, Л. Ф. Шикалова, А. Е. Злобина, В. И. Зюкова, Е. В. Малиновского, О. С. Анисимова, Б. Н. Голубова, А. Ю. Ольховатова, Б. У. Родионова, Н. А. Лебедевой, Э. Н. Кривяковой, В. А. Попова.

Всем упомянутым товарищам автор выражает искреннюю признательность. Автор также приносит свои извинения тем людям, кто был причастен к этой работе, но кого в силу каких-то обстоятельств он обделил здесь своим вниманием.

### Литература

**Бидюков, Б. Ф.** Пути и перспективы исследований радиационных эффектов, связываемых с Тунгусским взрывом, с помощью термолюминесцентного метода [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – № 7. – С. 25-31.

**Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентный анализ почв района Тунгусского падения [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 96-104.

**Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентные аномалии в зоне действия Тунгусского Феномена [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – № 5. – С. 26-34.

**Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентная фотография Феномена [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1996. – №1. – С. 18-23.

**Бидюков, Б. Ф.** Экспериментальная проверка возможности выделения аномальной термолюминесценции на почвенных образцах района Тунгусской катастрофы [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский вестник КСЭ. – 2000. – №12. – С. 20-22.

**Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентные аномалии почв района Тунгусского падения [Текст] / Б. Ф. Бидюков, В. О. Красавчиков, В. А. Разум // Следы космического воздействия на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 88-108.

**Борисенко, А. П.** Лучевые нагрузки на пациента при легочной флюорографии [Электронный ресурс] / А. П. Борисенко, Ю. Г. Украинцев. – Режим доступа: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=15104>. – 15-04-2004.

**Бочвар, И. А.** Нагревательное устройство для исследования термолюминесценции [Текст] / И. А. Бочвар, Н. Б. Кеирим-Маркус // Приборы и техника эксперимента. – 1961. – № 6. – С. 139-140.

- Ваганов, П. А.** Физики дописывают историю [Текст] / П. А. Ваганов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 216 с.
- Вагнер, Г. А.** Научные методы датирования в геологии, археологии и истории - М.: «Техносфера», 2006. – 576 с.
- Василенко, В. Б.** Термолюминесцентный анализ пород из района Тунгусского падения [Текст] / В. Б. Василенко, В. К. Журавлев, В. С. Лысаков // XII метеоритная конференция «Успехи метеоритики»: тез. докл. – Новосибирск: Наука, 1966. – С. 4
- Василенко, В. Б.** Термолюминесцентный анализ пород из района Тунгусского падения [Текст] / В. Б. Василенко, Д. В. Демин, В. К. Журавлев // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 227-231.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Даниельс, Ф.** Термолюминесценция как средство научного исследования [Текст] / Ф. Даниельс, Ч. Бойд, Д. Саундерс // Успехи физ. наук. – 1953. – Т. 51, Вып. 2. – С. 271-286.
- Действие ядерного оружия** [Текст] : пер. с англ. – М.: Воениздат, 1963.
- Демин, Д. В.** Алгоритм статистической оценки параметров Тунгусского падения по данным наземных наблюдений [Текст] / Д. В. Демин // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 235-236.
- Дозиметрия, радиометрия и спектрометрия** [Электронный ресурс] : обзор / сайт МГТУ им. Н. Э. Баумана «МГТУ Система». – Режим доступа: <http://www.mgtu-sistema.ru/patents/1111214625/1.php>. – март, 2008.
- Дорошин, И. К.** Огненный шквал при Тунгусской катастрофе [Текст] / И. К. Дорошин // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – №16. – С. 28-52.
- Енохович, А. С.** Краткий справочник по физике [Текст] : справ. / А. С. Енохович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1976.
- Журавлев, В. К.** Тунгусское диво [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 465с.
- Злобин, А. Е.** Оценка теплового импульса Тунгусского взрыва по ожогу ветвей деревьев и ГЛ-отжигу кварцевого шлиха [Текст] / А. Е. Злобин // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – № 5. – С. 34-37.
- Казанцев, А. П.** Взрыв. [Текст] : рассказ-гипотеза / А. П. Казанцев // Вокруг света. – 1946. – № 1.
- Камень Джона: геология и петрография** [Текст] / Б. Н. Голубов, Н. П. Фадеева, М. Н. Щербакова, Е. В. Покровская // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – №8. – С. 27-44.
- Катастрофические воздействия космических тел** [Текст] : сб. ст. /Институт динамики геосфер РАН; под ред. В. В. Адушкина и И. В. Немчинова. – М.: ИКИ Академкнига, 2005.
- Кац, М. Л.** Люминесценция и электронно-дырочные процессы в фотохимически окрашенных кристаллах щелочно-галогидных соединений [Текст] / М. Л. Кац. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1960.
- Кириченко, Л. В.** О проверке гипотезы «ядерного взрыва» Тунгусского метеорита по радиоактивности почв на следе выпадения продуктов взрыва [Текст] / Л. В. Кириченко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 88-101.
- Кириченко, Л. В.** О радиоактивности почвы и растений в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Л. В. Кириченко, М. П. Гречушкина // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. – Вып 1. – С. 139-152.
- Кириченко, Л. В.** О возможности определения природы взрыва Тунгусского космического тела по следам нейтронной активации грунта в эпицентре взрыва [Текст] / Л. В. Кириченко, И. Я. Николишин // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 127-131.
- Колесников, Е. М.** Новый метод проверки гипотез аннигиляционного и термоядерного характера Тунгусского взрыва 1908 г. [Текст] / Е. М. Колесников, А. К. Лаврухина, А. В. Фисенко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 102-110.
- Колясников, Ю. А.** Геологический феномен близмегабарных давлений [Текст] / Ю. А. Колясников // Следы космического воздействия на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 32-39.
- Комов, И. Л.** Термолюминесценция природного кварца [Текст] / И. Л. Комов, Л. Н. Хетчиков / Физические исследования кварца: сб. ст. – М.: Наука, 1975. – С. 57-61.
- Комовский, Г. Ф.** Термолюминесценция каменных метеоритов [Текст] / Г. Ф. Комовский // Метеоритика. – М.: Наука, 1961. – Вып. XXI. – С. 64-70.
- Красавчиков, В. О.** Цифровое картографирование при количественной оценке типичности территории по комплексу признаков [Текст] / В. О. Красавчиков // ГИС для устойчивого развития территорий: материалы междунар. конф., Апатиты, Россия, 22-24 августа 2000 г. – Апатиты, 2000. – Т. 1. – С. 80-84.
- Курбатский, Н. П.** О лесном пожаре в районе Тунгусского падения в 1908 г. [Текст] / Н. П. Курбатский // Метеоритика. – М.: Наука, 1964. – Вып. 25. – С. 168-172.
- Курбатский, Н. П.** О возникновении лесного пожара в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Н. П. Курбатский // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 69-71.
- Кюри, Д.** Люминесценция кристаллов [Текст] / Д. Кюри. – М.: Изд-во иностран. лит-ры, 1961.
- Лапшин, А. И.** Влияние ударноволнового сжатия на люминесцентные свойства  $\alpha$ -кварца [Текст] / А. И. Лапшин, В. С. Лысаков, А. И. Серебренников // Журнал прикладной спектроскопии. – Том XI. – Вып. 5. – ноябрь 1969. – С. 928-932.

- Львов, Ю. А.** Лучистый ожог деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Ю. А. Львов, Н. В. Васильев // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 53-57.
- Максенков, В. Г.** Термолюминесцентные исследования доломита из метеоритных кратеров Каали [Текст] / В. Г. Максенков, А. А. Никулова // Метеоритика. – М.: Наука, 1968. – Вып. XXVIII. – С. 51-53.
- Митропольский, А. К.** Техника статистических вычислений [Текст] / А. К. Митропольский – М.: Наука, 1971.
- Морозов, Г. В.** Определение относительного возраста антропогенных отложений Украины термолюминесцентным методом [Текст] / Г. В. Морозов. – Киев: Наукова думка, 1968. – 204 с.
- О возможных радиационных эффектах, связанных со взрывом Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, В. Б. Василенко, Д. В. Демин // Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита: материалы совещания, 14-16 апреля 1971 г. – Новосибирск. – Томск : ТГУ. – 1971. – С. 9-11.
- О некоторых аномальных эффектах, связанных с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, В. Б. Василенко, Д. В. Демин и др. // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 71-87.
- Овчинников, Л. Н.** Термолюминесценция минералов и факторы, влияющие на ее интенсивность [Текст] / Л. Н. Овчинников, В. Г. Максенков // Труды Первого уральского петрографического совещания. – Свердловск, 1963. – Т. 1. – С. 363-392.
- Овчинников, Л. Н.** Об использовании термолюминесценции в геологии [Текст] / Л. Н. Овчинников, В. Г. Максенков // Проблемы геохимии. – М. : Наука, 1965. – С. 507-510.
- Оценка палеорадиационной обстановки при Тунгусской катастрофе** [Текст] / М. В. Коровкин, Л. Ю. Герих, Н. А. Лебедева, А. М. Барский // Международная конференция «Экологические последствия столкновений Земли с малыми телами Солнечной системы»: тез. докл. – Томск, 1995.
- Оценка радиационной обстановки в природных и техногенных районах экологической нестабильности методами радиационной минералогии катастрофе** [Текст] / М. В. Коровкин, Л. Ю. Герих, Н. А. Лебедева, А. М. Барский // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : материалы междунар. конф., Томск, 22-24 мая 1996 г. / [редкол.: Л. П. Рихванов (отв. ред.) и др.] – Томск: Изд. ТПУ, 1996. – С. 472 – 474; также – Тунгусский вестник КСЭ – 1997. – № 7. – С. 12-14.
- Оценка степени космогенности силикатной составляющей почв из района падения Тунгусского метеорита по радиоуглеродным данным** [Текст] / Э. В. Собонович, Н. Н. Ковалюх, Н. В. Васильев и др. // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 80-87.
- Пристер, Б. С.** Блок для измерения высвечивания термолюминесцентных дозиметров [Текст] / Б. С. Пристер, Г. И. Шейн // Приборы и техника эксперимента. – 1980. – №6. – С. 35-36.
- Прямые геохимические поиски нефти и газа на шельфе Черного моря** / В. С. Вышемирский, Е. Ф. Доильницын, В. О. Красавчиков, В. Ф. Шугуров // Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1991. – 93 с.
- Рычков, Ю. Г.** Возможный генетический след Тунгусской катастрофы 1908 г.? [Текст] / Ю. Г. Рычков // Тунгусский заповедник. Биоценозы северной тайги и влияние на них экстремальных природных факторов. Труды ГПЗ «Тунгусский». – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003 – Вып. 1. – С. 271-275.
- Собонович, Э. В.** Гамма-спектрометрический анализ проб почв и торфов из района падения Тунгусского метеорита [Текст] / Э. В. Собонович, И. В. Стадодько, В. П. Симоненко // Тунгусский заповедник. Биоценозы северной тайги и влияние на них экстремальных природных факторов. Труды ГПЗ «Тунгусский». – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003 – Вып. 1. – С. 267-270.
- Терентьев, Н. Л.** Установка для изучения термолюминесценции [Текст] / Н. Л. Терентьев, В. Т. Шкатов // Известия Томского политехнического ин-та, 1971. – Т. 180. – С. 146-148.
- Термолюминесцентная дозиметрия** [Текст] / К. К. Шварц, З. А. Грант, Т. К. Межс, М. М. Груббе. – Рига: Зинатне, 1968.
- Термолюминесценция тектитов** [Текст] / В. Г. Кашкарова, Л. Л. Кашкаров, Ю. И. Стахеев, А. К. Лаврухина // Метеоритика. – 1973. – Вып. 32. – С. 153-159.
- Хютт, Г. И.** Дозиметрические свойства природного кварца и перспектива использования его для термолюминесцентного датирования геологических объектов [Текст] / Г. И. Хютт, А. В. Смирнов // Изв. АН СССР. Сер. физ. – 1977. – Т. 41, Вып. 7. – С. 1367-1369.
- Цынбал, М. Н.** Об ожоге и пожаре в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 41-72.
- Шаховец, С. А.** Термолюминесцентный метод датирования четвертичных отложений [Текст] / С. А. Шаховец // Палеогеографические рубежи и методы их изучения: сб. ст. – М.: Наука, 1984. – С. 121-125.
- Шаховец, С. А.** О правомочности ТЛ-датирования. Новый подход к ТЛ-датированию [Текст] / С. А. Шаховец, А. И. Шлюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – № 7. – С. 14-24.
- Шаховец, С. А.** Термолюминесцентное датирование отложений нижней Волги // Новые данные по геохронологии четвертичного периода [Текст] / С. А. Шаховец, А. И. Шлюков. – М.: Наука, 1987. – С. 197-204.
- Шехмаматьев, Р. И.** Влияние радиоактивных излучений на термолюминесценцию природного кварца [Текст] / Р. И. Шехмаматьев // Оптика и спектроскопия. – 1973. – Т. 34, Вып.3. – С. 505-509.

**Эколого-геохимический анализ** природно-антропогенной экосистемы (на примере Новосибирского Академгородка) [Текст] / В. А. Баландис, И. Д. Зольников, В. О. Красавчиков, А. Б. Птицын // География и природные ресурсы. – 2002. – № 2. – С. 32-39.

**Bidyukov B.** The thermoluminescent imprint of the Tunguska Event // RIAP, Bulletin, 2000, p. 7-9.

**Daniels F., Saunders D.** The Thermoluminescence of Rocks Science 1950 v. 111, N. 2887 p. 462.

**Kigashimura T., Ishikava Y., Sidei T.** Dosimetry of Atomic Bomb Radiation in Hiroshima by Thermoluminescence of Roof Tiles // Science 1963, v. 139, N. 3561 p. 1285.

**McKeever, S.W.S.** Thermoluminescence of solids – Cambridge univ. press, 1988.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Сводный список участников программы ТЛ

ФИО участника	Место проживания		Экспедиция (год)	Характер участия
	В период работы	В настоящ. время		
<b>Авдиенко</b> Алексей	Новосибирск	?	1980	отбор проб
<b>Анфиногенов</b> Джон Федорович	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Аристархова</b> Лидия Александровна	?	?	1979	отбор проб
<b>Астраханцев</b> Виталий Станиславович	?	?	1979	отбор проб
<b>Бакакин</b> Григорий Владимирович	Новосибирск	?	1979, 1984	отбор и отмыв проб в поле
<b>Барский</b> Александр Маркович	Усть-Каменогорск (Казахстан)	БатЯн, Израиль	1981	отбор проб
<b>Батоева</b> Аюна	?	?	1979	отбор проб
<b>Бидюков</b> Александр Федорович	Семипалатинск (Казахстан)	<b>погиб</b>	1976	отбор проб
<b>Бидюков</b> Борис Федорович	Семипалатинск (Казахстан)	Новосибирск	1976, 1981, 1984, 1985, 1988, 1989, 1990, 1991, 1994, 1998, 2006	отбор и отмыв проб в поле, обработка проб в камеральный период
<b>Бидюкова</b> Виктория Альфредовна	Новосибирск	Новосибирск	1976, 1985, 1988, 1991	отбор и отмыв проб в поле, обработка проб в камеральный период
<b>Бидюкова</b> Наталья Борисовна	Новосибирск	Новосибирск	1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Брюков</b> Алексей Григорьевич	?	?	1979	отбор проб
<b>Блинова</b> Ольга Николаевна	Москва	Москва	1978, 1979	отбор проб
<b>Воробьев</b> Владимир Анатольевич	Новосибирск	Архангельск	1979	отбор проб
<b>Галанцев</b> Георгий Петрович	Красноярск	Красноярск	1989, 1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Голубецкая</b> Галина Михайловна	Челябинск	?	1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Горбатенко</b> Александр Иванович	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Горбатенко</b> Валентина Петровна	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Горбатенко</b> Михаил Иванович	Томск	<b>погиб</b>	1979	отбор проб
<b>Горенштейн</b> Лев Николаевич	Новосибирск	?	1984	отбор и отмыв проб в поле
<b>Гордиенко</b> Андрей Владимирович	Новосибирск	?	1978	отбор проб
<b>Гребнев</b> Андрей Геннадьевич	Томск	Томск	1979	отбор проб

<b>Григорьев</b> Павел Викторович	Новосибирск	?	1979	отбор проб (орг.)
<b>Демидов</b> Александр Викторович	Новосибирск	?	1978, 1979, 1980	отбор проб
<b>Долгов</b> Александр Анатольевич	Томск	Томск	1976	отбор проб
<b>Дроздова</b> Ольга Михайловна	Бийск	?	1988	отбор и отмыв проб в поле
<b>Дудорова</b> Елена Витальевна	Томск	Томск	1990	отбор и отмыв проб в поле
<b>Жишкина</b> Наталья Михайловна	Санкт-Петербург	Санкт-Петербург	1988	отбор и отмыв проб в поле
<b>Жданов</b> Алексей	Новосибирск	Германия	1978	отбор проб
<b>Заборцева</b> Наталья Валентиновна	Усть-Каменогорск	Томск	1981	отбор проб
<b>Иванова</b> Татьяна Ивановна	Томск	Томск	1998	отмыв проб в поле
<b>Казак</b> Антон Валерьевич	Новосибирск	Новосибирск	1989	отбор и отмыв проб в поле
<b>Кандыба</b> Юрий Лукич	Новокузнецк	Калининград	1981, 1984	отмыв почвенных проб на лотке
<b>Кардаш</b> Алексей Викторович	Томск	Томск	1979, 1980, 1982	отбор проб
<b>Кириченко</b> Владимир Ильич	Новосибирск	<b>умер</b>	1979	отбор проб(орг.)
<b>Кириченко</b> Влада Владимировна	Новосибирск	?	1980	отбор проб
<b>Кожемякин</b> Владимир Юрьевич	Санкт-Петербург	Москва	1984, 1988, 1990, 1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Козлова</b> Наталья Геннадьевна	Томск	Аша, Челябинская обл.	1978	отбор проб
<b>Колонин</b> Антон Германович	Новосибирск	?	1979, 1980	отбор проб
<b>Кониченко</b> Валентина Григорьевна	?	?	1979	отбор проб
<b>Красноперов</b> Александр Владимирович	Новосибирск	?	1979	отбор проб
<b>Кривяков</b> Станислав Владимирович	Томск	Томск	1979, 1981, 1989, 1990, 1991, 1994, 1996, 1998, 2000, 2001, 2003, 2004, 2006	отбор и отмыв проб в поле
<b>Крылов</b> Олег Николаевич	Новосибирск	?	1984	отбор и отмыв проб в поле
<b>Кузнецова</b> Светлана Яковлевна	Томск	?	1979	отбор проб
<b>Лаходынов</b> Михаил Владимирович	Томск	Томск	1981	отмыв проб в поле
<b>Лаходынова</b> Надежда Владимировна	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Лодкина</b> Елена Васильевна	Братск	Братск	1979, 1990	отбор и отмыв проб в поле
<b>Люрья</b> Надежда Абрамовна	Томск	Томск	1989	отбор и отмыв проб в поле
<b>Люрья</b> Нина Израилевна	Томск	Москва	1989, 1990	отбор и отмыв проб в поле
<b>Лютов</b> Валерий Владиславович	Томск	?	1978	отбор проб
<b>Масляницкий</b> Сергей Федорович	?	?	1979	отбор проб
<b>Мионов</b> Александр Сергеевич	Томск	Томск	1981	отбор проб
<b>Мищенкова</b> Татьяна Николаевна	?	?	1981	отмыв проб в поле
<b>Мурыжников</b> Дмитрий Николаевич	Стерлитамак	Стерлитамак	1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Мурыжникова</b> Ольга Николаевна	Томск	Томск	1989, 1990, 1991	отбор и отмыв проб в поле

<b>Недоспасов Александр Иванович</b>	Новосибирск	?	1980	отбор проб
<b>Незефи Татьяна Алексеевна</b>	Бийск	?	1988	отбор и отмыв проб в поле
<b>Незефи Вадим Александрович</b>	Бийск	?	1988	отбор и отмыв проб в поле
<b>Огнев Анатолий Михайлович</b>	Ярославль	?	1979	отбор проб
<b>Павлов Игорь Владимирович</b>	Новосибирск	?	1978, 1979	отбор проб
<b>Павлова Лариса Васильевна</b>	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Пелехань Любовь Григорьевна</b>	Сургут	Сургут	1991, 1996, 1998, 2001, 2004, 2005, 2006	отбор и отмыв проб в поле
<b>Пестов А.</b>	Новосибирск	?	1980	отбор проб
<b>Петрова Галина Брониславовна</b>	Вильнюс (Литва)	?	1988, 1989, 1990	отбор и отмыв проб в поле
<b>Плеханов Петр Геннадьевич</b>	Томск	Зеленоград, МО	1989	отбор и отмыв проб в поле
<b>Поздеев Александр Васильевич</b>	Томск	?	1981	отбор проб
<b>Полякова Наталья Александровна</b>	Новосибирск	Новосибирск	1991	отбор и отмыв проб в поле
<b>Руднова Ольга Игоревна</b>	Томск	Томск	1981	отбор проб
<b>Скрябина Ольга Яковлевна</b>	Томск	Томск	1989, 1991, 1998	отбор и отмыв проб в поле
<b>Смирнова Любовь Васильевна</b>	Новосибирск	Новосибирск	1989, 1991	отбор и отмыв проб в поле, подготовка шлихов к отсмотру в камеральный период
<b>Соколенко Александр</b>	Новосибирск	Краснодар (?)	1978	отбор проб
<b>Старостина Наталья Сергеевна</b>	?	?	1979	отбор проб
<b>Толпеко Александр Николаевич</b>	Солигорск (Белоруссия)	?	1988	отбор и отмыв проб в поле
<b>Трусов Владимир Борисович</b>	Томск	Томск	1984	отбор проб
<b>Трухачева Ольга Александровна</b>	?	?	1979	отбор проб
<b>Федорова Ольга Петровна</b>	Томск	Томск	1982	отбор проб
<b>Федосцева Ольга Вадимовна</b>	Томск	?	1981	отбор и отмыв проб в поле
<b>Фомина Светлана Ивановна</b>	Ашхабад (Туркмения)	?	1988, 1990	отбор и отмыв проб в поле
<b>Харитонов Андрей Петрович</b>	Новосибирск	?	1979	отбор проб
<b>Черников Андрей Викторович</b>	Новосибирск	Томск	1984	отбор проб
<b>Щепеткин Игорь Александрович</b>	Томск	Бозмен, США	1989	отбор и отмыв проб в поле
<b>Юрьев Сергей Юрьевич</b>	Томск	Томск	1979	отбор проб
<b>Яшков Дмитрий Викторович</b>	Новосибирск	Новосибирск	1978, 1982	отбор проб

## О РАДИОАКТИВНОСТИ В РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА \*

Необычные для «рядовых» падений метеоритов черты Тунгусской катастрофы (масштаб, надземный характер взрыва, отсутствие взрывного кратера и явных признаков вещества Тунгусского космического тела) явились основанием для попыток интерпретации названного события с нетрадиционных позиций. В числе гипотез такого рода, предложенных в интервале с 1946 г. по настоящее время, могут быть названы:

1. Гипотеза *Райана-Джексона* (Тунгусский Метеорит – ТМ – «черная микродыра»).
2. Гипотеза *Дмитриева-Журавлева* (ТМ – солнечный плазмоид).
3. Гипотеза *La Paz* (ТМ - антивещество).
4. Гипотеза *Казанцева-Золотова-Зигеля* (ТМ – техногенная конструкция).

Последние две версии предполагают ядерную природу Тунгусского взрыва.

С целью проверки этих предположений, начиная с 1959 г., в районе Тунгусской катастрофы был проведен ряд работ, направленных на прямое, либо косвенное исследование радиоактивности, как в центральной области, так и по шлейфу рассеяния вещества ТМ. Они включали в себя *следующие виды исследований*:

1. Полевую и полустационарную гамма- и бета-радиометрию почв, торфов и растительности (1959, 1960, 1965, 1970, 1972-1974, 1990 гг.).
2. Снятие гамма-спектров растительности и колец деревьев.
3. Определение количественного содержания изотопа калия –  $K^{40}$  (1960).
4. Определение урана в породах района люминесцентно-перловым методом (1960).
5. Определение радиоактивности почв в шурфах в местах, экранированных от выпадений после 1945 г.
6. Определение изотопного состава аргона в сорбированных горными породами газах (1975).
7. Исследование термолюминесцентных свойств горных пород (1966) и почв (1977-1991).
8. Исследование углерода-14 в деревьях и торфах (1961-1990).

### Основные результаты этих исследований могут быть резюмированы следующим образом:

1. Радиоактивность почв в районе Тунгусской катастрофы не выходит за пределы колебаний естественного фона.
2. В пределах этих значений цифры, характеризующие радиоактивность почв в непосредственной близости от эпицентра, в 1,5-1,7 раза выше аналогичных цифр на периферии района. Центр этого локального повышения находится у подножья горы Фаррингтон (эпицентральная зона).
3. Локальные колебания радиоактивности почв имеют стабильный характер и не изменились существенно с 1959 по 1970 гг. Они не могут быть, следовательно, объяснены присутствием короткоживущих радиоизотопов.
4. Бета-радиоактивность растений и деревьев района эпицентра катастрофы в 1,5-2 раза выше показателей на периферии района и в Подмосковье. Эти различия не связаны с содержанием калия-40.
5. Бета-радиоактивность древесных колец нарастает экспоненциально, начиная с 1945 г., что связано с повышением концентрации изотопов цезия-137 и стронция-90. В слое 1908 г. в некоторых случаях также имеет место «пик», объясняемый повышением содержания  $Cs^{137}$ , но это наблюдается только у поврежденных в 1908 г. деревьев, у которых имеет место наличие трещин и дулл, что позволяет современным осадкам проникать внутрь дерева.
6. В районе, помимо осадочной радиоактивности 1958-1963 гг., имеются следы ядерных испытаний в Синьдзяни, а также Чернобыльской катастрофы.
7. Концентрация углерода-14 в кольцах деревьев, включающих 1908 г., повышена. Однако, аналогичное повышение имеет место в ряде других районов земного шара (Калифорния, Индия, север Томской области). Наиболее вероятное объяснение эффекта – суперпозиция двух циклов солнечной активности (11- и 80-летнего), приходящаяся на 1908-1909 гг.
8. Эффект по углероду-14 в деревьях неравномерен по территории района катастрофы. Наряду с деревьями, в которых прослеживается эффект, имеются деревья, где он отсутствует.
9. Бета-радиоактивность торфа, начиная с 1945 г., экспоненциально растет, что связано с повышением концентрации цезия ( $Cs^{137}$ ). В одной из точек района обнаружен второй максимум радиоактивности в слое, включающем 1908 год. Природа этого максимума осталась невыясненной.
10. Изучение радиоактивности почв в шурфах свидетельствует о том, что она связана в основном с самым верхним горизонтом почвы (0-5 см) и обязана своим происхождением современным осадкам после ядерных испытаний.

---

\* Данная работа была написана в 1991 г. в основном академиком Н. В. Васильевым при ассистировании Г. В. Андреева во время их турне по Италии с лекциями о Тунгусской катастрофе (*примеч. Г. В. Андреева*).

На русском языке эта малоизвестная работа авторов ранее нигде не публиковалась (английский перевод был опубликован; см. *RLAP Bulletin*, 2006, Vol, 10, No. 2, pp. 14-16). При жизни Г. В. Андреева она располагалась на его сайте, после же кончины автора сайт тоже прекратил существование. Теперь эту работу можно с трудом разыскать только в личных архивах некоторых исследователей ТМ (*примеч. редакции*).

11. Исследование радиоактивности почв в шурфах в экранированных от осадков после 1945 г. местах, не выявляет присутствия искусственных радионуклидов в верхнем горизонте почв. Необходимо, однако, иметь в виду, что при строительстве охотничьих изб (пробы брались из-под полов охотничьих избушек, построенных до 1945 г.) верхний горизонт почв нередко снимается при зачистке площадки.

12. Изотопный состав аргона в газах, сорбированных местными породами, не изменен, что свидетельствует против допущения о мощном потоке радиоактивных излучений в момент взрыва или об аннигиляционной его природе.

13. Термолюминесценция пород и почв эпицентральной части района снижена за счет термического отжига (ожог, пожар). Эффект повышения термолюминесценции за счет воздействия радиоактивными излучениями, должен быть стерт, даже если он был. В связи с этим обращает на себя внимание резкое повышение термолюминесценции пород и почв в СВ секторе эпицентрального района, где по неизвестным пока причинам интенсивность лучистого ожога была невысокой. Есть основания полагать, что высокие значения термолюминесценции в зоне «слепого пятна» по ожогу могут быть интерпретированы как результат воздействия ионизирующей радиации на кристаллическую решетку минералов в момент взрыва. За пределами зоны ожога значения термолюминесценции не выходят за пределы фона. Площадь зоны ожога примерно 400 км<sup>2</sup>.

14. Содержание углерода-14 в «катастрофном» слое торфа понижено, по-видимому, за счет «разбавления» углерода-14 «мертвым» изотопом углерода-13.

#### **Данные экспертных оценок**

Радиоактивностью в районе Тунгусского взрыва интересовался и занимался Б. В. Курчатов и его ближайший помощник В.Н. Мехедов. В частной переписке Б. В. Курчатов высказывал мнение о том, что:

1. Картина радиоактивности торфов в районе катастрофы вызывает вопросы.

2. Для проведения более точных работ, ориентированных на измерения в диапазоне фоновых значений, необходима специальная аппаратура. Переписка с Б. В. Курчатовым сохранилась и находится в архиве.

В. Н. Мехедов обобщил свои наблюдения за радиоактивностью торфов в брошюре, вышедшей в Обнинске в начале 1970-х годов (препринт).

#### **Основные позиции препринта:**

1. Эффект есть.

2. Излучение идет в рентгеновской области.

3. Излучателем является, скорее всего, радиоактивный хлор.

4. Для точных измерений нужны 4Пи-счетчики, позволяющие измерять активность в рентгеновском диапазоне.

Смерть В. Н. Мехедова и Б. В. Курчатова помешала завершению этих работ.

#### **Предварительное заключение**

Вопрос открыт. Имеются намеки на наличие особенностей, связанных с событиями 1908 г. Аппаратура, ориентированная на использование на ядерных полигонах, неадекватна исследованиям эффектов в диапазоне фоновых значений. Необходимо получение спектров радиоактивности с использованием 4Пи-счетчиков, позволяющих регистрировать излучение в рентгеновском диапазоне.

#### **Основные задачи на будущее**

Дать однозначный ответ на вопрос о наличии, либо отсутствии радиоактивных изотопов, относящихся к 1908 г.

#### **Метод решения задачи**

Получение тонких спектров излучений почв и торфов, прежде всего, в «подозрительных районах»: а) эпицентр, б) район «слепого пятна» по ожогу и максимуму по термолюминесценции, в) торфяники близ Ванавары, где имеется второй максимум радиоактивности в глубине торфяной залежи, г) в местах, экранированных от осадков после 1945 г.

Срок работы: 3-5 лет.

#### **Дополнительным основанием к постановке этой работы является:**

1. Сходство, – если не тождество – геомагнитного возмущения, вызванного Тунгусским взрывом, с геомагнитными возмущениями после высотных ядерных взрывов.

2. Наличие в эпицентре Тунгусского взрыва зоны резко повышенной частоты мутаций у растений.

Окончательное решение вопроса о наличии или отсутствии искусственной радиоактивности 1908 года позволит существенно уточнить представление о физической картине Тунгусского взрыва и природе Тунгусского метеорита.

## ТРАЕКТОРИЯ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА ИЗ ПОКАЗАНИЙ ОЧЕВИДЦЕВ

До сих пор существуют разногласия в вопросе о траектории Тунгусского метеорита (ТМ). Неоднократные попытки определения ее из показаний очевидцев в разное время и разными авторами дают разброс направления траектории от южного до почти восточного. Есть показания очевидцев, говорящих о западном направлении траектории. Не удалось найти удовлетворительного согласования траекторий, определенных из показаний очевидцев, с траекторией из вывала леса на месте падения ТМ.

Показания очевидцев – непростой материал для обработки. Особенно это касается наблюдений космических объектов, где очевидцы являются «неподготовленными наблюдателями». Их ошибки детально проанализированы в работе И. Т. Зоткина и А. Н. Чигорина [1988]. Например, очевидец «существенно недооценивает удаление болида, относя его на расстояние видимых вокруг местных ориентиров. Отсюда появляются психологически правдивые заявления – «пролетел над соседней деревней». Если понимать их буквально, то возникает представление о многих траекториях, идущих от пунктов наблюдения с разных сторон к месту падения ТМ. Эти ошибки нужно учитывать при анализе показаний.

У многих исследователей ТМ существует недоверие к показаниям, полученным в 60-е и начале 70-х годов прошлого века, когда очевидцы уже были в преклонном возрасте. Из опыта опросных исследований (например, [Вознесенский, 1925]), следует, что забываются в большей степени время и другие обстоятельства наблюдения, а сами поразившие человека явления, тем более полученные в молодом возрасте, врезаются в память. Некоторые различия указания времени в показаниях очевидцев с Ангары и верховьев Нижней Тунгуски объясняются не тем, что они видели разные метеориты, а разными условиями наблюдения – на фоне Солнца или когда оно было за спиной и не могло служить ориентиром для восстановления в памяти времени суток. Отметать нечеткие показания без особых оснований нельзя. На уровне сегодняшних знаний о ТМ многие из них «заговорили». Высказываются опасения, что в этом массиве может содержаться много показаний о других метеоритах. Основания для таких опасений есть, но в методиках опроса Комплексной самостоятельной экспедиции (КСЭ) это учитывалось. Например, очевидцев ориентировали на события их ранней юности или детства, до «германской» войны 1914 года и т.д. Есть все основания считать, что информационный шум от других метеоритов в массиве показаний очевидцев ТМ не искажает основное явление, тем более превосходящее их по своей мощи.

У автора сложилось мнение, что решению проблемы ТМ мешает подход исследователей с точки зрения традиционных представлений о падении космических тел на Землю, например, отнесение всех видимых явлений в показаниях на высоты ниже высоты возгорания метеоритов (около 110 км). В данной работе главным подходом будет анализ показаний очевидцев с учетом всех обстоятельств и установление реальной картины падения ТМ.

Ставится задача определить горизонтальную и вертикальную проекции траектории ТМ на основе имеющегося в настоящее время массива показаний очевидцев и расчетов с использованием компьютерной техники. База данных примерно на 70 % опубликована (депонирована) в работе [Васильев и др., 1981]. В электронном виде этот каталог очевидцев выполнен В. И. Зюковым. Электронный вариант полной базы данных в виде первичных материалов (копии архива КМЕТа, дневников опросных групп КСЭ и т.д.) осуществлен под руководством И. К. Дорошина. Для расчетов длин дуг и углов на сферической поверхности использовалась методика, примененная С. А. Разиным в каталоге очевидцев 1981 года. Расчет точек вертикальной проекции траектории ТМ осуществлялся по методике работы Эпиктетовой [2003], о которой подробнее будет сказано дальше. Разиным была составлена объединенная программа расчета, которая представлена в его статье в настоящем сборнике [2008].

### 1. Определение проекции траектории ТМ на землю

В работе [Эпиктетова, 1976] сделан вывод о месте пересечения реки Лены проекцией траектории ТМ на Землю вблизи села Миронова, а также высказано предположение о возможном отклонении места падения метеорита против часовой стрелки от первоначальной траектории. Рассмотрим обоснованность этой версии.

В табл. 1 [Эпиктетова, 2001] приведены сведения из показаний, полученных в селах на участках рек Лена, Нижняя Тунгуска и Непа (см. рис. 1). В начале таблицы представлены координаты пунктов наблюдения – азимут из эпицентра и расстояние от него. Положение проекции траектории определялось по высоте движения метеорита, по тому, пересек он реку выше или ниже села по течению, двигался слева направо или справа налево, по замеренным координатам точек замечания и ухода метеорита и оценки очевидцем направления его движения. Измерения угловых координат точек траектории выполнялись опросными группами компасом и транспортиром с отвесом по инструкции КМЕТа, описанной в работе [Эпиктетова, 1976]. Данные таблицы немногочисленны и, как увидим дальше, относятся к разным участкам траектории, поэтому с первого чтения будет нелегко разобраться в ситуациях наблюдений.

На рассматриваемом участке реки Лены течение направлено преимущественно на северо-восток. Показания из села Коршуново говорят о пересечении метеоритом реки выше села по течению, угловые координаты точек замечания и ухода свидетельствуют о снижении его слева направо.

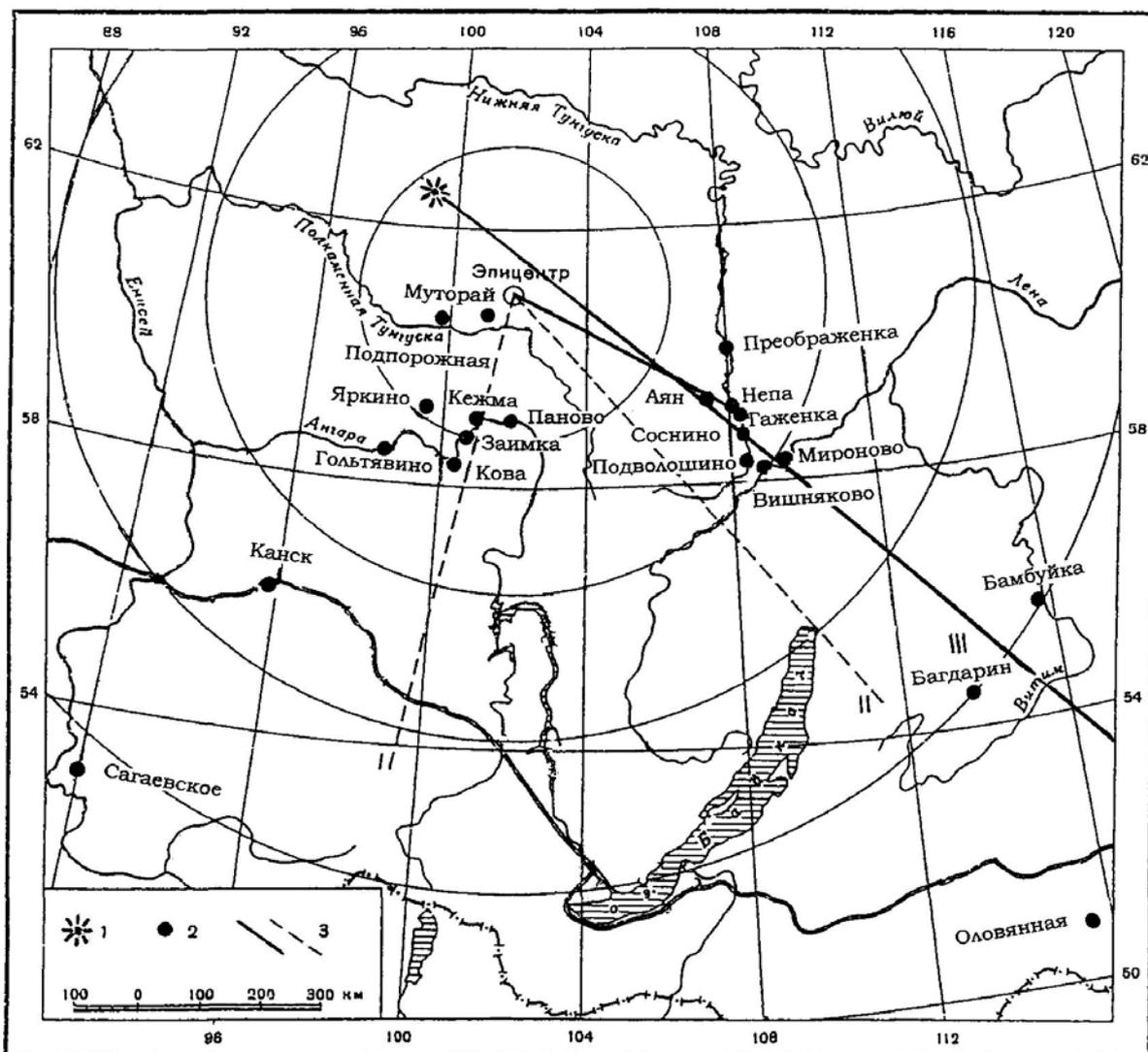


Рис. 1. Расположение пунктов наблюдений Тунгусского метеорита и основные траектории из показаний очевидцев. 1 – точка Флоренского, 2 – пункты наблюдений, 3 – траектории: | - Астаповича, || - Кринова, ||| - уточненная.

Для очевидца из села Ичера метеорит «высоко-высоко летел, как сверху». Относительно села Дарьино он двигался также слева направо. Во время полета был слышен шипящий свист. Звук перемещался вместе с телом. В показании из Мирово говорится о высоком полете «с гор противоположного берега» и что «сноп» упал несколько выше села по течению реки. Последний факт совпадает с показаниями из следующих сел, поэтому Мирово, по-видимому, нужно отнести к их группе. В селах Сполошино, Петропавловском и Кондрашино видели метеорит, движущийся снизу вверх по течению над левым берегом, где он и скрылся за невысокими горами. Если представить себя на месте очевидцев, то легче понять, что в этом случае метеорит должен был пересечь Лену ниже этих сел по течению и снижался справа налево. Замеры координат точек замечания и ухода подтверждают этот вывод. Село Вишняково, представленное нечетким показанием относительно траектории, тоже можно отнести к этой группе сел. Сведения в последнем столбце для сел Вишняково и Кондрашино близки между собой. Они будут рассмотрены дальше.

Очень информативными оказались данные в последнем столбце таблицы, где представлены замеры азимута точки ухода метеорита за горизонт, а также оценка очевидцем направления его движения. Если в Коршуново очевидцы дают ССЗ направление и азимут 320-330 градусов, то, начиная с Мирово, – 270-285 градусов и уход на запад. Такой эффект отмечен еще в статье И. Т. Зоткина и А. Н. Чигорина [1988] и объясняется также ошибочным приближением очевидцами траектории к местным ориентирам, например, к направлению реки. По разные стороны от траектории в секторе видимого очевидцами участка траектории направление движения удаленного космического тела может восприниматься как происходящим в разные стороны. Если движение тела было слева направо, то для данного случая точка ухода отклонилась очевидцем к северу, а если справа налево – то к западу. По этой закономерной ошибке также можно судить о положении проекции траектории ТМ на Землю. Из данных табл. 1 следует, что на реке Лене место пересечения находится вблизи сел Мирово и Дарьино. Азимут его из эпицентра примерно  $121^\circ$  или, по крайней мере, не меньше этого.

Таблица 1. – Данные о траектории Тунгусского метеорита из пунктов наблюдения вблизи пересечения ею рек Лены, Нижней Тунгуски и Непы

Пункт наблюдения	Координаты пункта		Высота траектории	Пересечение реки выше или ниже села, спуск слева или справа	Точка замечания		Место ухода за горизонт, оценка направления движения
	$A^{\circ}_{\text{пн}}$	L, км			$A^{\circ}_{\text{тз}}$	$H^{\circ}_{\text{тз}}$	
<b>Река Лена</b>							
Коршуново	114° 54'	527	не очень высоко	выше села	180°-195°	23° 10°	330°, 320°, на ССЗ
Ичера	117° 27'	509	высоко, как сверху				
Дарьино	121° 03'	517	шипящий свист	слева направо			
Мироново	121° 17'	518	высоко, с гор противоположно о берега	упал выше села по течению реки			направление 270°-280°
Сполошино	123° 28'	500		шел снизу вверх над левым берегом			
Петропавловск	123° 06'	493		против течения, над горами левого берега	345°	6°	
Вишняково	124° 13'	495	от метеорита было шипение	через Лену			у горизонта пошел вертикально вниз
Кондрашино	124° 58'	491		появился со стороны Вишняково,	над утесом Цимбалы 315°	4°	левее утеса пошел резко вправо, направление 280°
<b>Река Нижняя Тунгуска</b>							
Непа	115° 10'	394	высоко, как сверху, не над головой		255° 245°	50° 18°	330° 300°
Гаженка	116° 07'	406					летело к западу
Соснино	120° 51'	434	ниже облаков	ниже по Тунгуске		20°	направление 280°
<b>Река Непа</b>							
Аян	117° 02'	319	ощутил жар	спускался левее полдня		30°	направление - запад

**Примечание.**  $A^{\circ}_{\text{пн}}$  - азимут из пункта наблюдения на эпицентр, L – расстояние из пункта наблюдения до эпицентра;  $A^{\circ}_{\text{тз}}$  – азимут на точку замечания явления из пункта наблюдения,  $H^{\circ}_{\text{тз}}$  – угловая высота точки замечания явления из пункта наблюдения. Числовые данные из разных показаний представлены на разных строчках. Для пунктов Дарьино, Вишняково и Аян в графе «Высота траектории» приведены формулировки показаний очевидцев, относящиеся к их звуковому и тактильному восприятию явления, что позволяет косвенным образом оценить высоту траектории.

На реке Нижняя Тунгуска села редкие. Уверенно можно только сказать, что проекция траектории метеорита должна проходить между селами Непа и Соснино. По-видимому, значительно «ниже по Тунгуске» от Соснино, судя по высотам наблюдения метеорита и направлениям его ухода за горизонт. В этом случае азимут из эпицентра места пересечения реки должен быть меньше 121°. (Нужно сказать, что в публикации [Васильев и др., 1981] была допущена ошибка в координатах Непы).

На реке Непе ТМ метеорит прошел вблизи села Аян, т.к. очевидец ощутил жар. Точнее определить положение траектории относительно села не представляется возможным. Ушел метеорит на запад, можно предположить движение его справа налево. Слова очевидца, что метеорит «спускался левее полдня», возможно, с юго-востока, можно истолковать как снижение слева направо. Азимут места пересечения траекторией реки Непы, возможно, около 117°.

В месте падения на Землю азимут траектории ТМ определяется по оси симметрии вывала леса. Как известно, в работах В. Г. Фаста с соавторами [1967, 1976] были установлены две оси симметрии:  $115^\circ$  и  $99^\circ$  от географического меридиана. (Напомним, что в исследованиях траектория часто характеризуется обратным движению метеорита направлением, т.е. от его земной точки на радиант. Азимуты – геодезические, от северного направления к востоку). Ось вывала леса  $115^\circ$  довольно близка к траектории из показаний очевидцев, представленных в табл. 1, но относительно азимута места пересечения проекцией траектории реки Лены можно точно сказать об их различии на 6 градусов.

Нельзя оставить без внимания факт, что очевидцы из двух близко расположенных сел на Лене заметили «клевок» ТМ. Так, Гиммер Е. К. из села Вишняково в письме в Комитет по метеоритам в 1964 году написала, что когда метеорит скрывался за горизонт, создалось «впечатление, что он вертикально пошел вниз и видна была одна хвостовая кисточка в виде звездочки». Пенегин В. К. из села Кондрашино, опрошенный в Киренске автором в 1967 году, отметил, что левее утеса Цимбалы он «пошел резко вправо», хотя до этого он шел над утесом справа налево. Вероятно, мы имеем дело с фактом наблюдения очевидцами изменения угла наклона траектории на более крутой.

Дополним данные табл. 1 информацией о траектории ТМ на дальних расстояниях от места падения. Очень высоко наблюдал ТМ очевидец Никоноров С. П., опрошенный в 1970 году в селе Бамбуйка, в среднем течении реки Витим, туристом-водником Власкиным И. И. Приводим эти данные, чтобы подчеркнуть, что измерения проводил опытный человек. Очевидец находился в селе Кедровка, (рис. 2) на реке Тулдунь в 16 километрах от места впадения ее в Витим. По карте это место находится примерно в 35 км на ССЗ от Бамбуйки, хотя очевидец оценил положение села примерно на 80 км севернее Бамбуйки (возможно, 80 км по водному пути). Можно при необходимости ориентироваться на населенный пункт Бамбуйка, который находится от эпицентра на расстоянии 984 км в направлении с азимутом  $118^\circ 53'$ , расчет для Кедровки дает соответственно – 948 км и  $118^\circ 35'$ .

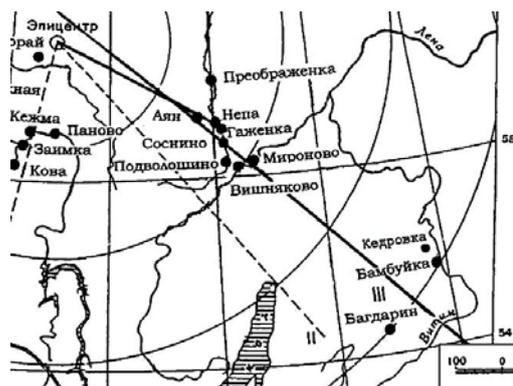


Рис. 2. Ориентировочное местоположение села Кедровка (фрагмент карты на Рис. 1; реконструировано по описанию в тексте).

Очевидец видел на небе «яркий комок, не шар, а продолговатый. По размерам большой, примерно  $50 \times 30 \text{ см}^2$ . Тело шло слева направо, если смотреть на него. Траектория полукругом. Перемещение по азимуту со  $165^\circ$  на  $250^\circ$ , перемещение по высоте  $60^\circ - 80^\circ$ . Исчезло не за горизонтом. Яркость тела близка к яркости Солнца, но можно было смотреть незащищенным глазом. Тело летело долго, т.к. вначале были в бараче и кто-то позвал всех. Время наблюдения, замеренное по движению руки очевидца за мысленно воспроизводимым летящим телом, 7 сек».

Подробнее это показание будет обсуждаться в следующем разделе. Сейчас сравним приведенные данные с содержанием табл. 1. Азимут Кедровки относительно эпицентра ( $118^\circ 35'$ ) на  $3,5^\circ$  больше азимута траектории, определенной по вывалу леса ( $115^\circ$ ). А так как метеорит двигался относительно наблюдателя слева направо, то траектория метеорита вблизи Кедровки имела азимут, отличающийся еще на большее число градусов. Учтя, что и Мирово на Лене имеет азимут на  $6^\circ$  больше, можно сделать вывод, что траектория ТМ на дальнем (дальше Мирово) участке имела несколько больший азимут, чем вблизи от места падения.

Довольно близкий к Кедровке пункт наблюдения – это прииск Бомбахты, в 40 км к ЮЮЗ от населенного пункта Багдарин. Азимут прииска из эпицентра приблизительно  $132^\circ$ . Очевидец из этого пункта наблюдал явление в направлении  $45^\circ$ , т.е. на СВ. Более далекое наблюдение имеется в 30 км от ж/д станции Оловянная Читинской области. Согласно схеме, нарисованной Сверкуновым П. П., его дядя видел в 1908 году полет огненного шара, пересекшего реку Онон в СВ стороне. По карте азимут направления реки Онон у Оловянной примерно  $30^\circ$ . Эти пункты наблюдения расположены на противоположной относительно Кедровки стороне траектории, по левую ее сторону. Таким образом, информация с дальнего участка траектории соответствует табл. 1.

Встает задача определения направления траектории на дальнем участке от места падения ТМ. Для приблизительной оценки азимута дальнего участка подбирались параллельная траектории линия, проходящая через Кедровку и второй пункт наблюдения на Лене и Нижней Тунгуске также справа от направления движения метеорита. Более подходящим для оценки траектории ТМ, по-видимому, можно считать направление Непя – Кедровка, имеющее азимут  $126^\circ$ . В качестве приближения для дальнего участка траектории пока примем линию, проходящую через населенный пункт Мирово и имеющую азимут  $126^\circ$ . Далее это приближение будет уточняться.

Итак, получено подтверждение сделанным ранее предположениям о положении проекции траектории ТМ в местах пересечения рек Лены, Нижней Тунгуски и Непы согласно табл. 1 и данным для более дальних пунктов в этом направлении, а также об отличии азимутов дальнего и ближнего к эпицентру участков траектории.

## 2. Разрушение ТМ при движении в атмосфере Земли

Для определения вертикальной проекции траектории ТМ и решения других проблем рассмотрим, как изменялась в наблюдениях очевидцев картина его движения. Одна из задач состояла в поиске характерных точек траектории, положение которых можно было бы определить наиболее точно.

Согласно статистическому анализу показаний Каталога очевидцев, проведенному в работе [Демин, Дмитриев, Журавлев, 1984], только около 19 % очевидцев видели тело в виде шара или округлой формы. Остальные испытывали затруднения в описании сложной картины наблюдения.

Началось разрушение ТМ значительно раньше пересечения реки Лены. Для облегчения восприятия дальнейшего анализа напомним факт, что исследователи барографических записей отмечали непомерно быстрый приход воздушной волны от ТМ к барографам Читы, Сретенска и Верхоянска. Д. Ф. Анфиногенов и Л. И. Будаева [1984] предложили версию, что эти явления вызваны падением на Землю двойника ТМ, и приблизительно рассчитали местоположение источника волн на поверхности Земли –  $56^\circ$  с.ш. и  $117^\circ$  в.д. Эта точка оказалась примерно на полсотни километров дальше Бамбуйки от эпицентра. Более вероятно, что это возмущение было вызвано началом разрушением ТМ при движении в атмосфере.

Более детально рассмотрим очень важное показание очевидца из Кедровки. Вначале вызывали удивление результаты замера точек траектории, запечатлевшихся в памяти очевидца, особенно по высоте – от меньшей к большей, а также и по азимуту – в юго-западной части небосклона. Согласно опросной инструкции задавались вопросы о точке замечания ТМ и его ухода. Сейчас это показание можно понять так, что очевидец описал след ТМ, по форме в виде широкой полосы. Причем она образовалась до подхода ТМ к селу Кедровка, поэтому конечная точка выше начальной. Противоречие в длительности наблюдения в показаниях из Кедровки можно объяснить старанием очевидца ответить на все вопросы инструкции опроса, в том числе рукой проследить за мысленно воспроизводимым полетом тела, которое очевидец, может быть, сам и не видел, а показал согласно своим понятиям. В Кедровке явление могли наблюдать много людей, которых позвали на улицу, и довольно длительное время. Такой же факт сообщали многие очевидцы из далеких от эпицентра населенных пунктов – с юга Байкала, Транссибирской магистрали и др., наблюдая полчаса и час картину в виде метлы и более сложных форм.

Много описаний «метлы», в которых не все понятно. Показание из села Манзурка, западный берег Байкала: «Видела вроде пламя, как метла с черенком. Азимут  $75^\circ$ , высоко в небе». Из Усть-Баргузина, восточный берег Байкала: «... Метлой вверх. Конецверху ровный, а к корешку сходились прутья, одинаковой ширины, круглые, как проволока, штук 25-30 примерно. Азимут  $285^\circ$ , высота  $25^\circ$ . Ушла по тому же направлению». Такое расхождение в азимутах можно понять, если учесть возможность для этих очевидцев наблюдать путь ТМ в атмосфере в широком диапазоне азимутов, или разных его частей, а также ошибку разворачивания к западу направления ухода метеорита. В качестве подтверждения длины видимой траектории приведем показание из села Самодурово, расположенного у западного побережья Байкала: «...летел дугой, с ЮВ на СЗ. С полу поднялся и на пол упал». Далее на запад очевидец Глебская Е. Ф. из села Мугун, что в 20 км на юг от ж/д станции Тулун, дала оригинальное показание: «Многие видели метлу. Люди закричали и все вышли наблюдать. Метла похожа на весло: с обеих сторон утолщения, только с одной стороны как метла, а с другой – комочком. Метелка – вроде как солнечные лучи расходятся, когда солнце всходит. Мне кажется метла не раскаленная, а как тучки на голубом небе, вся одинакового цвета. Стояла на месте, а потом стала исчезать незаметно». Показание из села Сагаевское, южнее Минусинска: «Метелка: внизу ручка, а сверху как пальцы растопыренные». Может быть, вид следа и его яркость зависят от взаимного положения Солнца, следа и наблюдателя, а также насколько поздно он заметил явление.

Трудно представить, как образовалась эта метелка, прутья которой расходились назад, против направления движения. Понятнее было бы, если после разрушения куски пошли параллельно или постепенно расходились по направлению движения. Возможно, метла со следами, расходящимися назад, образовалась при взрывоподобном разрушении метеорита.

Дальнейшее движение метеорита после начального разрушения описывается в показании Пешковой У. А. из села Салтыково на реке Лене (ниже Киренска по течению, азимут из эпицентра  $128^\circ 30'$ ): «Вначале послышался гул и свист, которые раздавались с юго-восточной стороны деревни. Затем оттуда, из-за линии горизонта, показалась летящая глыба, масса неопределенной формы, похожая на огромный каленый уголь величиной с русскую печку. От массы в стороны отлетали глыбы поменьше и сгорали в воздухе. Летящая масса исчезла за хребтом к северу от Салтыковой».

Звук привлек внимание к летящему метеориту очевидцев из многих населенных пунктов на Лене, Ангаре и других реках. Были ли это электрофонные явления – разбираться специалистам. Можно вспомнить широко цитируемое показание политического ссыльного Науменко Т. Н., которого в селе Кежда привлек звук, и он увидел, что «лучи Солнца пересеклись широкой огненно белой полосой с правой стороны лучей, а с левой по направлению к северу в тайгу летела неправильной формы еще более огненно белая ...масса...». Дальше он называет эту массу «комком». Отмеченное очевидцем перемещение полосы относительно Солнца не может происходить без массы, сохраняющей скорость, причем не целого куска, а их группы. Очень важно отметить, что произошло разделение массы метеорита в

пространстве: большого фрагмента и группы кусков поменьше. Очевидец из деревни Мога на реке Нижняя Тунгуска: «Метла полетела с огнем, затем сноп полетел».

О «снопе» рассказывают многие очевидцы с Лены, верховьев Нижней Тунгуски. Имеются рисунки очевидцев «снопа» в виде головного «комка» и за ним пучка близко идущих линий. Очевидцы из некоторых сел с верховьев реки Нижняя Тунгуска связывают появление «снопа» с потемнением. Например, К. В. Инешина из села Непа: «...начинает сильнее греметь. Потом все потемнело и явился сноп огненный». По-видимому, произошло второе раздробление ТМ, а именно, переднего массивного фрагмента, на компактную группу кусков, образовавших много следов. Возможно, при втором раздроблении также произошло запыление участка траектории космическим веществом. Вряд ли «сноп» можно связать с группой кусков от начального разрушения ТМ, следы которых наблюдал очевидец Науменко на фоне Солнца. Они уже довольно значительно разошлись.

Очень важным фактом для понимания проблемы ТМ является наблюдение очевидцами с реки Ангары полосы из ярких следов, которая дошла до горизонта. Очевидцы сравнивают ее с радугой, дорогой в небе, развертывающимся рулоном материи и т.д. Показание Брюханова А. К. из Кежмы, опрошенного в 1929 году: «...синие, зеленые, красные, жаркие (оранжевые) полосы по небу идут и шириной они с улицу. Показание очевидца Брюханова Т. И. из деревни Заимской, ниже Кежмы по течению Ангары, опрошенного в 1930 году: «Увидели лучи косиком, широким концом книзу, летевшие к северу. Долетев до земли, они скрылись за лесом, а на их месте, на той полосе по небу, по которой летели лучи, образовалось много отдельных клубков дыма. Лучи появились на высоте градусов 60». Имеется еще несколько замеров из разных сел высоты и азимута начала образования этой полосы. По-видимому, эту полосу из следов оставил «сноп» при приближении к Земле.

Очевидцы, которые не видели движение «лучей» вниз, а вышли на улицу, когда их позвали, воспринимали картину на небе как яркие столбы, поднимавшиеся от земли в небо. Скорее всего, такие рассказы очевидцев послужили основанием для версии, что после падения метеорита «вверх взметнулось пламя». Такая версия имеется в письмах некоторых корреспондентов, которые, не являясь сами очевидцами, собрали и обобщили показания окружающих. Такая версия имеется в показаниях очевидцев, опрошенных В. Г. Коненкиным, которая связана с его личными представлениями, что видно из сравнения с показаниями тех же очевидцев, опрошенных группой КСЭ в 1965 году.

Образование снопа и наличие полосы следов, дошедших до горизонта, для очевидцев из сел ближайшего к месту падения участка реки Ангары, позволяет предположить, что образовавшаяся после второго дробления массивного фрагмента ТМ группа кусков довольно кучно дошла до поверхности Земли. Это может быть причиной отклонения этой части массы ТМ от плоскости большого круга.

Согласно работе В. Г. Фесенкова [1978] «особенно сложно происходит полет метеорита, если в процессе торможения он начинает дробиться и превращается в плотный рой частиц, который продолжает быть окутанным единой ударной волной и, следовательно, движется как единое тело. При резком уменьшении плотности скорость ... резко падает почти без заметного уменьшения высоты». Речь идет о средней плотности в рое частиц. Складывается впечатление, что именно этот вариант реализовался для части массы ТМ, движущейся в виде «снопа». Вспомним показания из сел Вишняково и Кондрашино на Лене, факт резкого увеличения крутизны траектории «снопа». Это может быть результатом потери им скорости.

Интересно показание Леонова М. Е., 1900 года рождения, который был опрошен в г. Бодайбо на реке Витим, где и наблюдал метеорит: «Было лет 7. Летел метеорит, летел по дуге ... Шар огненный, цвета огня, чуть меньше Солнца, с хвостом в форме языка пламени. Хвост отходил не назад, а немного в сторону. Летел минуты 2–3. Форма головы не совсем круглая». На рисунке очевидца направление движения, которое показано стрелкой от головы метеорита, несколько отклонено влево от направления вытянутости хвоста. По-видимому, показание дает прямое наблюдение отклонения метеорита влево. Вопрос об отклонении метеорита от плоскости большого круга его траектории будет обсуждаться далее с позиции сравнения его скорости на последнем участке движения со скоростью движения поверхности Земли.

Очень важно привести следующее показание, которое принято относить к другим метеоритам. Это показание из города Калган (ныне г. Чжанцанкоу, Китай), который находится относительно эпицентра на расстоянии 2400 км в направлении с азимутом  $152^{\circ}33'$ . Показание опубликовано в работе Д. Ф. Анфиногенова и Л. И. Будаевой [1984], источник – газета «Сибирские отголоски», Томск, 1908 г., 21 сентября.

«7 августа, около 21 ч. На небе в северо-западном направлении внезапно появилось огненное пламя значительных размеров, из коего тотчас посыпался сноп искр, оставляющих впечатление, как бы произошло столкновение двух небесных светил. Затем из кучи огня отделилось одно светящееся тело, похожее на звезду огромных размеров, примерно с видимый нами диск Луны в полнолуние, но более яркого света, чем лунный. Тело это медленно двигалось в юго-западном направлении, оставляя за собой огненный след на всем протяжении, так что получалось впечатление движения кометы с хвостом. Движение тела продолжалось 0,5 мин, затем тело моментально исчезло, след же оставался еще некоторое время, постепенно сокращаясь, пока совсем не исчез. На том месте, где началось это явление, еще долго оставалась широкая полоса яркого цвета, которая исчезла только около 10 ч вечера».

Результаты рассмотрения вопроса о разрушении ТМ при движении в атмосфере Земли нельзя считать окончательно установленными. Возможны изменения представленного здесь варианта.

Что касается задачи выбора точек траектории, для которых возможно довольно точное определение координат, то рассматривалась точка начала образования полосы следов на последнем участке траектории, для которой имеются замеры азимута и угловой высоты из нескольких пунктов наблюдения. Гораздо больше возможностей для определения вертикальной проекции траектории ТМ дает явление потемнения на местности.

### 3. Тень на землю от вещества на траектории ТМ

Имеется около трех десятков показаний очевидцев (см. «Приложение»), в которых содержится информация о потемнении на местности либо потемнении неба, наступивших до прихода звука и сейсмических явлений, одновременно с ними или после них. Западная граница области, где очевидцы уверенно заметили потемнение, можно примерно обозначить пунктами: Канск на Транссибирской магистрали, Гольявино на Ангаре, ниже Кежмы по течению реки. Восточная граница наблюдения потемнения проходит по озеру Байкал, верховьям реки Лены.

Наиболее четкое показание из Канска: «Была ясная погода. ... В огороде были мать и дети. Вдруг все потемнело, потом пожелтело, потом был сильный удар, начался ветер. Когда все потемнело, они побежали домой. Вся посуда в доме звенела ... Глухой, сильный удар. И сразу стало светло». Здесь потемнение началось раньше прихода звуковых и сейсмических волн, но им до Канска нужно было пройти больше 600 км от места падения, поэтому потемнение могло наступить и несколько позднее пролета метеорита. Показание из Гольявино, находящегося на расстоянии 340 км от эпицентра: «После грома сделалось морозно (морок – облако). Испугались, побежали из избы. Земля дрожала, рамы брякали». Попытки найти информацию о потемнении из более западных сел по Ангаре не увенчались успехом.

Полоса наиболее сильного потемнения на местности проходит примерно с юго-запада на северо-восток. В этом же направлении время прихода потемнения становится позднее, чем приход звука. Эти факты позволяют сделать вывод, что область потемнения создавалась образованием тени от вещества ТМ на траектории и перемещением ее при движении Солнца.

В селе Литвиново, недалеко от верховьев Лены у западного берега Байкала, «темнота ужасная была, она всю местность закрыла, полдня была» – по словам очевидца Непомнящего Л. Н., 1870 года рождения. По-видимому, такое сильное и продолжительное явление вызвано тем, что эта местность расположена довольно близко к траектории и вещество ТМ в атмосфере разошлось на большую площадь.

Интенсивность потемнения неодинакова от разных участков траектории. Например, никто из многочисленных очевидцев из села Кежма на реке Ангаре не заметил этого явления. В селах же Ангары, расположенных на меньших широтах, как выше, так и ниже по течению реки, потемнение было довольно сильным. Например, показание из села Баншиково, выше Кежмы по течению Ангары: «Когда стучало, было светло, потом как ночь пала, потом снова день ... а туч не было». Ближе к эпицентру опять есть несколько показаний с этим явлением, например, из пунктов наблюдения в верховьях рек Муторай и Подпорожная.

Есть возможность рассчитать некоторые точки траектории, с которых вещество ТМ дало тень на населенные пункты. Для этого нужно вычислить положение Солнца относительно этих пунктов. Время наступления потемнения известно для пунктов на западной границе области потемнения, куда тень попала в момент падения ТМ. Правда, нет уверенности в том, что пункт наблюдения потемнения находится на самой границе тени. По-видимому, в Канск и Гольявино тень пришла несколько позднее пролета ТМ в атмосфере. Если для расчета положения Солнца относительно этих пунктов брать время пролета ТМ, то высота точек траектории будет занижена, так как на самом деле тень прошла через эти пункты при более высоком положении Солнца. Но использовать их нужно, по крайней мере, для того, чтобы получить представление о нижней границе высоты движения метеорита.

Тщательный просмотр показаний из пунктов западнее указанной границы позволил выявить два, которые можно было бы рассмотреть для данной задачи. В показании из Калтана в Горной Шории говорится: «Звуков от летящей «кометы» (так назвал ее отец) мы не слышали, только небо было какое-то сероватое». Можно предположить, что на краю тени потемнение на местности было менее заметным, и включить этот пункт для дальнейших расчетов. Показание из Александровки Алтайского края: «... Солнце в 7 утра уже взошло, но из-за горы Гляден еще не показалось. И вот на небосклоне вдруг возник светлый шар, он быстро увеличивался в размере и в яркости ... Как только появился этот шар, вся местность озарилась каким-то неестественным светом, с какими-то колебаниями, как волновые вспышки. Никакого шума, гула при полете этого шара не было, но неестественный, колеблющийся свет наводил какой-то страх ... Спустия порядочно времени начался какой-то неестественный шум, земная дрожь и глухой, глухой гул, как от далекой грозы ...». Такой сильный и колеблющийся свет, скорее всего, относился к общему освещению солнцем, лучи которого за горой могли пересекаться частями пролетающего космического объекта. Правда, из показания можно сделать вывод о другом направлении полета этого тела, но сделанное предположение может быть обосновано дальнейшими исследованиями.

В письме к Н. В. Васильеву в 1977 году Тимофеева (без инициалов) написала, что, когда ей шел 16-й год, она наблюдала в Усть-Бухтарме, 100 км от Усть-Каменогорска, ночью, как сильно осветило, «как будто что-то обо что-то ударило и белый светлый огонь искрами, иглами в разные стороны. Потом изменил направление зигзагом три раза и (затем) увидела тоже такой же белый огонь, только меньше. А потом через секунду или две появился шарик ... А вот как от него пошел огонь красный, верете-

ном – проглядела». Относится или нет это наблюдение к ТМ, но оно показывает конкретный случай разрушения космического тела таким сложным образом. Это показание приведено для дополнительного обоснования возможности включения Александровки в пункты для расчета точки траектории.

#### 4. Уточнение проекции траектории ТМ на землю

После принятия в качестве первого приближения для дальнего участка проекции траектории ТМ на Землю линии, проходящей через пункт Мироново на реке Лене в направлении с азимутом  $126^\circ$ , решалась задача определения земной точки траектории на продолжении этой линии, т.е. места пересечения траектории с поверхностью Земли. Для этого определялась вертикальная проекция траектории ТМ. Не давая здесь расчетов для пункта Мироново, т.к. дальше они будут представлены для другого пункта, приведем один из результатов, что земная точка траектории ТМ может оказаться дальше эпицентра вывала леса на 200 – 250 км в СЗ направлении.

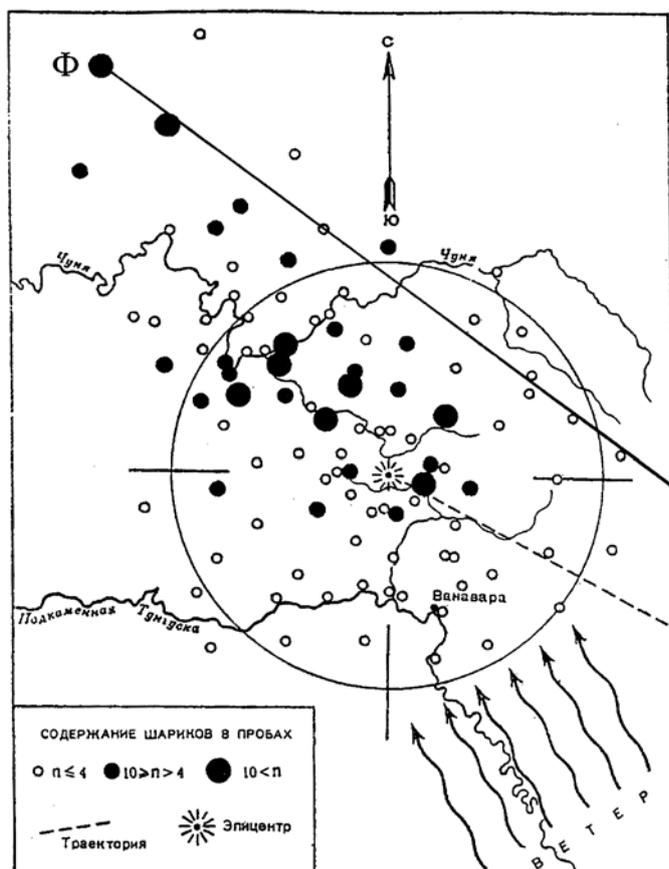


Рис. 3. Распределение магнетитовых шариков в почве в районе падения Тунгусского метеорита (П.К. Флоренский, 1963). Азимут траектории близок к  $115^\circ$ . Дана окружность радиусом 100 км от эпицентра. Ф – точка Флоренского, сплошная прямая от нее имеет азимут  $126^\circ$ .

Это послужило толчком для обращения к публикациям К. П. Флоренского об обогащенной магнетитовыми шариками полосе, и прослеженной на расстоянии 250 км на северо-запад от эпицентра.

На рис. 3 воспроизводится карта распределения магнетитовых шариков в почве в районе падения ТМ из работы Флоренского [1963]. Хотя распределение шариков объяснялось в статье выпадением метеорной пыли от ТМ по направлению ветра, но отмечалась большая неравномерность распределения как с расстоянием от места взрыва, так и в пределах богатых проб. Возможно, распределение обогащенных магнетитовыми шариками проб можно попытаться объяснить и выпадением кусков ТМ, особенно тех, которые отделилась в начале его разрушения, до образования «снопа», и сохранили свое первоначальное направление движения.

В качестве земной точки ТМ была выбрана самая дальняя от эпицентра богатая магнетитовыми шариками точка на карте Флоренского, обозначенная на рис. 3 буквой Ф (точка Флоренского), определены ее географические координаты. Путем расчета проводился подбор азимута траектории, критерием для которого являлось наилучшее ее соответствие данным табл. 1. Применялась усовершенствованная С. А. Разиным методика расчета, позволяющая удобно варьировать траекторную плоскость и плоскости засечки на нее из разных пунктов наблюдения. Все эти плоскости являются плоскостями большого круга Земли.

Довольно хорошо соответствует этому критерию траектория из точки Флоренского в направлении с азимутом  $126^\circ$ . Назовем эту траекторию Флорен-126 (рис. 3). Для установления этого соответствия для населенных пунктов табл. 1 и некоторых других определялись расстояния по поверхности Земли до траектории путем задания плоскостей засечки по направлению, на  $90^\circ$  меньше азимута траектории, т.е.  $36^\circ$ , и рассчитывались расстояния в плоскостях засечки от населенных пунктов до этой траекторной плоскости по поверхности Земли. Результаты расчета представлены в табл. 2. Отрицательные значения расстояний означают пересечение траекторией отрицательной ветви линии засечки с азимутом  $36^\circ$  из населенного пункта. Иными словами траектория проходит юго-западнее этого пункта.

Примерное положение траектории Флорен-126 показано на рис. 1, где представлена очень удобная для рассмотрения траектории ТМ карта центральной Сибири, заимствованная из работы И. Т. Зоткина [1966], с указанием положения ранее предлагаемых траекторий ТМ. От траектории с азимутом  $115^\circ$  из эпицентра оставлена только ее часть. Пересечение с траекторией Флорен-126 показано для лучшего понимания изменений положения сел (табл. 1) относительно траектории.

Разрешилось сомнение в том, что очевидцы из очень близко расположенных друг к другу сел – Дарьино и Мироново – могли показывать разное положение относительно траектории. Теперь села оказались по одну сторону от нее. Расстояние Мироново от траектории всего 6 км (со знаком минус). Некоторые

противоречия в определении места пересечения метеоритом реки возникли из-за того, что показания из пунктов табл. 1 относятся к разным участкам траектории. Участок ухода «снопа» за гористый берег имел уже несколько измененный азимут по сравнению с азимутом траектории при пересечении метеоритом реки.

Дальше реки Лены траектория Флорен-126 проходит примерно посередине между Кедровкой (- 107 км) и Бомбахтами (122 км). На рис. 2 обозначены близкие к ним населенные пункты Бамбуйка и Багдарин, которые есть на картах. Относительно Сретенска (Читинская область) траектория Флорен-126 проходит на расстоянии 35 км (в плоскости засечки с азимутом 36°). Расчет проведен также для эпицентра вывала леса, который отстоит от точки Флоренского на расстоянии 243 км по направлению 140°11', а от траектории Флорен-126 в плоскости засечки – на 60 км (табл. 2).

Выбранную траекторию Флорен-126 нельзя считать окончательно установленной истинной траекторией ТМ. Возможно изменение земной точки. Не исключено и некоторое увеличение азимута траектории, т.к. со стороны больших значений азимута в показаниях не содержится четкой границы. Можно считать большой удачей получение показания очевидца из Дарьино, который запомнил шипящий свист от летящего метеорита и дал четкую информацию о снижении его слева направо. В табл. 2 приведены расчеты положения траектории из точки Флоренского с азимутом 127°. Однако, траектория не должна удаляться от сел, где очевидцы показывают большую высоту наблюдения ТМ, это села Мироново, Ичера, Бамбуйка, и не должна приближаться к селам, где уверенно наблюдали движение метеорита в СВ стороне, это прииск Бомбахты, село Салтыково на реке Лене (азимут из точки Флоренского 130°41').

Таблица 2. – Положение проекции траекторий на Землю из точки Флоренского с азимутами 126° и 127° относительно близких к ним пунктов наблюдения

Пункт наблюдения	Координаты пункта наблюдения			Расстояние до проекции точки траектории на Землю в плоскостях траектории и засечки, км		
	N	E	A°	Траектория 126°	Засечка к 126°	Засечка к 127°
Аян	59° 29'	106° 56'	125° 36'	548	-4	-13
Непа	59° 14'	108° 11'	123° 00'	622	-33	-43
Гаженка	59° 07'	108° 18'	123° 30'	635	-28	-39
Соснино	58° 43'	108° 22'	126° 08'	665	2	-10
Подволошино	58° 15'	108° 27'	128° 53'	700	36	23
Мироново	58° 14'	109° 29'	125° 33'	750	-6	-19
Вишняково	58° 11'	108° 54'	127° 45'	725	22	10
Кедровка	56° 02'	115° 24'	120° 52'	1174	-107	-128
Бамбуйка	55° 48'	115° 46'	120° 58'	1230	-109	-130
Багдарин	54° 30'	113° 42'	130° 08'	1208	90	68
Бомбахты	54° 11'	113° 32'	131° 30'	1221	122	100
Оловянная	50° 54'	115° 30'	135° 08'	1545	264	235
Сретенск	52° 20'	117° 47'	127° 14'	1575	35	7
Эпицентр	60° 53'	101° 54'	140° 14'	233	60	56

**Примечание.** N – северная широта, E - восточная долгота, A° - азимут из точки Флоренского. Азимуты засечки из пунктов на 90° меньше азимутов соответствующих траекторий.

Движение части массы на эпицентр в виде «снопа» также является реальной веткой траектории ТМ. Отметим, что если считать земной точкой траектории эпицентр, как это было до сих пор, то, учитывая отклонение этой ветви от плоскости большого круга истинной траектории, азимуты направлений из эпицентра на каждую точку траектории будут разные. На дальних расстояниях они будут стремиться к азимуту истинной траектории ТМ.

### 5. Показания, подтверждающие новую версию траектории ТМ

Есть ли в показаниях очевидцев информация о наблюдении движения метеорита на участке траектории Флорен-126 западнее эпицентра? Просмотр показаний с этой точки зрения отвечает на вопрос утвердительно. Более того, снимаются некоторые противоречия в них.

Братья Чучанча и Чекарен, которые в момент катастрофы находились в области вывала леса, вспоминают, что «был пятый удар грома, но он был маленький и где-то далеко, однако там, где река Таймура». Траектория Флорен-126 и точка Флоренского как раз и приближаются к притоку Нижней Тунгуски Таймура.

Есть наблюдение очевидцами раздвоения траектории ТМ. Из села Аксеново, выше Кежмы по течению Ангары: «Полоса шла с юга на север, под углом 30° к горизонту. Конец полосы был острый. Затем она к Земле полетела и раздвоилась». Более полное показание Пугачевой М.М. из села Натка, в 25 км на запад

от ж/д ст. Тулун: «Сначала была одна полоса, потом вторая образовалась и они пошли вместе. Азимут направления на полосы  $30^\circ$ . Первая красная, малиновая. Вторая посветлее, как пояс широкий, как лента ... Сначала долго стояли как задержанные, а потом пошли все ниже, ниже ... А потом одна полоса осталась. Они стали постепенно таять и исчезли. Были очень высоко (указала нерешительно на столб, по замеру высотой  $20^\circ$ )». Острый конец полосы, по-видимому, наблюдался из-за идущего впереди массивного фрагмента ТМ. В показаниях есть информация, что острый конец был в нижней части полосы.

В статье И. Т. Зоткина [1966] отмечается, что из имевшихся на то время показаний очевидцев примерно из 40 пунктов «только для четырех пунктов можно усмотреть противоречия» с предложенной траекторией из эпицентра (азимут  $115^\circ$ ). Это пункты к юго-западу и югу от эпицентра. В Кове: «Замечено над летним солнцезакатом ... исчезло между севером и западом». В Заимке: «замечено на СЗ, летело к С». А в показании из Кежмы: «замечен на ЮЗ». Аналогичное показание из Знаменки, расположенной гораздо дальше на юг, но приблизительно по тому же азимуту из эпицентра.

Более поздние опросы в селах на реке Ангаре и ее притоках, расположенных ниже Кежмы по течению реки, также показали это противоречие, т.е. замечание тела западнее, чем место падения. Например, показание из села Яркино на притоке Чадобец: «Летел как щука, цветом как плавленое железо. Летело тело на августовский солнцевосход. Когда тело упало, был взрыв, столбом огонь и дым. Земля всколыхнулась ... народ в деревне как онемел. Взрыв был тройной. Виделось тело и огонь на севере».

Приведем еще показание из верховьев реки Подпорожной, которое расположено почти на запад от эпицентра на расстоянии около сотни километров и дополнительно содержит информацию о потемнении на местности: «Утром были тучи с дождем и темно, как ночью ... Гром был с более сильными тремя последними ударами ... Тучи и дождь были до последнего удара, затем снова стало ясно ... Тело двигалось примерно под  $30^\circ$  к магнитному меридиану. Летело как ракета. Хвост слабый. И потом упало». Солнце было на востоке ( $89^\circ$ ) и темнота могла быть вызвана веществом ТМ на ветви траектории на эпицентр. А наблюдал очевидец участок траектории на северо-востоке ( $30^\circ$ ).

Указанное противоречие, по-видимому, можно объяснить противоречивой ситуацией наблюдения явления западнее эпицентра, когда очевидцы видели движение массы, скажем, на реку Таймура, а сильнейшие взрывы, ветер и сейсмические явления пришли с другой стороны, с северо-востока. Кто мог предположить, что это было два падения разделившихся частей ТМ? В сознании человека, по-видимому, это реальное противоречие примирилось путем изменения направления траектории в сторону более сильных явлений у эпицентра. Сектор указанных очевидцами направлений на траекторию западнее эпицентра соответствует конечному участку траектории Флорен-126. Таким образом, «заговорили» показания, которые раньше противоречили принятой картине падения ТМ. Заметим, что из Кежмы и ближайших населенных пунктов есть наблюдения участков траектории как на северо-восток (полосы следов), так и на северо-запад.

Обратим внимание, что в приведенных показаниях отчетливо проявились ошибки «неподготовленного наблюдателя». Так в показаниях из Аксеново дается направление траектории с юга на север, из Кежмы – замечание тела на юго-западе. Эти населенные пункты расположены на юг от эпицентра. Очевидцы точку замечания приближают к своему селу и, оценивая направление траектории, даже продолжают ее на юг. В показаниях из сел на реке Илим, дающих информацию о восточном участке траектории, есть замеры азимутов точки замечания метеорита  $145^\circ$  и  $160^\circ$ , которые при расчетах не пересеклись с траекторией Флорен-126, т.е. очевидец значительно сдвинул точку замечания на юг.

Итак, расчет помог выявить траекторию ТМ, близкую к истинной. Она не вызывает сомнения, т.к. опирается на комплекс фактов: непосредственного наблюдения раздвоения траектории и участка траектории западнее эпицентра, расположения земной точки в области обогащения почвы магнетитовыми шариками, прохождение траектории через пункты с наблюдением высокого полета метеорита (табл. 1).

## **6. Вертикальная проекция траектории ТМ**

Для определения вертикальной проекции рассчитывались точки траектории ТМ, с которых тень пала на самые западные пункты области потемнения. Горизонтальными проекциями траектории принимались Флорен-126 и ветка на эпицентр. Методика расчета дана в публикации [Эпиктетова, 2003], где рассчитывалась точка траектории ТМ, давшая тень на Канск. Расчет основывался на формулах из статьи [Зоткин и др., 1988] и сферической тригонометрии. Расчет горизонтальных координат Солнца в известный момент падения ТМ для некоторых населенных пунктов провел по просьбе автора астроном Г. В. Андреев еще в 80-х годах прошлого столетия. Для остальных пунктов расчеты по той же методике проведены автором. Направление на Солнце из пунктов наблюдения давала линия в плоскости засечки на траекторную плоскость. Для радиуса Земли, после консультации со специалистами Томского государственного университета, использовалось значение 6356 км, учитывающее сжатие Земли на широте эпицентра. Методика расчета, усовершенствованная С. А. Разиным, позволяла варьировать траекторную плоскость и плоскости засечки на нее из разных пунктов наблюдения. Расчеты проводились по компьютерной программе, составленной С. А. Разиным.

Таблица 3. – Результаты расчета точек траектории, идущей от точки Флоренского в направлении 126° (Флорен-126)

№ п/п	Пункт наблюдения	Географические координаты пункта наблюдения		Координаты точки траектории						
				Точка траектории в плоскости засечки			Точка траектории в траекторной плоскости, км			
		N	E	A°	H°	L <sub>плз</sub> , км	L <sub>пт</sub>	H	X	Y
0	Точка Флоренского	62° 36'	99° 01'	Плоскость траектории в направлении 126°						
1	Александровка	51° 38'	84° 44'	74° 11'	17° 16'	2258	1580	1307	1886	1071
2	Калтан	53° 23'	87° 23'	76° 43'	19° 16'	1898	1398	1096	1625	917
3	Сагаевское	53° 09'	92° 47'	80° 28'	22° 28'	1569	1432	961	1634	776
4	Канск	56° 10'	95° 42'	84° 18'	24° 28'	1096	1102	651	1209	546
5	Гольявино	58° 23'	98° 27'	87° 37'	26° 06'	645	756	368	799	321
6	Яркино	59° 09'	99° 22'	88° 46'	26° 36'	488	627	274	653	242
7	р. Подпорожная, верховья	60° 35'	99° 39'	89° 00'	26° 46'	263	368	141	376	130
8	р. Муторай, верховья	60° 40'	101° 00'	90° 57'	27° 25'	182	358	98	363	88

**Примечания.** N – северная широта, E – восточная долгота; A° – азимут, H° – угловая высота, L<sub>плз</sub> – расстояние до проекции точки траектории по поверхности Земли в плоскости засечки, L<sub>пт</sub> – расстояния до проекции точки траектории по поверхности Земли в траекторной плоскости, H – линейная высота точки траектории по местной вертикали., X и Y – декартовы координаты точки траектории на основе горизонтальной плоскости точки Флоренского. Плоскости засечек задавались горизонтальными координатами Солнца из пунктов наблюдения в момент падения ТМ.

В табл. 3 представлены результаты расчета точек для траекторной плоскости Флорен-126. Описание таблицы дается в подписи к ней. Декартовы координаты точки траектории представляют ее угловую высоту и вычислялись для удобства построения графика. Большинство пунктов наблюдения показано на карте (рис. 1).

На рис. 4 представлен график вертикальной проекции траектории ТМ относительно горизонтальной плоскости точки Флоренского, которая находится в начале декартовой системы координат с осями: X - вдоль плоскости, Y - перпендикулярно ей. Цифры по горизонтальной оси пришлось расположить ниже линии поверхности Земли. Указание на рисунке пункта Мироново позволительно из-за его близости к траекторной плоскости Флорен-126.

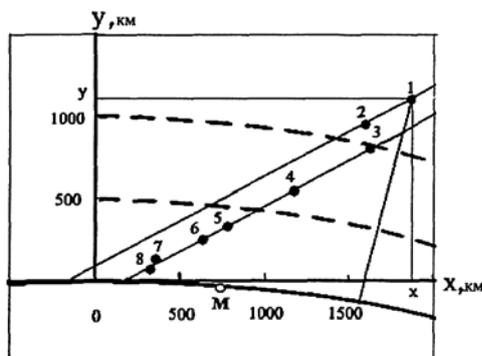


Рис. 4. Вертикальная проекция траектории Тунгусского метеорита относительно горизонтальной плоскости для точки Флоренского в направлении 126°. Нижняя кривая – поверхность Земли. Точка М – пункт Мироново. Точки соответствуют номерам пунктов наблюдения таблицы 3. Для точки 1 показана местная вертикаль и ее проекции на оси декартовой системы координат.

Показанная на графике местная вертикаль для точки траектории 1 позволяет разобраться в результатах расчета. Часть этой вертикали скрыта за горизонтом для точки начала координат 0, т.е. ниже ее горизонтальной плоскости. Координата X может иметь большее значение, чем расстояние по дуге на поверхности Земли до проекции точки траектории. Вместо координат X и Y можно было представить в табл. 3 угловую высоту точки траектории 1 относительно выбранной горизонтальной плоскости. Для горизонтальной плоскости пункта Мироново и пунктов наблюдения табл. 3 этот угол будет несколько другим. В плоскостях засечки из пунктов наблюдения как раз используется угловые высоты Солнца и его азимут для вычисления точки траектории, ее линейной высоты и положения ее проекции на Землю в месте пересечения плоскостей засечки с траекторной плоскостью. Положение проекции точки траектории на Землю задается расстояниями по дугам на поверхности Земли. Линейная высота по местной вертикали точки траектории одинакова для двух пересекающихся плоскостей.

Пока не будем обсуждать результаты для верховьев рек Подпорожной и Муторая, где явления потемнения могли быть вызваны ветвью траектории на эпицентр, а рассмотрим участок траектории дальше 600 км от точки Флоренского. Вопреки ожиданию большого разброса рассчитанных точек

траектории, четыре из них довольно точно расположилось вдоль прямой линии. Это точки 3, 4, 5, 6. Для этой прямой определялась точка пересечения с осью X, при которой угол наклона прямой имеет наименьшее значение среднего арифметического отклонения. Получены следующие результаты: точка пересечения с осью X – 209 км и угол наклона – 28°35' ± 2'. Удивительно малый разброс точек, относительная погрешность 0,1 %. Причем это протяженный участок траектории длиной в 800 км.

Уже отмечалось ранее, что если пункты наблюдения находятся не на самом западном краю области потемнения, то расчет даст заниженное положение точек траектории. Это, без сомнения, относится к пункту Гольпявино (точка 5). Можно предположить, что и к трем другим точкам на этой прямой тоже. Не исключено, что эта линия может отражать и какую-то особенность в распределении вещества ТМ в атмосфере.

Предположив, что точки 1 и 2 (рис. 4) находятся на линиях, параллельных первой с тем же углом наклона, рассчитаем положение места пересечения этих линий с осью X. Получены значения со знаком минус 90 км и 58 км, соответственно. Не обсуждая абсолютное значение этих цифр, можно сделать вывод, что часть кусков ТМ могли упасть далее точки Флоренского, т.е. за пределы изученной на содержание магнетитовых шариков области.

Пункты 7 и 8 – самые близкие к месту падения ТМ на Землю. К сожалению, положение их – в верховьях рек – довольно приблизительно. С показанием из верховьев реки Подпорожной мы познакомились раньше. Показание из верховьев реки Муторай: «Утром рано хорошая погода была. Потом ветер пошел. Потемнело, как перед дождем, земля покраснела и гром сильный пошел». В обоих показаниях указывается, что потемнение наступило после начала звуковых и сейсмических явлений. Для этих пунктов могут быть получены заниженные высоты точек траектории. Скорей всего эти точки нужно отнести к ветке траектории на эпицентр.

Далее представлены результаты расчетов для вертикальной составляющей ветки траектории на эпицентр, приближением для которой принимаем траекторную плоскость Эпицентр-115. Она является касательной плоскостью к реальной ветке траектории в конечной точке – эпицентре.

Результаты расчета точек приведены в табл. 4. По сравнению с табл. 3 добавлен столбец углов наклона для каждой точки относительно горизонтальной плоскости эпицентра. Из-за малого числа точек и принятого приближения траекторной плоскости график этой ветки траектории не представляется.

В табл. 4, кроме уже известных точек, представлена точка «начало полосы следов», которая определялась усреднением результатов расчета для четырех пунктов – Паново, Кежма, Заимка и Кова (рис. 1). В каждом из этих пунктов расчет точки траектории производился на основе усреднения имеющихся в показаниях замеров угловых координат точки.

Таблица 4. – Результаты расчета точек ветки траектории, проходящей от Эпицентра в направлении 115° (Эпицентр-115)

Пункт наблюдения	Географические координаты пункта наблюдения		Координаты точки траектории							
			Точка траектории в плоскости засечки			Точка траектории в траекторной плоскости, км				
	N	E	A°	H° <sub>пл</sub>	L <sub>пл</sub> , км	L <sub>тр</sub>	H	X	Y	H° <sub>тр</sub>
Эпицентр	60° 53'	101° 54'	Плоскость траектории в направлении 115°							
р. Подпорожная, верховья	60° 35'	99° 39'	89° 00'	26° 46'	197	82	104	83	103	51° 08'
р. Муторай, верховья	60° 40'	101° 00'	90° 57'	27° 25'	182	64	57	64	56	34° 01'
Паново	58° 58'	101° 54'	42° 30'	0	202	151	-	151	-	-
Кежма	59° 00'	101° 05'	49° 00'	43° 00'	230	142	226	147	225	-
Заимка	58° 41'	100° 41'	57° 00'	35° 00'	298	202	224	209	220	-
Кова	58° 18'	100° 21'	47° 00'	0	323	167	-	167	-	-
Начало полосы следов	-	-	-	-	-	166	225	169	223	52° 51'
Точка Флоренского	62° 36'	99° 01'	126° 00'	-	484	255	151	261	146	29° 13'
					484	255	337	269	332	50° 59'

**Примечание.** N – северная широта, E – восточная долгота; A° – азимут, H°<sub>пл</sub> – угловая высота точки в плоскости засечки, L<sub>пл</sub> – расстояние до проекции точки траектории на Землю в плоскости засечки, L<sub>тр</sub> – расстояние до проекции точки траектории на Землю в траекторной плоскости, H – линейная высота точки по местной вертикали., X и Y – декартовы координаты точки, H°<sub>тр</sub> – угловая высота точки в траекторной плоскости.

В таблице представлены также результаты расчета точек на линии пересечения плоскостей Эпицентр-115 и Флорен-126, соответствующих двум линиям вертикальных проекций траектории (рис. 3). Плоскостью засечки являлась Флорен-126. Эти плоскости пересекаются на расстоянии 255 км от эпицентра и 484 км от точки Флоренского. На линии пересечения плоскостей высота нижней линии траектории равна примерно 150 км и видится она из эпицентра под углом около 29°. Высота верхней линии траектории примерно 340 км и угол ее наблюдения из эпицентра 51°.

Углы наклона трех точек относительно эпицентра, соответствующих р. Подпорожной, началу полосы следов и верхней линии траектории плоскости Флорен-126 довольно близки. Точка нижней линии траектории видится даже ниже точки, соответствующей пункту на реке Муторай. Эти результаты, по-видимому, свидетельствуют о том, что отклонение и снижение массы в виде снопа шло от верхней линии траектории плоскости Флорен-126, т.е. в пользу верхней прямой на рис. 3 как траектории ТМ. Большое значение угловой высоты трех точек, около 50°, и их близкие значения, возможно, объясняется

только аппроксимацией реальной ветви траектории плоскостью Эпицентр-115 и более близким местом падения на Землю части ТМ. Как обсуждалось раньше, на этой ветке траектории наблюдался «клевок».

Для точки траектории, соответствующей пункту наблюдения на реке Муторай, небольшой угол наклона, возможно, получился как следствие занижения высоты, либо завышения значения проекции на ось X, т.к. точкой падения при расчете угла считался эпицентр. Между тем, очевидцы-эвенки, находившиеся в области вывала леса, говорили о нескольких падениях частей метеорита в разных местах, а многие очевидцы из более удаленных населенных пунктов сообщали о трех наиболее сильных ударах при падении ТМ на Землю. Кроме того, область эпицентра имеет пониженное содержание магнетитовых шариков. Таким образом, эпицентр нельзя принимать местом падения для расчетов близких к нему точек траектории.

Рассчитаем наклон прямой, проходящей через две точки траектории, соответствующие пунктам наблюдения на реках Муторай и Подпорожная (табл. 4). Угол наклона этой прямой равен  $67^{\circ}55'$ , и пересекает она положительную ветвь оси X на расстоянии 41 км. Если бы было возможно ввести поправку на занижение этих двух точек, то расстояние по оси X стало бы меньше. Большой угол наклона, по-видимому, свидетельствует о том, что одна или обе эти точки находятся в области «клевка» ТМ. Если предположить, что только одна точка, то угол наклона участка клевок должен быть еще больше.

Наблюдение «хвостовой кисточки» очевидцем из села Вишняково на реке Лене, о которой говорилось в разделе 1, по-видимому, можно объяснить отделением кусков ТМ от компактной группы, которая до этого шла как единое целое в виде «снопа».

Согласно карте Флоренского (рис. 3) богатые пробы располагаются преимущественно с правой стороны от обозначенной пунктиром траектории и продолжении ее. Есть богатая проба почти к востоку от эпицентра на расстоянии от него примерно 15-20 км, также на ЗСЗ от него примерно на расстоянии 40 км и группа на расстоянии 70-80 км. Другие обогащенные шариками места располагаются в области между траекториями Флорен-126 и Эпицентр-115, но ближе к последней. Рассматривая эту карту как распределение выпадения частей ТМ, видим, что наиболее мощные из них тяготеют к ветви траектории на эпицентр, но выпали в основном за пределами вывала леса. Это может быть связано с освобождением кусков из общей оболочки «снопа» уже пред самым достижением им поверхности Земли.

Итак, для надежного определения вертикальной проекции траектории ТМ фактического материала оказалось недостаточно. Но обсуждены некоторые версии, которые могут подтвердиться при дальнейшей работе. Скорее всего, это угол наклона вертикальной проекции ТМ относительно горизонтальной плоскости точки Флоренского  $28^{\circ} - 29^{\circ}$ . (Относительно горизонтальной плоскости пункта Мироново угол наклона будет несколько больше).

Значительная высота точки начального разрушения ТМ, 1300 км по данным пункта Александровка или почти 1000 км по данным пункта Сагаевское, не противоречит научным представлениям, т.к., внимание очевидцев привлекло мощное разрушение космического тела, а не разогрев его при вхождении в плотные слои атмосферы. Наблюдение светового эффекта в некоторых областях во время пролета ТМ («осветило») и после него, по-видимому, можно объяснить рассеянием солнечных лучей на веществе метеорита в атмосфере в это раннее утро. Последующие затем светлые ночи также можно объяснить рассеянием вещества ТМ на такой высоте.

Что касается ветви траектории на эпицентр, то проявился клевок на последнем ее участке. Вероятнее всего, группа кусков ТМ, отклонившаяся в виде «снопа», частично «рассеяла» их между двумя ветвями траектории. При дальнейшем изучении вопроса о местах выпадения на Землю кусков ТМ могут значительно помочь карты распределения магнетитовых шариков Флоренского.

## 7. Две оси симметрии вывала леса

Образование формы вывала леса в виде бабочки принято объяснять наложением баллистической и взрывной волн. В работе автора [1999] обосновывается вывод, что вывал леса образован наложением двух баллистических волн с несколько различающимися азимутами осей симметрии и углами наклона. Как же могут проявляться в вывале леса сразу две баллистические волны? Если вывал леса образовала группа кусков ТМ, имеющих общую головную ударную волну, то с ними могли происходить разные трансформации. Когда головная ударная волна большого радиуса, например 5 км, касается нижней точкой поверхности Земли и начинает тормозиться, а куски метеорита еще продолжают движение на разной высоте, то возникает сложное взаимодействие частей массы с общей «оболочкой». Возможно, некоторые части могут выскочить из нее, произведя явление «рикошета», чему есть подтверждение на карте Флоренского, а другие затормозиться в большей степени, изменяя азимут почти до параллели. Известен «западный вывал леса» [Васильев и др., 1981], время появления которого совпадает с падением ТМ, но которому не находилось объяснения в рамках существующих представлений о Тунгусском событии. Проблему взаимодействия массы и оболочки в отношении ТМ поставил В. К. Журавлев [2003].

Так как значение азимутов двух осей симметрии вывала леса –  $115^{\circ}$  и  $99^{\circ}$  – по сравнению с истинной траекторией ТМ изменилось в сторону параллели ( $90^{\circ}$ ), то можно предположить влияние вращения Земли на положение этих осей на ее поверхности. Земля будет уходить под летящим объектом на восток, в результате он окажется смещенным на запад. Рассчитаем, до какой величины должна снизиться скорость частей ТМ, чтобы при геометрическом сложении вектора этой скорости с вектором линейной скорости поверхности Земли вектор результирующей скорости имел направления  $115^{\circ}$  и  $99^{\circ}$ . Линейная скорость вращения поверхности

Земли на широте эпицентра равна 225 м/сек. Направление вектора скорости частей ТМ считаем  $126^\circ$  и вектора скорости поверхности Земли  $90^\circ$ . Получены значения скорости частей метеорита для результирующего направления  $115^\circ - 500$  м/сек, для направления  $99^\circ - 78$  м/сек. Эти скорости вполне могут соответствовать реальности, учитывая торможение «снопа» и его клевок. По-видимому, роль взрывной волны сыграла одна из баллистических волн, образованная частью ТМ с более крутым падением.

### 8. Разные траектории ТМ

На рис.1 представлены основные предлагавшиеся ранее траектории, которые перенесены сюда вместе с картой из работы [Зоткина, 1966]. Хотя И. Т. Зоткин дал анализ этих траекторий, но о них до сих пор продолжают говорить как о возможных траекториях ТМ. В отношении траектории И. С. Астаповича, предложенной на основе анализа звуковых и сейсмических явлений в показаниях очевидцев ( $192^\circ$  и  $184^\circ$ ), И. Т. Зоткин высказал мнение, что она представляет собой лишь один южный лепесток некругового фронта звуковой волны.

Наша работа по изучению звукового поля ТМ из показаний очевидцев [Эпиктетова, 1990] дает дополнительную информацию для анализа траекторий, в том числе и траектории Астаповича. На рис. 5 приведена карта-схема центральной Сибири [Эпиктетова, 2001], где пунктиром ориентировочно обозначены границы области наблюдения звуковых явлений, а стрелками показаны измеренные компасом направления на источник звука в случаях, когда они отличались от направления на эпицентр из пунктов наблюдения.

Область звуковых явлений по форме имеет некоторое подобие бабочки вывала леса. Однако в ЮЗ направлении выделяется по интенсивности и дальности распространения звуковых явлений полоса, которая по направлению соответствует направлению стрелок на источник звука в пунктах наблюдения на реке Ангаре. Можно сделать вывод, что мощные звуковые явления в юго-западном направлении вызваны не «взрывом» в месте падения, а баллистической волной от ТМ, и, по-видимому, после образования «снопа». Начало образования этой баллистической волны ТМ, как можно судить по продолжению стрелок на карте рис.5, находится на расстоянии от эпицентра примерно 400 км. О мощности звуковых явлений можно судить по известным показаниям из Канска, который попадает в зону действия ЮЗ полосы. Приведенное выше показание из Александровки в Алтайском крае, показывает дальность распространения этой полосы звуковых и сейсмических явлений. До расстояний 1,5 тысячи километров звуковое поле от пролета ТМ не выравнивается в круговое.

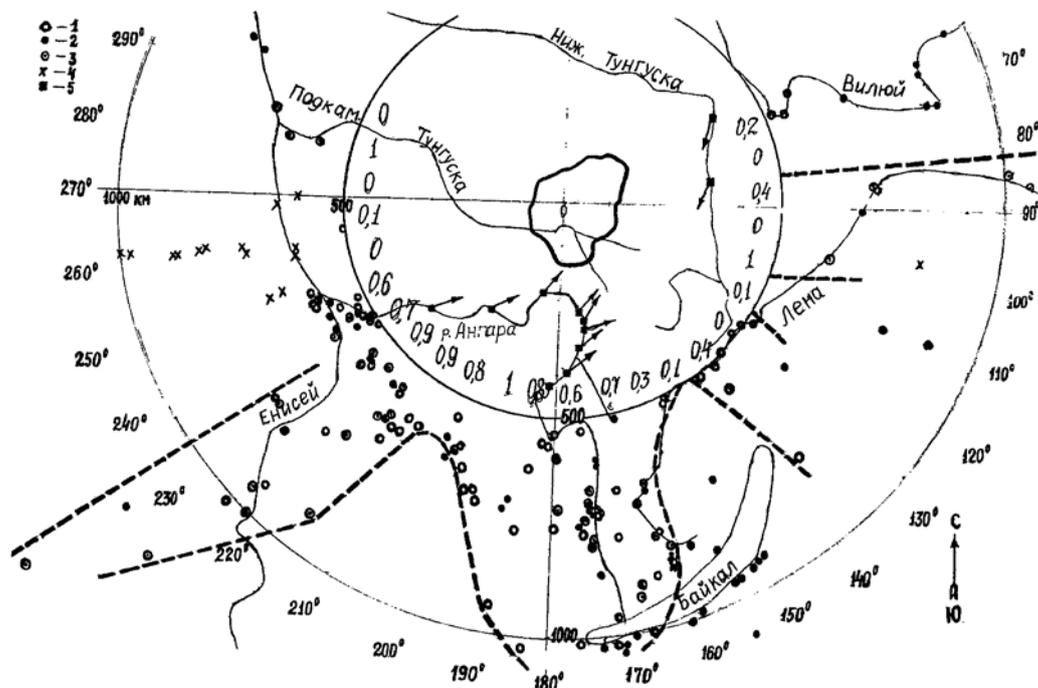


Рис. 5. Азимутальная карта-схема звукового поля Тунгусского метеорита относительно Эпицентра на расстояниях, больших 500 км. Значения интенсивности звуковых явлений представлены внутри круга с радиусом 500 км. В центре в увеличенном масштабе дан контур бабочки вывала леса (Фаст и др., 1976). Вид явления в пунктах наблюдения: 1 – звуковые, 2 – видимые, 3 – совместно звуковые и видимые, 4 – отсутствие явления, 5 – пункты, где получены измерения направлений на источник звука, отличные от направления на Эпицентр. Пунктиром показаны приблизительные границы области наблюдения звуковых явлений.

Небольшое число показаний обозначает симметричную полосу звуковых явлений в ССВ направлении. В работе [Эпиктетова, 1990] показано, что эти две полосы распространяются от образовавшихся на поверхности Земли двух лучевых фронтов баллистической волны с азимутами из эпицентра примерно  $130^\circ$  и  $100^\circ$  и осью симметрии примерно  $115^\circ$ . Распространение баллистической волны идет перпендикулярно фронтам, т.е. в направлениях  $220^\circ$  и  $10^\circ$ . Внутри угла между фронтами, под траекторией, находится «зона молчания».

Траектория И. С. Астаповича, как некоторый максимум звуковых и сейсмических явлений, по-видимому, больше проявляется на ближних расстояниях от эпицентра и, возможно, представляет собой линию начальной встречи баллистической и «взрывной» волн, положение которой рассчитано А. В. Золотовым [1969]. Влияние на предпочтение южного направления оказало также мнение А. В. Вознесенского, о котором пишет сам И. С. Астапович [1965], что метеорит прошел западнее Иркутска, так как пунктов наблюдения восточнее Байкала не было, несмотря на достаточную населенность этого района. Из звукового поля (рис. 5) видно, что по Байкалу проходит граница крыла бабочки звуковых явлений, и восточнее Байкала звуковые явления из эпицентра не привлекли внимание очевидцев.

Что касается предложенных траекторий в ЮВ области от эпицентра, то они установлены на основе видимых явлений в показаниях очевидцев. Однако и неоднородное поле звуковых явлений могло оказать некоторое влияние на выбор той или другой траектории. Так, один из фронтов баллистической волны с азимутом примерно  $100^\circ$ , достаточно сильно проявивший себя на реке Нижняя Тунгуска, мог послужить дополнительным основанием для В. Г. Коненкина, предложившего траекторию через Преображенку ( $103^\circ$ ). А второй фронт с азимутом  $130^\circ$  проходит недалеко от траектории Е. Л. Кримова ( $137^\circ$ ).

Наиболее близкой к предлагаемой в данной работе является траектория, приведенная в статье [Зоткин, Чигорин, 1988]. Положение радианта ТМ таково: азимут  $126^\circ$ , угловая высота  $20^\circ$ , среднеквадратичная ошибка положения точки радианта  $\pm 12^\circ$ . Земной точкой принимался эпицентр вывала леса. Теперь можно объяснить большую неточность результата тем, что эпицентр не является земной точкой ТМ. Если учесть раздвоение траектории, то, по-видимому, можно получить более точный результат.

## 9. Основные выводы

1. Земная точка ТМ расположена к северо-западу от эпицентра вывала леса, возможно, на расстоянии 200-250 км, в области богатых магнетитовыми шариками проб земли, изученных под руководством К. П. Флоренского. Азимут истинной траектории ТМ примерно  $126^\circ$ , она пересекает реку Лену недалеко от села Мироново.

2. Вывал леса образовала часть массы ТМ, которая представляла собой движущуюся как единое целое компактную группу кусков в виде «снопа». Она отклонилась от первоначальной траектории ТМ против часовой стрелки, по-видимому, вследствие того, что имела общую головную ударную волну и испытывала большое торможение. На последнем участке движения она имела азимут  $115^\circ$ .

3. Распределение магнетитовых шариков в почве, изученное под руководством К. П. Флоренского, определяется не столько космической пылью от ТМ, отнесенной ветром в СЗ направлении, сколько выпадением его кусков по основной и отклоненной ветви траектории, а также между ними в результате отделения части кусков при движении компактной группы кусков в виде «снопа».

4. В структуре вывала леса проявились две баллистические волны, одна из которых могла быть образована частью массы ТМ с более крутым углом падения и оказать действие подобно взрывной волне.

5. Разрушение ТМ в атмосфере Земли началось на расстоянии от предполагаемой земной точки по поверхности Земли примерно 1,5 тысячи километров (над верховьями реки Витим или раньше) на высоте по местной вертикали не менее тысячи километров и, по-видимому, носило взрывоподобный характер. Оставшееся на траектории вещество дало заметную тень на поверхность Земли и затем явилось причиной возникновения светлых ночей. Протяженный участок траектории ТМ явился источником мощного возмущения окружающей среды.

В заключение выражаю благодарность всем, кто оказал мне поддержку и техническую помощь, особенно Валерию Ивановичу Зюкову.

Эта работа не могла состояться без большого труда многих членов КСЭ по сбору и первичной обработке показаний очевидцев.

## Литература

**Анфиногенов, Д. Ф.** Болиды лета – осени 1908 г. в средних широтах Евразии в связи с проблемой Тунгусского метеорита [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 22-30.

**Астапович, И. С.** К вопросу о траектории и орбите Тунгусской кометы [Текст] / И. С. Астапович // Физика комет и метеоров: сб. ст. – Киев : Наукова думка, 1965. – С. 105-112.

**Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский, С. А. Разин, Л. Е. Эпиктетова – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНТИ 24.11.81, № 5350-81.

- Вознесенский, А. В.** Падение метеорита 30 июня 1908 г. в верховьях р. Хатанга [Текст] / А. В. Вознесенский // Мироведение. – 1925. – № XIV, № 1. – С. 25-38.
- Демин, Д. В.** Информационный аспект исследований Тунгусского феномена 1908 г. [Текст] / Д. В. Демин, А. Н. Дмитриев, В. К. Журавлев // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 30-49.
- Журавлев, В. К.** Анализ карты зольности торфа в районе вывала 1908 года [Текст] / В. К. Журавлев // Юбилейная международная научная конференция «95 лет Тунгусской проблеме 1908–2003»: тез. докл. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. – С. 98-99.
- Золотов, А. В.** Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / А. В. Золотов. – Минск: Наука и техника, 1969. . – С. 56.
- Зоткин, И. Т.** Траектория и орбита Тунгусского метеорита. [Текст] / И. Т. Зоткин // Метеоритика. – М.: Наука, 1966. – Вып. 27. – С. 109-118.
- Зоткин, И. Т.** Определение радианта Тунгусского метеорита по визуальным наблюдениям очевидцев [Текст] / И. Т. Зоткин, А. Н. Чигорин // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 85-95.
- Разин, С. А.** Координаты пунктов наблюдения очевидцев Тунгусского падения [Текст] / С.А. Разин. – (наст. сборник).
- Фаст, В. Г.** Статистический анализ параметров Тунгусского вывала [Текст] / В. Г. Фаст // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 40-61.
- Фаст, В. Г.** О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фаст, А. П. Баранник, С. А. Разин // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 39-52.
- Фесенков, В. Г.** Метеориты и метеорное вещество. [Текст] : избр. тр. / В. Г. Фесенков– М.: Наука, 1978. –252 с.
- Флоренский, К. П.** Проблема космической пыли и современное состояние изучения Тунгусского метеорита [Текст] / К. П. Флоренский // Геохимия. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – № 3. – С. 284-296.
- Эпиктетова, Л. Е.** Новые показания очевидцев падения Тунгусского метеорита [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Вопросы метеоритики: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 20-34.
- Эпиктетова, Л. Е.** Уточнение траектории Тунгусского метеорита по показаниям очевидцев [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 79-88.
- Эпиктетова, Л. Е.** Траектория разрушающегося Тунгусского космического тела из показаний очевидцев [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Доклады международной юбилейной научной конференция «90 лет Тунгусской проблеме»: тез. докл. – Красноярск: Изд-во «СибЦентр, 2001. – С. 62-69.
- Эпиктетова, Л. Е.** О возможной природе энергоактивной зоны Тунгусского феномена, рассчитанной Д. В. Деминым [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Тунгусский вестник КСЭ. – 1999. – № 10. – С. 22-24.
- Эпиктетова, Л. Е.** Разрушение Тунгусского космического тела при движении в атмосфере Земли и некоторые выводы о динамике взрыва [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Юбилейная международная научная конференция «95 лет Тунгусской проблеме 1908–2003»: тез. докл. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. – С. 92-95.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ПОДБОРКА ПОКАЗАНИЙ ОЧЕВИДЦЕВ ТМ, СОДЕРЖАЩИХ СВЕДЕНИЯ О ПОТЕМНЕНИИ НА МЕСТНОСТИ

Явление потемнения на местности, связанное с падением ТМ, до последнего времени не замечалось. Причиной этого могла быть неожиданность явления и, как следствие, отсутствие соответствующего вопроса во многих опросных анкетах, а также нечеткость показаний, особенно полученных в 60-е годы от пожилых очевидцев. Эти показания получены в разное время, разными опросными группами. Их около трех десятков, поэтому имеет смысл собрать их вместе. Информация о потемнении на местности может послужить основой для более точного определения траектории ТМ, особенностей его разрушения при движении в атмосфере Земли, объяснения причины светлых ночей и т.д. Частичная обработка этих показаний сделана в публикуемой выше статье. Используются показания с западной границы области наблюдения потемнения на местности, куда тень от вещества ТМ в атмосфере легла примерно во время его пролета. Возможно, рассмотрение передвижения тени по поверхности Земли при движении Солнца также даст ценную информацию.

Подборка показаний выполнена автором статьи. В нее включены также показания, где говорится о потемнении неба без туч и о других явлениях, которые при тщательном анализе могут быть отнесены к данной группе. Не исключено, что она в дальнейшем еще пополнится. Большая часть этих показаний взята из опубликованного в 1981 году каталога показаний очевидцев, набранного в электронном виде В. И. Зюковым. Вторая часть показаний выбрана из первичных опросных материалов, выполненных в электронном виде под руководством И. К. Дорошина. Несколько показаний набраны в электронном виде автором. Координаты

пунктов наблюдения ТМ публикуются в этом же сборнике в статье С. А. Разина. Показания расположены в каждом разделе в алфавитном порядке пунктов наблюдения за небольшим исключением.

### Показания, взятые из опубликованного каталога показаний очевидцев

1. **Ступина Анна Спиридоновна**, 1893 г. рождения. Была в БАНЩИКОВО, опрошена в д. Воробьево. «Боронили пары утром, было лет 11, не больше. Стукотня была. Сделалась ночь, потом снова день. Когда стучало, было светло, потом как ночь пала, потом снова день. Сначала постукало, потом ухало. Страшно было, как юкнет, а туч не было. Направление звука – юг». (§ 10, С. 120, п. 15)

2. Так, очень важны показания крестьянина. **С. Б. Семенова**, которые сообщил Л. А. Кулику брат (?) С. Б. Семенова, Афанасий Семенов. В своем письме Л. А. Кулику в Ванавару от 26 марта 1927 года он писал:

«Спешу сообщить Вам показания Семена Борисовича. Дело было в 1908 году в июне месяце, часов в 8 утра, а в это время жил на Подкаменной Тунгуске, на фактории АНОВАРА и занимался работой у своей избы. Сидел на крыльце по направлению лицом на север и в это время на северо-западе образовалось, в момент, огненное воспламенение, от которого получился такой жар, что невозможно было сидеть, чуть-чуть не загорелась на мне рубашка. И такое раскаленное чудо, я заметил, что оно занимало пространство не менее 2-х верст. Но зато такое воспламенение существовало очень мало; я успел только кинуть глаза и посмотреть, в каком размере, и моментально закрылось. После сего закрытия сделалось темно, и в то же время получился взрыв, которым меня бросило с крыльца, так, приблизительно, на сажень или больше, но я остался без сознания не очень большое время, я пришел в себя и такой получается звук, что все дома тряслись и как будто двигались с места. Ломало стекла в домах и посередине площади у изб вырвало полосу земли и в то же время у амбара на двери переломило так называемую железную сницу, а замок уцелел». /Архив КМЕТ, р. 43/. (§ 6, С. 66, п. 3)

3. **Ступин Иван Николаевич**, 1890 г. рождения. Пункт наблюдения и опроса – с. ВОРОБЬЕВО.

«Было вроде грома, а потом потемнело. Темно было с час почти. Потемнело в период грома, когда гремел гром. В это время возили навоз, во время обеда». (§ 10, С. 119, п. 10)

4. **Попова Екатерина Ивановна**, 1904 г. рождения. Пункт наблюдения - д. ВОРОНИНО на Лене, в 20 км от Н. Тунгуски. Опрошена в Туре группой МОВАГО под руководством Б. П. Фрейнкмана.

«Гремело сильно летом, днем. Маленькой была, ходила в лес с отцом. Стало, как ночью. Говорили, что это была не гроза. Чернота была. Гремело со стороны Тунгуски, слева от солнца. Отец говорил, что это не гром». (§ 13, С. 242, п. 70)

5. **Колпаков Василий Тимофеевич**, г. рождения, русский, неграмотный. Пункт наблюдения и опроса - с. ГОЛЬТЯВИНО.

«Женат был. Летом, днем, в сенокос. Поели, сидели дома. После грома сделалось морозно. Испугались, побежали из избы. Земля дрожала, рамы звенели. Лес валить начало, дома зашевелились. Женщина с ума сошла. Давно, при старом режиме». (Азимут звуков 45°). (§ 10, С. 160, п. 205)

6. **Каплин Петр Алексеевич**, 1895 г. рождения. Родился в с. ЖДАНОВО, Иркутской области, р. Н. Тунгуска. Опрошен Г. Андреевым в 1969 году в поселке Учами.

«Погода была хорошая. Дело было к вечеру. Тогда мы как раз кормили лошадей. Раздался сильный гул (как гром), и солнце скрылось, его не было несколько минут. Затем оно появилось. А по небу летело тело. От него в разные стороны отходили полосы разного цвета. Полос было не менее 10. Уклон полос к телу около 40°. Тело было намного больше солнца. Смотреть на него можно было. Полет тела сопровождался ударами, похожими на выстрелы из пушки. Ударов было много и по мере удаления тела они становились слабее. Тело летело на север, попутно ему дул сильный ветер. Когда тело скрылось (за горизонт), то не было ничего слышно, то ли ударилось, то ли нет. Никакого облака тоже не было. Когда тело летело, то дрожали стекла, сени. Старухи все молились...»

Рассказывал, что знаком был лично с Куликом, работал с ним. Знает о вывале леса в районе предполагаемого падения метеорита. Живет сейчас Каплин в Туре, опрашивали его в поселке Учами. (§ 11, С. 209, п. 135)

7. **Черных Александр Викторович**, 1903 г. рождения. Пункт наблюдения - д. ИГНАТОВО, 20 км. Ю-В Нижнеилимска (есть село Игнатьево, 5 км. выше Нижнеилимска по реке Илим).

«Был ребенком, около 5 лет. Было летом, июнь, утром часов в 8-10, играл во дворе. Была хорошая теплая солнечная погода. Восточная сторона вся порозовела, температура повысилась, стало жарко. По небу пролетело тело. Когда оно пролетело, раздался гром. В небе некоторое время сохранялось марево, стало темнее, Тело не помню, помню красную полосу. Можно смотреть невооруженным глазом. В воздухе было "красное состояние". Был хвост, похожий на ленточку, сзади. Где исчезло тело, столбов не было видно. Тело пронеслось мгновенно. Летело бесшумно. Когда тело исчезло, был удар, сотрясение, по дорогам поднялась пыль. Некоторое время в воздухе сохранялось марево. Следующие дни и ночи были обычными. Старики говорили "небо открылось". Рассказывали, полетел метеорит, пошел на Тунгуску, там был большой буран, юрты тунгусов снесло, много людей погибло. Забыли об этом скоро. Раньше меня

никто не расспрашивал. О метеорите в газете читал». Пункт опроса – деревня Нижнеилимск. (§ 10, С. 151, п. 163)

8. **Мальшкина Мария Помпиевна** (Томск 12, пр. Кирова, 61-3), из письма Н.В. Васильеву от 6 декабря 1965 г. Пункт наблюдения: с. КАЛТАН, Горная Шория.

«Исключительно небывалое явление довелось мне видеть на нашем Горно-Шорском небе (с. КАЛТАН) в 1908 году. Много уже изгладилось в памяти, но то огненное чудовище, которое появилось после заката солнца на небе, двинувшееся с запада на восток, глубоко запечатлелось в памяти. Я как сейчас вижу медленно плывущий по небу над высокими горами громадный огненный (по теперешнему) снаряд, тупозаостренным носом, слегка наклоненным вниз, а из заднего конца растянулось, немного длиннее самого снаряда, дымчатое облако.

Мой отец первым увидел это необычное явление и стремглав собрал всю семью посмотреть на летящую, как он назвал, "хвостатую комету". Отец сосредоточенно наблюдал за "кометой", пока она не скрылась за выступом высокой горы. Если бы кто-нибудь из нас догадался поспешить на эту гору, мог бы еще долго наблюдать за "кометой". Мой отец сказал: "если эта громадина упадет в населенный пункт – быть беде".

Мой отец, Помпий Григорьевич Иванчиков, проводил частые записи о погоде, о землетрясении, о провале части горы и других явлениях природы и все записи посылал как корреспондент в Москву или в Томск, не помню. Только помню, что за это отец получал цветочные и овощные семена и журнал "Нива". Хорошо помнится мне список корреспондентов, писанный золотыми буквами, где среди других значился П. Г. Иванчиков. Вот если бы найти тех времен корреспонденции, возможно точнее было бы известно о Тунгусском метеорите. Отец на второй день писал об этом явлении.

Список корреспондентов исчез куда-то, по нему можно было бы найти место, куда он писал свои наблюдения.

Я точно не помню, когда мы видели "комету", летом или осенью, только помню, что были в легкой одежде. Возможно, это было летнее время.

Звуков от летящей "кометы" мы не слышали, только небо было какое-то сероватое, и как-то жутко становилось при виде медленно летящей почти горизонтально огненной громадины.

Какой был месяц и число, не помню. Хотя мне 24 августа по старому стилю должно было исполниться 15 лет, но я только умела читать и писать. Еще и потому мне запомнился 1908 г., что в нашем Калтане была осенью открыта школа». (§ 15, С. 251, п. 1)

9. **Николаев Федор Михайлович**, 1884 г. рождения. Место наблюдения и опроса - город КАНСК.

«Дело было весной в воскресенье. Была хорошая погода. Плыли в лодке. Вдруг дурно стало, как-то в момент. Вышли из лодки, пошли в церковь, а в церкви закачалось паникадило. Если бы оно не закачалось, то и не заметили бы толчка». (§ 12, С. 215, п. 5)

10. **Грабченко Степан Иванович**, 1897 г. рождения. Пункт наблюдения и опроса - город КАНСК.

«Дело было весной, часа в 2 дня, в 1908 г. Копали огород. Погода была ясная. В огороде были мать и дети. Вдруг все потемнело, потом пожелтело, а потом сильный удар был. Начался ветер. Когда потемнело, они побежали домой. Вся посуда в доме звенела, а их подбросило в воздух от удара. Потом увидели, что пустые вагоны, что стояли на станции, упали на север. С юго-запада все дуло. К вечеру уже ничего не было и начался дождь. Удар был страшный и трясение тоже. Два вагона снесло. Глухой сильный удар. И сразу светло стало. Сначала все было темное, потом пожелтело-пожелтело. Пожелтело все до удара». (§ 12, С. 215, п. 6)

11. **Аксенова О.** Опрошена в 1960 г. В 1908 г. жила в верховьях р. МУТОРАЙ. В то время было ей 20-24 года.

«Утром рано хорошая погода была, потом ветер пошел, потемнело, как перед дождем, земля покраснела и гром сильный пошел. На небе я ничего не видела. По слухам на ХУЖМЕ сильный пожар был. После этого люди сильно болели оспой. Мы жили далеко и туда не ходили». (§ 7, С. 96, п. 13)

12. **Масморо Трофим**, 1888 г. рождения. Родился и вырос в окрестностях села Таимба (кочевья). Когда был молодой (точнее по времени привязать не удалось) кочевал с оленями в верховьях р. ПОДПОРОЖНАЯ, около 2 км ниже порога Мирюгинский, в 40 км от устья на левом притоке.

Утром были тучи с дождем и темно как ночью. Был гром, летели искры. Был очень сильный ветер, валило деревья и убило 2-х оленей. Олени разбежались от дымокура. Гром был с более сильными тремя последними ударами. Особенно сильным был последний («бух - бух - бух!»). Тряслась земля. Тучи и дождь были до последнего удара, затем снова стало ясно. Направление туч то же, что и тела. Тело двигалось примерно под углом 30° к магнитному меридиану (направление было указано несколько раз однозначно), почти в зените. Летело как ракета. Хвост слабый. И потом упало (эта мысль повторялась многократно). Похоже, что не полет, а именно падение было наиболее ярким и сильным впечатлением). Старики потом ходили искать. Ничего не нашли. Говорили «упал огонь в Тундру». В верховьях реки Подпорожная видел на хребте вывал леса, которого ранее не было. (§ 8, С. 113, п. 5)

13. **Жданова Соломонида Николаевна**, 1888 г. рождения. Жила в д. МОГА (последние 40 лет живет в с. Непа, где и была опрошена).

«По небу летали метлы с огнем. Потемнело небо. Затряслась земля. Сначала полетела метла с огнем, а затем сноп полетел. Он летел далеко на запад. Был слышен гром. Тряслась земля, брякали тарелки. Сноп упал, гром был, от этого горело, даже на Могу долетали головни с огнем. Упал в Турухане.

Метла летела в тот же день. Сноп летел не над головой. Метла сгорела огнем и ушла. Это было часа в 3, летом. Гриба не помню. Звук темный, как бы от земли. Звук появился сразу. Небо сделалось темным, где он падал. Люди упали на землю, закрыли головы руками, было очень страшно. Мы были молодые (мне было лет 18)». (§ 11, С. 200, п. 92)

14. **Анучина Акулина Никитаевна**, 1900 г. рождения. Пункт наблюдения и опроса - д. НЕВОН.

«Лет 10 было. Назем возили. Часа в 2-3 темно сделалось. Морошно стало (тучи появились). Бухнуло один раз. Кони задрожали, земля тряслась. Ничего не летело. Бухнуло, как сейчас горы разбивают вниз по Ангаре». (рядом строят Усть-Илимскую ГЭС - часто взрывают). «Потом опять рассвело». Спрашивали об этом стуке в прошлом месяце, говорит, из Братского музея, 7-я школа. (§ 10, С. 121, п. 19)

15. **Инёшина Катерина Васильевна**, 1890 г. рождения, наблюдала в деревне НЕПА, там же и опрошена.

«Была в поле. Косили осоку. Слышали сначала не гром, а "Пх", "пх". Начинает сильнее греметь. Потом все потемнело и явился сноп огненный. Упало в лесу. Пламя осветило всю местность. На месте падения повалил дым. Летел на запад. Летел с неба вниз, прямо. Летел недолго. Постепенно опускался. Огонь затих. Повалил дым. Затем дым затих и поднимался только узенькой трубой. Потом и этот стих. Было все часов в 12. Шли обедать. Летело напрямиком к земле, немного сотрясался. Цвет алый. Можно было спокойно смотреть глазами». (§ 11, С. 191, п. 48)

16. **Головина Зинаида Федоровна**, 1894 г. рождения. Наблюдала в деревне ПРЕОБРАЖЕНСКОЙ, там же и опрошена.

«Было около 9 утра. Полола грядки на огороде. Неожиданно загредел гром, несмотря на чистое небо. Потом потемнело, свет стал, как в сумерки. Посмотрела вверх - летел огненный сноп красного цвета по направлению к СЗ (азимут 320° - замерен). Летел с громом. Быстро». (§ 11, С.198, п. 82)

17. **Коненкин Иннокентий Дмитриевич**, 1893 г. рождения, жил в селе ПРЕОБРАЖЕНКА, там же и опрошен.

«Это было перед обедом. С востока на запад летел огненный шар. Из него летели искры. Стало темно. Минут через 20-30, когда он упал, начались взрывы, как из пушки. Так длилось 1-1,5 ч. В это время возили навоз. Все перепугались. Дыма не было. Летел в сторонке, быстро. Это было до германской войны». (§ 11, С. 197, п. 77)

18. **Коненкина Надежда Алексеевна**, 1890 г. рождения. Жила в деревне ПРЕОБРАЖЕНКА, там же и опрошена.

«Была больна. Вышла на крыльцо. Избы тряслись. Летел сноп, потом небо потемнело, зазвенели стекла. Сноп был красный, как огонь. Так и упал. Пошел дым. Морок стал. Упал напрямиком». Азимут точки падения 310°. (§ 11, С. 197, п. 79)

19.1. **Ярыгин Виталий Иванович**, 1900 г. рождения. Пункт наблюдения - д. ОЛОНЦОВО, р. Лена, 35 км выше Киренска.

Было очень давно, вспоминает с трудом. С отцом ехали пахать пары на окружной дороге. Ехали на запад. На западе потемнело, что-то затрещало. Лошадь оторвалась, убежала. Было что-то черное, огненное, треск какой-то. Сильнее грома. Видели блеск, что-то искрило. Дым был в виде хвоста, который протянулся далеко. Летело на север или на северо-запад. Опрошен в Преображенке. (§ 13, С. 221, п. 3)

19.2. **Ярыгин Виталий Иванович**, 1900 года рождения, русский, проживает в пос. Преображенка. Опрошен В.Г. Коненкиным летом 1962 года.

«В 1908 г. я проживал в деревне ОЛОНЦОВО, в 35 км от г. Киренска вверх по Лене. Мы в этот день ехали на поле. Сначала слышали сильный грохот, так что кони остановились. Увидели на небе черноту, за этой чернотой огненные хвосты, а потом туман темного цвета. Солнце скрылось, наступила темнота. Из этой черноты пламя пролетело с юга на север». (§ 13, С. 243, п. 71)

20. **Сизых Павел Григорьевич**, 1899 года рождения. Пункт наблюдения: участок за СОСНОВОЙ (ниже Дворца).

«Солнце скрыло, и в северу были взрывы, земля стала трястись, звук. Как будто дым какой-то. Был вроде не один удар, минут 10 гремело. Как будто от солнца отделилось что-то и ушло». Опрошен в Заимке. (§ 10, С. 136, п. 97)

21. **Рукоусев Ефим Никифорович**, 1892 г. рождения. Опрошен в Байките. Наблюдал явление около села ЯРКИНО на р. Чадобец, притоке Ангары. По его словам, утром, часов в 9 летело огненное тело с длинным хвостом. Диаметр тела вначале меньше солнца, затем больше. Видно было под углом примерно

12° к горизонту. Направление полета - на север, на Сользавод (поселок на Подкаменной Тунгуске). Летело быстро («за это время можно сделать самокрутку и прикурить»). Цветом, как раскаленное железо. Погода была ясная с легкой дымкой. Звук, как ряд быстро чередующихся выстрелов. Последний - самый сильный. В момент явления пахал в 1,5 км от ЯРКИНО вверх по правой стороне Чадобца. (§ 10, С. 171, п. 245)

22. **Торгорина Степанида Матвеевна**, 1902 г. рождения, русская. Опрошена в селе Усть-Уде группой Черноивановой (1969).

«В ТУРУХАНСКЕ жила (80 км от Тунгусска), лет 10 было, летом, во время сенокоса. Землетрясение было небольшим, стекла дребезжали. Рассказывали, что в ТУНГУССКЕ стекла лопались. Затмение помню (к этому же времени относится). Играли на улице. Вдруг начало темнеть. Часа два друг друга не видели. Скот кричал, люди на покосе были. Ветер прошел, туча прошла, прогремело». (§ 14, С. 247, п. 4)

23. В 1972 г. Ю.Л. Кандыба, находясь в г. Бийске, записал показания **Кудрявцева Ивана Никаноровича**.

«30 июня 1908 года день был ясный, самый разгар сеноуборки. Я с рассветом пошел за лошадьми. В 6 часов привел лошадей с пастбища, и мы сели завтракать. Я сидел напротив окна на СЗ.

Наша деревня АЛЕКСАНДРОВКА протянулась по ущелью, по которому протекала горная речушка Тихая. Справа по течению реки Тихой шел хребет Семинский, а слева - Ануйский. Напротив деревни по Семинскому хребту высилась вершина горы Гляден. Солнце в 7 часов утра уже взошло, но из-за горы Гляден еще не показалось.

И вот на небосклоне вдруг возник светлый шар, он быстро увеличивался в размере и в яркости. Направление его полета было на СВ. Размер летящего шара был, как Луна, но только ярче, не ослепительной яркости, а можно было глядеть на его полет, не отрываясь. Полет был очень быстрым. По пути полета шара оставался белодымный след по ширине больше шара. Как только появился этот шар, вся местность озарилась каким-то неестественным светом, и этот свет был не ровно нарастающим, а с какими-то колебаниями, как волновые вспышки. Никакого шума, гула при полете этого шара не было, но неестественный, колеблющийся свет наводил какой-то страх, беспокойство.

Поднялось беспокойство среди домашних животных и птиц. Собаки кинулись в свои конуры, куры на насесты. Лошади бросили есть овес, который я насыпал, и заволновались. Гуси громко загоготали. Люди выбежали на улицу и в недоумении смотрели на небо. Спустя порядочно времени начался какой-то неестественный шум, земная дрожь и глухой-глухой гул, как от далекой грозы. След полета шара в небе медленно расходился, но был виден почти до вечера в расплывшемся виде. Это необычное явление сильно взволновало народ.

Я в то время уже имел некоторое представление о метеоритах, болидах. В сельской школе тогда этого не учили, но я брал у учителя книгу "Астрономия" и читал ее. Учитель говорил, что это пролетел большой небесный камень-болид и где-то упал на севере, в тайге.

После падения этого болида настали какие-то светлые ночи. В безлуние в наших горных ущельях обычно бывают темные ночи, но почти до осени стояли светлые ночи». (§ 19 С. 260, п. 2)

#### **Показания, взятые из первичных документов, набранных в электронном виде под руководством И. К. Дорошина**

24. **Неизвестный**. Сильное затмение было, лет 10 было. Стало темнеть, темнеть. Крыша повалилась с избы (раньше крыши не прикреплялись). Было летом, не жали ещё. С утра было. д. Кулинга, дер. Хабардина, напротив Верхоленска. (Док. № 043, п. 63)

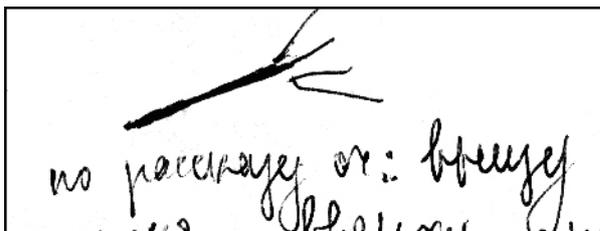
25. **Непомнящий Александр Никифорович** 100 лет. Планета летела, за Бирюльку улетела. Жил в с. Литвиново. Сидел около постройки. В самый сенокос, в это время приблизительно в середине дня. На запад. Черная земля летела. Темнота ужасная была. Долго была. Она все закрыла на свете, всю местность. Полдня было. (Док. № 043, п. 92)

26. **Сафьянников Митрофан Егорович** (1893 г.) Жил тогда на Непе. На небе дымно – туманно было. Гремело так: бух-бух, приостановится и опять: бух-бух. Было летом, в сенокос, утром. До революции. День был жаркий. Гремел очень громко. Ничего не видел. (Док. № 031, п. 6)

27. **Горенская Устинья**, 1892 г. рождения. Московский тракт от Тайшета 5км Новый Окульшет. Бабушка говорила, что огненная метла летела. Я помню землетрясение и темень.

Затмение. Лет 14 было. В Петровке перед покосом 12 июля. Это было под вечер, часов в 5 вечера, в прополку. С час было. С поля прибежали. Что такое? Темно, темно. Зажгли лучину. Самое темное мин. 15, потом начало светлеть. Зеленый цвет (показала на яркие ворота гаражные болотного цвета) все зеленым сделалось. А потом стало желтеть, светлеть. Точно в 5 часов, т. к. сказали - не ставь ужин, т. к. еще 5 час.

Землетрясение тоже лет 14-15, тоже перед Петровкой. Я дома была, с братиком водилась, затряслась изба. Отец с матерью в поле. В избе все тряслось. Пол покатый, так стол сдвинулся, посуда тряслась. С час трясло вроде. Кони не могли на ногах стоять, тятя пахал пары, а мама полола. Березы шевелились.



Венец - заклад-фундамент отходил см на 15 от избы, тятя потом подколачивал. Ружье на стене качалось, лампа. Грома не помню. Это было к обеду. (Док. № 035, п. 44)

28. **Шаров Григорий Семенович**, 88 лет. Каратульский район с. Сагаевское, от Минусинска на юг км 90. Уже женатый был, в 18 лет женился, дочь родилась - года 2-3. до

германской войны, может быть в 13 году. В окошко глядели хозяйка и я. Думали к войне. А=285 град. h=10 град. (показал на вечернее солнце). На месте стояла, а потом книзу, книзу, а потом нам надоело смотреть и мы спать легли. Однако часа два смотрели.

*По рассказу очевидца внизу ручка, а сверху показал растопыренную пятерню.*

Внизу уже можно перехватить. Ручка маленькая. Хозяйка говорит: «Гляди-ка, гляди-ка, какая метелка: раньше большая была, а теперь маленькая. Не доглядел я, то ли до земли спустилась?» Погода была пасмурная, а потом посветлело и ее стало видеть. Она исчезла-то, примерно через час, у меня с амбара крышу сорвало. Ветер большой, буран. У соседей крышу сорвало и на дорогу выбросило и поставило. Даже свету не видеть, темно сделалось. В избе даже хоть огонь зажигаю. С час не было (темно). Страшно стало, волосы поднимаются. Это было осенью. Перед вечером, часов в 5 или 6. (Док. № 035, п. 40)

29. **Лысенко Наталья Леонтьевна**, 1894 г. рождения. Мы пололи, говорили, до этого, что землетрясение было. Лет 16 было. В июне пололи. Было к вечеру. С час наверное было, как смеркается. Не совсем темно. Мы прибежали с поля домой. с. Б. Шелехово, за рекой, или 45 км от Тайшета на юг. Метла на небе. Лет 19 было, тот год я замуж вышла. Летом, в это время примерно. Говорили, что если столб стоит, то войны не будет, а метла всех заметет. Метлу видели к вечеру. Говорю "мама, погляди - на небе стоит метла". Стояла, где солнце заходит. Не очень высоко, на середине. По показанию руки-15 град. Точно метла, черешок и прутья. Кверху венником. Ровно стояла, вертикально вниз. С час смотрели, небо голубое, а она темная. Путья ровно стояли, как у метелки. (Док. № 035, п. 47)

**Выдержки из показаний, которые представлены в первичных документах  
в виде анкет (набор Л. Е. Эпиктетовой)**

30. Большая Деревня, р. Илим.

**Макаров Архип Никитич**, 1880 г. рождения.

Днем стало темно, потом посветлело. На небе появились красные и голубые столбы. Их было штук 5-6. Поднимались из горы в небо. Расстояние между ними было такое, что можно вместить 5 столбов. Ни звука, ни шума не было. (Док. № 025, п. 4)

31. Климино, река Ангара.

**Брюханов Филипп Нефедович**, 1891 г. рождения.

Было лет 10. Шли с отцом со жнитвы, жали хлеба. Утром, в ясную погоду – гром. Стало сумрачно. Кони упали на колени. Громыхало минут 20. В школе повывлетали окна. Ветер поднялся, березы как ковылины гнулись. Звук не перемещался. (Док. № 248, п. 4)

32. Недокура, р. Ангара.

**Быкова Хавронья Терентьевна**, 1883 г. рождения.

В избе сидели, собрался табунок. В обед. Ночь сделалась. Трясение. Сорвало крыши. Недолго, с час. (Док. № 042, пропущено)

33. Соколово (неточно), р. Ангара, выше Кежмы по течению примерно 70 км.

**Привалихина Анна Николаевна**, 1877 г. рождения.

Было лет 10-15. Какое-то затмение было. С поля шли, в жнитво, в 6 часов вечера. Потемнело вокруг. На небе ничего не было, только потемнело вокруг. Они испугались очень. Длилось около получаса. Потом прошло. (Док. № 246, п. 279)

34. Бур, р. Непа.

**Кузаков И.А.** (передает рассказ отца).

Из-за хребта вышел метеорит, как змея. Воздух резко изменился, стал как бы холоднее. Летел низко. (Док. № 027, с. 14)

**ТУНГУССКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ТЕЛО (ТКТ)  
В СВЕТЕ НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЖАРОВ ТАЙГИ  
СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

В литературе, относящейся к изучению т.н. Тунгусской проблемы существует заметный блок работ, связанных с рассмотрением следов ожога деревьев «типично» приписываемых последствиям взрыва ТКТ [Дорошин, 2005] и др.

Для альтернативного получения этих «типичных», ожогов нами была построена физическая модель системы электроожога ветвей деревьев [Галанцев, 1997; 2001].

Первоначальные опыты на физических моделях системы «грозовое облако-дерево» показали возможность вышеназванного спектра ожогов на живых деревьях хвойных пород, но с разными временными характеристиками протекания фаз ожога.

Последние опыты с небольшими электроразрядами (30 кВ) по модели «грозовое облако-дерево» на образцах сухих веток лиственницы диаметром от 1 до 3 мм, показали возможность получения «лентовидных ожогов» и ожогов «птичий коготок» методом смачивания (увлажнения) поверхности веток. Для получения т. н. «чулка проводимости» ветка смачивалась как соляным раствором (NaCl), так и дистиллированной водой.

Образование стриммерных разрядов, оставляющих след как на торцах, так и на боковых поверхностях веток, поддерживалось в течение десятков секунд (до минуты), в зависимости от исчезновения «чулка проводимости». Замечено, что в течение стриммерного разряда на стволе сухой ветки лиственницы образуются подобные дополнительные стриммерные разряды меньшей интенсивности на всех выступах поверхности ветки, обломанных предварительно микроотростках и даже выступающих крупных чешуйках сухой коры.

Статистически значимое преобладание ожогов вышеназванных типов отмечено на сухих или подсушенных древостоях и деревьях, упавших после катастрофы [Несветаило, 1986]. Объясняется это естественным экранированием веток живого дерева своей хвоей, расщепляющей концентрированный электроразряд на множество хвойных острий, проводящих не обжигая веток, суммарно высокий электроток разряда. Напротив, высокое удельное сопротивление сухого дерева наводит для разряда более высокую напряжённость электрического поля, а высокие удельные токи таких разрядов в сухие деревья оставляют глубокие следы всех видов ожогов, при высоких (грозовых) напряжённостях до  $(1-3) \times 10^5$  В/м.

Известно, что отличия напряженностей электрического поля, наведённого на сухое дерево (электрическая проницаемость) вдоль или поперёк волокон дерева [Перкальские, 1985] искажают электрическое поле внутри дерева, пропорционально косинусу угла отклонения волокон дерева, с максимальным снижением электрической проницаемости при угле отклонения  $90^\circ$ .

Вследствие этого, все разнонаправленные ответвления, включая корни дерева, концентрируют на своих окончаниях напряжённость электрического поля пропорциональную синусу угла отклонения ветки (корня) и полярностью, зависящей от расположения ответвления относительно земли – верхняя половина отрицательная, нижняя положительная. Разнополярные сопутствующие коронные, а затем стриммерные, разряды оставляют следы ожогов на торцах веток, ориентированных ожогами частью к земле, а другой – от земли.

Отсюда следует высокая вероятность пожаров лесов зоны взрыва ТКТ по схемам:

1) высокоинтенсивный электрический разряд в сухое дерево – возгорание от искр ответвлений сухого корня в грунте;

2) электропереход «корень сухого дерева – почва, покрытая подсушенным биологическим слоем [Иванов, 2006].

Учитывая приведенные схемы инициирования пожаров от гроз, предполагается, что *в центре и по территории Куликовского вывала сохранившийся древостой мог и не иметь массовых следов ожогов, явно причисленных Куликом к Тунгусскому взрыву. Количественно электроожоги накапливались на сухих деревьях до, и что важно, - преимущественно после катастрофического взрыва, на естественном фоне различных термических поражений от классического послевзрывного пожара.*

Дальнейшее появление ярко выраженных «типичных» признаков ожогов сухостоя и переживших катастрофу и пожар лета 1908 г., но упавших по разным причинам до Куликовской экспедиции, деревьев [Кринов, 1949], связано с нормализованной грозовой активностью северного Приангарья [Коршунов, 2002] и последующими типичными периодами гроз над тайгой Средней Сибири.

В первой экспедиции в 1927 г. Л. А. Кулик впервые описал зону взрыва ТКТ, сделав неоценимый вклад в мировое научное наследие. Причисление же им и поздними исследователями [Несветаило, 1986] специфических ожогов исключительно к «Тунгусскому метеориту», на наш взгляд, не совсем корректно, т. к. 19-летние циклы грозовой активности, предшествующие первой фиксации и последующим циклам до нынешнего времени превращают хронологическую статистику появления признаков всех видов ожогов методически обезличенной на сегодняшний день.

На наш взгляд, определяемая доля этих ожогов проистекает от классических гроз 1908 г. и последующих лет, и именно на израненном и умирающем (усыхающем) древостое Куликовского вывала. Поиск критериального отличия доли электроожога (псевдогрозового) при взрыве Тунгусского космического тела и классических гроз до и после Тунгусской катастрофы – важная задача на ближайшие годы в рамках известного метода сравнения «типичных» куликовских с грозовыми ожогами других территорий эвенкийской тайги.

### Литература

- Галанцев, Г. П.** Модификация кометной гипотезы ТКТ на основе геомагнитной и динамической электромагнитной моделей [Текст] / Г. П. Галанцев // Тунгусский вестник КСЭ. – 1997. – № 6. – С. 20-23
- Галанцев, Г. П.** Атмосферное электричество ТМ [Текст] / Г. П. Галанцев // 90 лет Тунгусской проблемы : тез. докл. Юбилейной междунар. научн. конф. – Красноярск : СибЦентр, 2001.
- Дорошин, И. К.** Огненный шквал при Тунгусской катастрофе [Текст] / И. К. Дорошин // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – № 16. – С. 28 – 52.
- Иванов, В. А.** Методологические основы классификации лесов средней Сибири по степени пожарной опасности от гроз [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В. А. Иванов. – Красноярск : СибГТУ, 2006.
- Коршунов, Н. А.** Лесные пожары от молний на территории Красноярского Приангарья [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. А. Коршунов. – Красноярск : СибГТУ, 2002.
- Кринов, Е. Л.** Тунгусский метеорит [Текст] / Е. Л. Кринов. – М.: Изд. Академии наук, 1949.
- Несветайло, В. Д.** Об одном типе термических поражений деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Д. Несветайло // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 69-80.
- Перкальскис, Б. Ш.** Использование древесины в практикуме при изучении кристаллооптических явлений и тензорного характера диэлектрической проницаемости [Текст] / Б. Ш. Перкальскис и др. // Известия высших учебных заведений. Физика. – Томск : Изд. ТГУ, 1985. – № 6.

В. П. ГОРБАТЕНКО (Томск)

### ОБ АНОМАЛИИ ОСАДКОВ, ВЫПАВШИХ В 1908 ГОДУ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ<sup>1</sup>

Вопрос о наличии или отсутствии климатических аномалий летом 1908 г., вызванных катастрофой в результате падения Тунгусского метеорита так и остался открытым. Если падение ТКТ послужило причиной распыления в атмосфере огромного количества пыли, то оно должно было нарушить однородность естественных флуктуаций количества выпадающих осадков. В работе [Кожевникова и др., 1963] был произведен анализ синоптической ситуации лета 1908 г. и сделана попытка выявить наличие аномалий в рядах температуры воздуха, давления и осадков в связи с возможным влиянием Тунгусского события, однако изложенные авторами результаты иногда противоречивы.

С целью развития начатых ранее исследований мы поставили перед собой задачу сравнить количество осадков выпавших на станциях Красноярского края с величинами осадков, полученными в результате теоретической оценки количества осадков, которое могло выпасть на станциях Красноярского края с учетом синоптической ситуации июля 1908 г.

Хотя в целом влияние космической пыли на метеорологические процессы сомнений не вызывает, количественные оценки такого влияния отсутствуют. Поэтому на первом этапе решения нашей задачи мы поставили себе целью выявление аномалий в рядах осадков во время «метеоритных дождей». А именно влияние достаточно хорошо изученного метеорного потока «Леониды» на сумму выпадающих в ноябре месяце осадков.

Комета Темпеля-Гуттля, породившая «Леониды» имеет период обращения 33,3 года. С этой же частотой наблюдаются мощные проявления активности потока – метеорные дожди. В 1799, 1833, 1866,

---

<sup>1</sup> Представленная вашему вниманию статья противоречива. Есть противоречия и в статье авторов, занимавшихся проблемой ранее [Кожевникова и др., 1963]. Например, на соседних страницах имеются взаимоисключающие утверждения (циклон или антициклон определял погоду в день падения?).

Большая часть публикуемого сегодня материала обрабатывалась студентами Томского государственного и Политехнического университетов под моим руководством. Некоторые промежуточные результаты публиковались в трудах студенческих конференций (авторы: Ганженко О.А., Войлокова Е.С., Арышева А.А.), но четкого ответа на поставленные вопросы не получено: выводы постоянно противоречат один другому.

При всем старании мы не смогли убедить даже себя в том, что эффекта влияния ТКТ на осадки того периода не было - (комментарий автора).

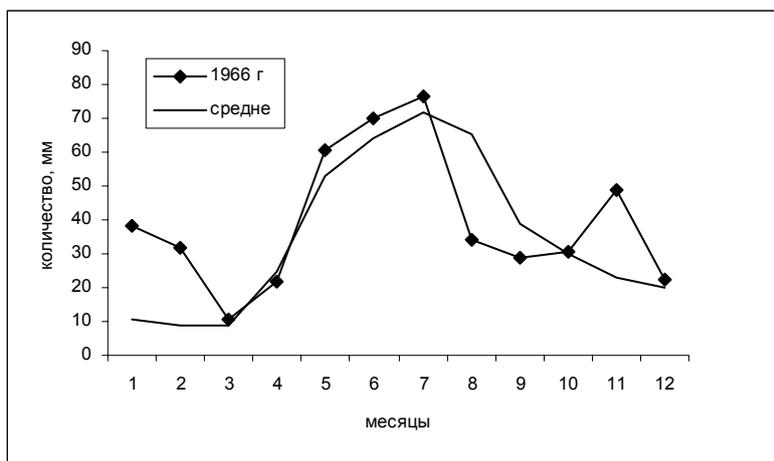


Рис. 1. Среднемесячное количество осадков в ноябре 1966 года и среднемноголетнее количество осадков с 1934 по 2000 год

годовой ход осадков в 1966 г. и среднемноголетнее количество осадков за период с 1934 по 2000 гг. на метеорологической станции Катанда Красноярского края. Второй по значимости максимум осадков в 1966 году приходится на ноябрь месяц, причем в среднемноголетнем ходе этот максимум не наблюдается. Можно сделать вывод, что количество выпавших в ноябре 1966 г. осадков, превышает много-летнюю норму более чем в 2 раза. Аналогичные результаты получены и по другим станциям Красноярского края. Однако столь отчетливая картина наблюдается не во всех случаях. Из 10 рядов метеорологических станций на трех эффект не обнаружен вовсе. К сожалению, пространственное распределение интенсивности осадков всегда крайне неравномерно и определяется набором множества факторов, учесть которые не всегда возможно.

Зная, что в ноябре 1966 г. наблюдалось повышенное выпадение космической пыли, мы можем предполагать, что аномалии в превышении нормы осадков связаны именно с этим явлением. Кроме того, мы сравнивали режим среднесуточных вариаций суммы осадков в ноябре 1933 и 1966 гг., со среднесуточным количеством ноябрьских осадков в период 1934–2000 гг. и обнаружили максимумы, которые приходятся на период с 16 по 25 числа ноября, то есть дни максимумов потока Леонид [Войлокова, Горбатенко, 2005].

В результате исследований было получено, что количество выпавших осадков в 1933 и 1966 гг. превысило суточную норму среднего многолетнего периода, приблизительно 3–5 раз, а среднюю месячную норму как минимум в 2 раза.

Возможно, что и повышенное количество осадков летом 1908 г. вызвано все же наличием в атмосфере космической пыли. Не исключено, что без влияния катастрофы осадков выпало бы в 2 раза меньше. Но, для того, чтобы это утверждать, необходимо детально изучить синоптические процессы тех дней и сравнить количество осадков, выпавших летом 1908 г. и ожидавшихся, если ориентироваться на синоптические процессы того года.

Одним из основных факторов изменения климата являются вариации общей циркуляции атмосферы (ОЦА). Многолетние колебания типов атмосферной циркуляции оказывают влияние на зональное распределение многих климатических характеристик, в том числе и на число дней с осадками над той или иной территорией [Кожевникова и др., 1963]. Для исследования особенностей ОЦА часто используют различные виды типизаций атмосферных процессов.

Типы циркуляции атмосферы, выделенные Г. Я. Вангейгеймом [Войлокова, Горбатенко, 2005], являются одной из наиболее удобных для типизаций текущих состояний, поскольку они являются результатом обобщения разнообразных циркуляционных механизмов и позволяют выявить наиболее существенные изменения климата в многолетнем разрезе. По принципу преобладающего переноса в тропосфере умеренных широт выделены 3 основные группы, названные макропроцессами западной (W), восточной (E) и меридиональный (С) форм атмосферной циркуляции. При циркуляции W – в тропосфере наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смещающиеся с запада на восток. На приземных картах наблюдается смещение барических образований с запада на восток. При формах С и E в толще тропосферы наблюдаются стационарные волны большой амплитуды. Принципиальное их различие в том, что при циркуляции типа С высотная ложбина образуется над Европейской территорией, Уралом и частью Западной Сибири (по 80° в.д.), а при типе E над этой территорией – гребень высокого давления. Согласно [Кожевникова и др., 1963] ложбина в июле месяце 1908 г. простиралась до 90–95° в.д., причем такое и даже более восточное (100–110° в.д.) ее распространение характерно для всех летних месяцев. Поэтому мы с полным правом можем использовать выбранную нами типизацию атмосферных процессов для анализа суммы осадков на интересующей нас территории.

В работе использованы каталог ежемесячных данных о числе дней с формами циркуляции Вангейгейма за период с 1891–1972 гг. и за более поздний период, полученные в Российском Гидрометцентре, а также данные об осадках на станциях Красноярского края за эти же годы [Войлокова, 2006]. Для

1966 гг. наблюдались дожди с часовым числом до 150000 метеоритов. Подобный поток может перекрыть среднемесячную норму выпадения метеорных тел сразу в несколько десятков раз [Борисевич, 2000]. В настоящей работе мы попытались выявить наличие климатических аномалий, совпадающих по времени с наибольшей за последние 100 лет активностью метеорного потока, которая наблюдалась в ноябре 1966 г.

Для исследований нами использовались многолетние ряды (1934–2000 гг.) метеорологических наблюдений над осадками по данным 10 станций Красноярского края. На рис. 1 представлены

того чтобы оценить количество выпавших в 1908 г. осадков, обусловленных циркуляционными факторами, мы воспользовались методом регрессионного анализа. В поисках корреляционной зависимости между количеством выпавших осадков и повторяемостью форм циркуляции на станции Енисейск, мы построили уравнение регрессии, позволяющее получить количественную оценку ожидаемого в 1908 г. на этой станции осадков. При построении уравнения регрессии мы исключили из ряда 1908 год. Построение уравнения регрессии проводилось на основании стандартных программ пакета программного обеспечения (Statistica). В результате регрессионного анализа мы получили результирующее уравнение регрессии, моделирующее количество выпавших осадков в зависимости от повторяемости формы циркуляции E:

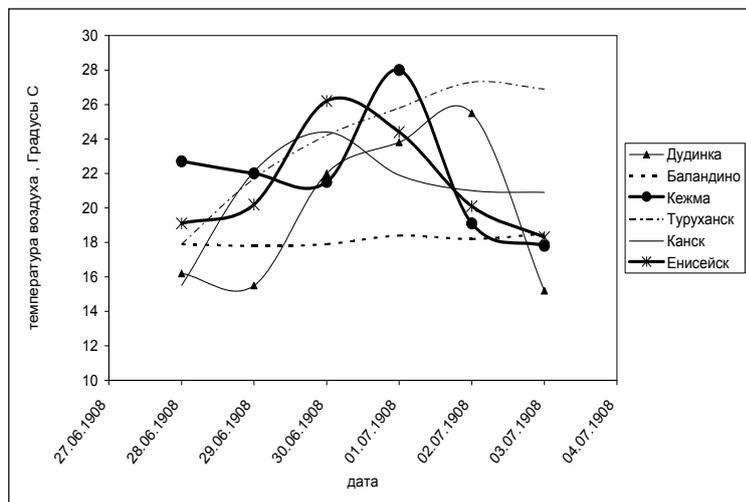


Рис. 2. Изменение средних суточных значений температуры воздуха над станциями, расположенными вокруг места падения ТКТ

Тот факт, что ряд станций зафиксировал абсолютный максимум осадков в июне, а другая часть – в июле позволяет предполагать наличие в атмосфере повышенного содержания космической пыли уже в июне месяце. Синоптическая ситуация (циклоническая погода) способствовала процессу осадкообразования, поскольку в атмосфере содержалось большое количество влаги. Об этом свидетельствует и тот факт, что в июне, например, и в июле в Енисейске было по 19 дождливых дней, в Кежме – 14 -12 дней с дождем.

Если судить по изменениям температуры воздуха и давления на станциях, расположенных вокруг места падения ТКТ и во время падения, то можно предположить, что над территорией юго-запада Восточной (и частично на юго-востоке Западной) Сибири существовал обширный циклон. Его теплый фронт последовательно проходил через населенные пункты: Канск, Енисейск, Кежма. Центр циклона располагался восточнее Красноярска, в районе Канска, с давлением в центре около 735 мм ртутного столба (980 мб).

Кроме того, анализируя значения температуры воздуха (рис. 2) на станциях, близких к интересующему нас району, можно с уверенностью утверждать, что в период с 30.06.1908 г. по 01.07.1908 над интересующей нас территорией прошел теплый фронт и в течение 0,5-1 суток территория находилась в теплом секторе циклона, а следовательно, в это время там могла быть и слоистая облачность и общее ухудшение видимости. Чуть позже ему на смену пришел холодный фронт с кучевой облачностью, с грозами. Следовательно, анализируя прочие эффекты, наблюдавшиеся в атмосфере в эти дни, необходимо учитывать и все разнообразие погоды, наблюдавшееся на протяжении суток, когда произошло падение ТКТ.

### Литература

- Борисевич, А. Н.** Исследование влияния метеорных потоков на аэрозольную составляющую атмосферы Земли (к вопросу о влиянии метеорных потоков на погодные условия) [Электронный ресурс] / А. Н. Борисевич. – Режим доступа: [www. URL: http://asf.ural.ru/VNKSF/Tezis/v7/Base/Tesis.php-Code=570.htm](http://asf.ural.ru/VNKSF/Tezis/v7/Base/Tesis.php-Code=570.htm). – 2000 г.
- Войлокова, Е. С.** Выявление аномалий в рядах летних осадков 1908 года с учетом синоптической обстановки на территории Красноярского края [Текст] / Е. С. Войлокова // Наука и образование: материалы X Всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006.
- Войлокова, Е. С.** Влияние космической пыли на количество выпадающих осадков [Текст] / Е. С. Войлокова, В. П. Горбатенко // Материалы Всерос. молодежной школы–семинара по теоретическим и прикладным вопросам современной географии. – Томск, 27-28.04.2005. – С. 318.
- Гирс, А. А.** Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов [Текст] / А. А. Гирс. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 488с.
- Синоптико-метеорологические условия лета 1908г. [Текст] / З. П. Кожевникова, В. А. Брок, Л. П. Федюшкина, Г. Д. Носкова, Л. И. Трифонова, Л. М. Пархоменко, Е. В. Носкова // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963.

$$Y=51 + 1.5E7$$

Полученное уравнение позволяет приблизительно оценить возможное количество осадков в июле 1908 года (57 мм) на станции Енисейск с доверительной вероятностью 99 % [Гирс, 1974], в реальности выпало 76 мм. Различия между оценочными величинами и наблюдаемыми статистически значимы с вероятностью не менее 99 %.

Следовательно, есть все основания предполагать, что в летних рядах осадков (по крайней мере, июня и июля) 1908 года присутствуют аномалии, обусловленные наличием в атмосфере космической пыли и (или) некоторым понижением температуры воздуха.

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ ПОЧВЫ ИЗ РАЙОНА РАСПАДА ТУНГУССКОГО БОЛИДА

### 1. Предыстория программы «Лантан»

Попытки обнаружить макроскопические остатки вещества метеорного тела Тунгусского болида не привели к успеху. Однако были получены результаты, которые подтверждают присутствие в районе окончания его траектории элементных и изотопных аномалий в почве и торфе [Ковалевский и др., 1963; Колесников и др., 2000; Журавлев, Дёмин, 1976], которые могут рассматриваться как загрязнение природной среды космическим веществом. Отсутствие крупных осколков может быть следствием либо малой массы вторгшегося в тропосферу космического тела (пористый или полый объект), либо тем, что выпадение осколков происходило в компактной области на заключительном отрезке траектории, и этот район до сих пор не обнаружен. Район, в котором Е. М. Колесниковым обнаружена аномалия содержания стабильных изотопов водорода, углерода, азота и свинца был выбран не случайно. Его расположение было определено на основе исследований, проведенных несколькими коллективами (картирование вывала, поиски деревьев-мутантов, металлометрические съемки, лесоведческие и болотоведческие изыскания) [Мульдьяров, Журавлев, 1995].

Однако попытки обнаружения крупных или хотя бы субмиллиметровых частиц – остатков болидного тела – по-прежнему актуальны, поскольку научные знания о минералогическом и элементном составе кометных ядер даже после космических миссий к кометам все еще остаются очень неполными. Уже в конце 70-х гг. Н. В. Васильев пришел к заключению, что лишь установление бесспорного химического состава Тунгусского тела может быть критерием справедливости теорий, описывающих процесс взрывоподобного разрушения гигантского болида. Бесспорное, однозначное установление его состава облегчит и удешевит предстоящие в недалеком будущем натурные эксперименты по моделированию Тунгусской катастрофы. Полученные на сегодня выводы на основании косвенных данных должны считаться лишь предварительным результатом, достигнутым в рамках возможностей научного анализа сегодняшнего дня.

Результатом первых металлометрических съемок территории Тунгусской катастрофы, предпринятых в 1959 и 1960 гг. под руководством Г. Ф. Плеханова [Ковалевский и др., 1963], был вывод об отсутствии явной аномалии содержания никеля, маркирующей характерные зоны разрушений тайги (эпи-центры, проекция траектории, установленная по направлению оси симметрии области разрушений и ожогов леса), которая ожидалась в случае распыления вещества железного метеорита, и в то же время установлено наличие таких маркеров, как редкоземельные элементы (лантан, церий, иттербий, иттрий). Содержание редкоземельных элементов ранее никогда не рассматривалось как признак присутствия космохимических загрязнений, этот результат долгое время рассматривался как случайное совпадение геохимической аномалии с особыми зонами Тунгусского взрыва. Лишь в 1966 году, когда В. Г. Фастом с большой точностью были установлены координаты эпицентра вывала и направление оси симметрии зоны вывала, а также привязан к карте прогнозированный Д. Ф. Анфиногеновым сектор вероятного выпадения метеоритных осколков, была проведена металлометрическая съемка района 6×12 км по квадратной сетке через каждые 250 м. Начало координат было выбрано в эпицентре Фаста, а осью полигона служила Траекторная просека, проведенная по магнитному азимуту 291 градус, т.е. по направлению расчетной оси симметрии территории разрушений лесного массива [Журавлев и др., 1976]. В указанном полигоне было отобрано 893 пробы верхнего горизонта почвы, масса каждой составляла около 200 г.

Геохимические исследования проводились посредством полуколичественного спектрального анализа проб почвы в Березовской геологической экспедиции (Новосибирск) Л. П. Ильиной, Л. М. Сливиной и В. В. Лихановой.

В пробах было обнаружено 30 химических элементов. Редкоземельные элементы: Y, Yb, La присутствовали примерно в трети проб. Какой-либо ярко выраженной геохимической аномалии ни одного из 30 элементов на указанной территории обнаружено не было.

Полученные результаты были обобщены на компьютере по специальной программе, разработанной Д. В. Дёминым [Дёмин, 1967; Бояркина, 2005]. Программа базируется на гипотезе о наличии на изучаемой площади «конуса» (т.е. максимума или минимума) значений изучаемого параметра (например, концентрации химического элемента) – точки, по мере удаления от которой уменьшается (увеличивается) величина этого параметра по предполагаемому закону. Для простоты полагался линейный закон уменьшения, и тогда в качестве изучаемой функции берется расстояние между двумя точками на плоскости. Гипотеза проверяется компьютером по критерию значения модуля отрицательного коэффициента корреляции между величиной концентрации элемента, определенной спектральным анализом и расстоянием от изучаемой точки. Таким образом, поле концентраций химического элемента преобразуется в поле коэффициентов корреляции, меняющихся в пределах от +1 до – 1. Соединяя точки с одинаковым значением коэффициента корреляции, получаем карту изокоррелят, которую можно сравнить с картами следов Тунгусского взрыва. Этот метод позволяет отсеять случайную компоненту изучаемого поля и выявить структуры (например, территориального распределения значений концентрации) *ниже* уровня статистического шума. Из всех 30 элементов только иттербий дал структуру изокоррелят, удивительно точно совпавшую с геометрией вывала.



Рис 1. Карта района работ по программе "Лантан"



Рис.2. Карта центральной зоны аномалии по иттербию, обследованная металлоискателем

отношение концентрации  $Y$  в почвах обычно в 7-12 раз превышает концентрацию  $Yb$ , то в пробах из района Траекторной просеки это отношение может быть уменьшено до 5 или 4 и даже еще меньше – за счет аномально высокой концентрации иттербия.

Полученные результаты были доложены в 1967 году в Москве на очередной метеоритной конференции, но не вызвали интереса. Результаты, полученные новаторским, необщепринятым методом, не вызвали доверия и в коллективе Комплексной самодеятельной экспедиции. Следующий шаг в изучении иттербиевой аномалии был сделан лишь в 1991 году. Руководитель химической лаборатории промышленного предприятия в Омске С. В. Дозмаров, проведя анализ проб грунта из шурфа в районе обнаруженной в 1966 году иттербиевой аномалии, установил два неожиданных для него факта: содержание иттербия в пробе было выше обычного в 800 раз, лантаноидов европия и тулия – в 150 и 130 раз, лантана и церия – в два раза [Dozmarov, 1999]. Открытый Л. П. Ильиной необычный эффект – грубое нарушение относительных концентраций в семействе лантаноидов – был подтвержден на новых элементах. Ни в земных, ни в лунных породах не известны случаи, когда концентрация иттербия выше, чем концентрация лантана. Насколько известно авторам, пока такой «дефект» обнаружен только в зоне разрушения Тунгусского болида.

Были отмечены и пики некоторых других элементов, не относящихся к семейству лантаноидов – меди – в 13 слое шурфа, железа, циркония, гафния – в 8–13 слоях.

Неожиданная смерть Дозморова – несчастный случай в лаборатории – остановила дальнейшее изучение аномалии, обнаруженной Дёминым.

## 2. Полевые работы по программе «Лантан»

В 2001 году новосибирским отрядом КСЭ была начат новый цикл исследований района редкоземельной аномалии, оформленный как программа «Лантан». На рис. 1 приведена карта района работ с указанием мест отбора проб грунта в 2001, 2004 и 2005 гг. по этой программе.

Геохимическое направление программы включало точную привязку к местности центра аномалии  $Yb$  и описание природной обстановки в центре аномалии, которому было присвоено название «Центр Дёмина» (см. рис. 1). Проводился отбор верхнего горизонта проб почвы в этой зоне и в местах, которые можно было условно отнести к фону. Проведение анализов этих проб в нескольких лабораториях с целью обнаружения аномалий, найденных ранее (аномалия Ильиной и аномалия Дёмина–Дозмарова). Пробы, выделяющиеся по каким-либо признакам, проходят минералогическое исследование – сначала под бинокулярным микроскопом, потом – на электронном сканирующем микроскопе LEO 1430 VP, определяющем элементный состав частиц минералов.

Всего было отобрано 83 металлометрических пробы общим весом 24 кг.

Овал, выделенный Дёминым как максимум содержания иттербия в рамках полигона 1966 года, на карте схематически изображен в виде круга радиуса 0,5 км. Маршрут к центру этого круга представлял движение по Траекторной просеке от места пересечения её с Западной просекой на расстоянии 1 км, затем поворот на северо-восток по азимуту 15 магнитных градусов (Нулевой профиль). Геометрическая точка, отождествлявшаяся с центром круга, выделявшего максимум аномалии  $Yb$ , отстояла от места поворота маршрута на 500 м. Пробы отбирались через каждые 100 м, место отбора на просеке отмечали

А именно – дипольная структура изолиний имела минимум точно в эпицентре Фаста, максимум – пересекал сектор Анфиногенова, а ось диполя только на 1 градус расходилась с направлением Траекторной просеки (проекции траектории болида).

Если бы так вел себя традиционный маркер космического вещества (никель, иридий), то полученный результат можно было бы считать убедительным подтверждением метеоритной гипотезы. Однако иттербий никогда не считался маркером космической или метеоритной пыли. Кроме того, было непонятное обстоятельство: поле изокоррелят лантана имело собственную структуру, иную по сравнению с полем иттербия. Некоторое соответствие расположению Траекторной просеки имело место и для лантана, но схема не походила на полученную для иттербия.

Предположение, что члены семейства лантаноидов – лантан и иттербий, в процессе взрыва или торможения болида разделились в пространстве с точки зрения как физики, так и геохимии выглядело маловероятным.

Л. П. Ильина отметила еще одну особенность обработанных ею проб, как явную и необычную аномалию. В некоторых пробах почвы нарушено обычное относительное содержание иттрия и иттербия: если

вешкой, а в круге – затесом. В пределах круга пробы были взяты в 8 пунктах Нулевого профиля. Кроме того, пробы были взяты на Западном профиле, пересекавшем зону максимума аномалии по азимуту 0 магнитных градусов от пикета № 12 на Траекторной просеке. Здесь были отобраны пробы в 5 пунктах через каждые 100 м.

Участок тайги, на который пришелся максимум аномалии иттербия, представляет собой густо заросший молодым лесом пологий склон (подножье) горы Острой. Расстояние до берега расположенного к западу Львовского болота – 200–300 м. На фоне нового леса, состоящего из хвойных деревьев и березы, выделяются отдельные сухостойные стволы, которые по внешнему облику можно было отнести к «телеграфному лесу» 1908 года. Встречались и вывернутые с корнем стволы, явно относящиеся к Куликовскому вывалу, типичное направление повала – в большинстве случаев 290–320° по компасу.

На стояках и поваленных крупных стволах и их корнях – немногочисленные локальные пятна сильного возгорания – слой обугленной древесины толщиной в 1–2 см.

В 30 м от пикета № 5 на Нулевом профиле по маршруту движения отряда встречено сгущение сухостойных столбов высотой 2–3 м, диаметром порядка 20 см: пять столбов были расположены почти по кругу, диаметр которого равнялся приблизительно 20 м. Все они несли следы возгорания, которое, однако, не распространилось на всё дерево, оставив лишь участки сильно обугленной древесины.

В 20 м от этого места Журавлев и Шкутов заложили шурф на глубину до 0,7 м – до слоя вечной мерзлоты в центре аномалии, в котором было отобрано 7 проб от поверхности в глубину.

В качестве фоновых были отобраны 2 пробы на Западной просеке: в 3 км и 3,4 км от Центра Дёмина и две пробы около тропы Кулика (0,7 и 1,2 км от Заимки Кулика примерно в 4 км от Центра Дёмина).

В экспедиции 2004 года С. В. Кривяков в рамках программы «Лантан» отобрал колонку проб в шурфе в восточном секторе круга, фиксировавшего центр иттербиевой аномалии – (600 м от ее центра) и колонку в эпицентре Фаста (4,5 км от Центра Дёмина).

В экспедиции 2005 года Журавлев, Кувшинников и Вордшило заложили шурф в центре круга обожженных столбов на глубину около 1 м (до слоя мерзлоты).

Кроме отбора проб в экспедиции 2005 года А. М. Блиновым и А. М. Кирсановым (Омск) было проведено зондирование территории с помощью вихретокового металлодетектора «Сармат 7241» московской фирмы АКА. Прибор предназначен для поиска металлических предметов в грунте и других слабопроводящих средах на глубинах от десятков сантиметров для предметов сантиметрового размера до 1,5 метров для крупных металлических объектов (порядка 1 м). При специальной настройке «Сармат» может сигнализировать и о наличии диэлектрических неоднородностей в грунте. С помощью этого детектора была прозондирована территория Центра Дёмина (рис. 2) и участок Траекторной просеки длиной около 1 км, а также поперечник зоны максимального содержания свинца, выявленной методом Дёмина в 1966 г. – порядка 3 км (рис. 1). Каких-либо сигналов в первых двух случаях прибор не дал. В центре зоны максимального содержания свинца на краю болота Кирсанов зафиксировал локальный сигнал звукового индикатора. При раскопке этого места ямка быстро наполнилась болотной водой, после чего сигнал исчез.

### 3. Результаты элементных анализов проб грунта

Спектральный полуколичественный эмиссионный анализ на 15 химических элементов для 81 пробы грунта был выполнен в Березовской экспедиции в 2002 году. Он был повторен на навесках некоторых проб в Институте неорганической химии СО РАН для Y, Sc, La. Для проб из шурфа в Центре Дёмина повышение концентрации Yb относительно Y (эффект Ильиной) отсутствует. Абсолютные значения концентраций в глубину шурфа проходят через два пика – на глубине 10–20 см и на глубине 50–60 см: для Y  $3,3 \cdot 10^{-3} \%$ , для Yb  $3 \cdot 10^{-4} \%$ , т.е. отношение концентраций этих элементов в слое у границы мерзлоты равно 11.

В 2004 г. в Институте почвоведения СО РАН был проведен анализ 7 проб из шурфа в центре Дёмина методом количественного атомно-эмиссионного анализа на дуговом двухструйном аргоновом плазмотроне. Кроме того, было проанализировано 4 пробы, отобранных в центре Дёмина и 3 пробы на расстояниях от него 0,5, 4 и 4,5 км в верхнем горизонте почвы толщиной 10 см.

В табл. 1 приведены результаты этого анализа, которые показывают пределы колебаний отношения концентраций Y и Yb в данной выборке проб, типичные для исследуемого района. Эффект Ильиной в этих пробах также отсутствует.

Несколько проб было проанализировано в 2003 г. в Институте химической кинетики и горения СО РАН рентгенофлуоресцентным методом с использованием синхротронного излучения в Институте ядерной физики СО РАН (накопитель ВЭПП-3). Определялась концентрация 30 химических элементов для 12 проб, отобранных в центре Дёмина в верхнем горизонте почвы (работа выполнена А. Г. Ковальской и Е. И. Кировым).

Из табл. 4 видно, что высокое отношение концентраций Y и Yb из-за повышенной концентрации Yb имело место для 7 проб из 12. Для трех проб это отношение было в норме, и в двух случаях оно в десятки раз оказалось выше нормы. Изучение имеющихся в литературе данных по элементному анализу почв разного типа в разных зонах, проведенное д.х.н. Г. А. Ковальской, помогло уточнить среднее (фоновое) значение отношения концентраций Y и Yb (табл. 2 и 3). При определении статистического среднего по этим данным получаем величину среднего отношения по типам почв 8,4, а по регионам 9,1. Разброс абсолютных значений отношения концентраций Y и Yb в выборке Ковальской – от 24 до 6.

Таблица 1. – Результаты количественного атомно-эмиссионного анализа проб грунта из района разрушения Тунгусского болида (анализ выполнен к.х.н. А. С. Черевко)

№ п/п	Маркировка пробы	Содержание обнаруженных редкоземельных химических элементов (мг/кг = 10 <sup>-4</sup> %)													Отношение Y/Yb
		La	Ce	Pr	Nd	Tm	Y	Yb	Sc	Eu	Sm	Dy	Er	Gd	
1	TM05	4,8	28	26	26	0,5	20	1,8	13	2,8	7,5	3,5	3,0	2,5	11,1
2	TM06	20	38	15	27	1,4	38	3,6	28	2,3	6	5,5	2,5	6,5	10,5
3	TM07	9,2	27	13	22	0,7	30	2,6	13	1,4	4	5,5	2,7	4,7	11,5
4	TM08	7,2	28	20	24	0,7	21	2,1	15	1,5	4,5	5,0	2,5	6,5	10,0
5	TM09	10	32	17	20	0,7	27	2,5	19	1,5	3,5	3,5	3,0	5,3	10,8
6	TM10	14	32	18	35	0,6	33	3,0	15	1,8	5	4,5	6,5	6,5	11,0
7	TM11	4,5	23	13	38	0,34	18	1,4	8	1,3	2,8	2,5	2,5	4,5	12,8
8	TM01	40	53	17	70	1,0	70	7,5	95	7,5	15	18	12	17	9,3
9	TM04	13	27	10	48	0,75	50	4,3	19	7,5	5	3,8	10	13	11,6
10	TM19	11	32	19	28	1,1	27	2,5	19	3	4	4,7	2,8	8,5	10,8
11	TM22	8,3	28	14	24	0,55	26	2,1	15	1,5	3	4	3,0	5	12,3
12	TM 48	7,2	27	12	18	0,55	20	1,8	13	1,3	2,2	4,5	3,2	4	11,1
13	TM 61	5,6	23	10	18	0,35	18	1,5	10	1,3	1,8	5,7	3,0	3,7	12,0
14	TM75	8	32	23	26	0,6	21	2	15	1,9	3,2	5,7	4,3	6,5	10,5

Таблица 2. – Элементный состав стандартных образцов почв для иттрия и иттербия

Тип почвы	Концентрация, ppm		Отношение Y/Yb
	Y	Yb	
Курский чернозем	39	4,0	9,75
Дерново-подзолистая	27	3,1	8,70
Светло-каштановая	28	3,2	8,70
Дерново-подзолистая супесчаная	13	1,5	8,70
Красноземная	27	3,6	7,50
Серозем карбонатный	26	3,3	7,80
Чернозем типичный	31	4,1	7,50
Статистическое среднее значение отношения для выборки			8,40

Таблица 3. – Результаты элементного анализа образцов почв, собранных в разных регионах (фоновая выборка)

Регион сбора образцов почвы	Отношение концентраций Y/Yb
Алтай	7,2
Северная часть поймы Оби (глина)	6,0
Белоруссия	9,05; 20,2
Новосибирская область	24; 7,7; 11,8; 8,2; 7,3; 11
Почвы Крыма	5,21; 6; 3,67
Эвенкия, центр разрушения Тунгусского метеорита, среднее значение	10,5
Там же, отдельные образцы верхнего слоя почвы - от 10 до 20 см (7 образцов)	От 3,4 до 5,1
Среднее значение отношения Y/Yb для фоновой выборки по всем образцам, включенным в выборку	<b>9,8</b>
Среднее значение отношения Y/Yb для фона с элиминированием крайних значений отношений Y и Yb выборки (меньше 7 и больше 12)	<b>9,1</b>

В расчет средних значений фона не включены данные по почвам Крыма – величина анализируемого отношения для которых соответствует аномальным значениям, обнаруженным для зоны разрушения Тунгусского болида – от 3,7 до 6. Факт крымской аномалии представляет интерес для исследования эффекта Ильиной на Тунгуске. Он должен быть детально изучен при анализе причин возникновения аномальных отношений концентраций этих элементов в зоне разрушения Тунгусского болида.

Таблица 4. – Результаты рентгено-флуоресцентного анализа проб, взятых на Траекторной просеке и в Центре Дёмина (на территории Государственного природного заповедника Тунгусский) в июле 2001 г. Анализ проведен в декабре 2003 г. Г. А. Ковальской

№ п/п	Маркировка проб	Глубина слоя почвы, см	Привязка к местности	Отношение Y и Yb, ppm
1	ТМ01	20 - 30	ЦД, З. профиль, 5	98/10 = 9,8
2	ТМ04	10 – 20	ЦД, З. профиль, 5	38/3,9 = 9,7
3	ТМ19	20 - 30	ЦД, 0 профиль, 7	28/5,2 = 5,4
4	ТМ21	10 – 20	Тропа Кулика, II	46/10,5 = 4,4
5	ТМ48	20 – 30	ЦД, 470 м от Тр.пр	30/8,3 = 3,6
6	ТМ61	20 – 30	ЦД, 50 м к З	28/5,5 = 5,1
7	ТМ75	20 – 30	Тр.пр. 800 м от Тр.пр	26/6,7 = 3,9
8	ТМ47	10 – 20	ЦД, 470 м от Тр.пр.	47/4,6 = 10,2
9	ТМ49	10 – 20	Тр. пр. 800 м	13/2,8 = 4,6
10	ТМ59	10 – 20	ЦД, 50 м к З	36/0,56 = 64,3
11	ТМ21	10 – 20	Тропа Кулика, II	16/4,7 = 3,4
12	ТМ64	10 – 20	ЦД, 700 м от Тр. пр.	33/<1 >30

**Обозначения:**

0 профиль - Нулевой профиль: от 10 вешки на Траекторной просеке по азимуту 15 магнитных градусов,  
 З профиль – Западный профиль от 12 вешки на Траекторной просеке по азимуту 0 магнитных градусов (на север).  
 Тр. пр. – Траекторная просека – от эпицентра Фаста по азимуту 291 магнитных градусов.  
 ЦД – Центр Дёмина: центр окружности радиусом 0,47 км по азимуту 15 магнитных градусов, взятый от вешки 10 по Траекторной просеке (см. карты на рис. 1 и 2).

**Примечание.**

Пробы № 1-7 анализировались в натуральном виде, пробы № 8–12 были подвергнуты предварительному озолению по стандартной методике, принятой в Березовской экспедиции.

**4. Минералогический анализ проб**

Краткая характеристика геологического строения района и слагающих его горных пород в центре взрыва Тунгусского болида была дана только в начале 70-х гг. после дешифрирования аэрофотоматериалов и наземных исследований [Сапронов, Соболенко, 1975]. Был сделан вывод о расположении эпицентра взрыва, рассчитанного по радиальной структуре лесоповала, вызванного взрывом 30 июня 1908 года, в зоне палеовулкана центрального типа нижнетриасового возраста. Его корневая зона доступна изучению в пределах верхнего интеркрустального яруса. Отмечено сочетание субвулканических тел долеритов и пирокластов. В центре палеовулкана – в пределах горы Стойкович и к западу от нее – терригенные отложения представлены полимиктовыми и полевошпат-кварцевыми гравелито-песчаниками, мелко- и среднезернистыми песчаниками и алевролитами. Они относятся к пеляткинской свите верхней перми. Цилиндрическое тело долеритов горы Стойкович определено как центральный некк, принадлежащий главному выводному каналу древнего вулкана. Побочные выводные каналы – некки долеритов и туфов – расположены по кольцу радиусом порядка 10 км вокруг горы Стойкович.

Шурф на глубину до 0,7 м с разделением слоев по 10 см находился в точке, обозначенной как «Центр Дёмина», в 5,8 км на запад от главной вершины горы Стойкович. В табл. 1 приведены результаты элементного анализа каждого слоя на содержание редкоземельных элементов. Минералогический анализ проводился для слоя на глубине 60–70 см, т.е. для того слоя, где в 2001 г. проходила граница вечной мерзлоты (ее глубина не остается постоянной).

Проводилась сепарация пробы, в ходе которой получали тяжелую фракцию, состоящую из обломков горных пород и минералов.

В результате исследования фракции путем ее просмотра под бинокулярным микроскопом и с последующим изучением приготовленных из нее препаратов на электронном сканирующем микроскопе были получены энергодисперсионные спектры, позволившие идентифицировать присутствующие фазы. Были опознаны, в первую очередь, главные породообразующие минералы долеритов: плагиоклаз и клинопироксен. Наряду с отдельными минералами были установлены песчаники, сложенные моноклинным пироксеном и плагиоклазом. Кроме этих основных минералов встречались и фрагменты долеритов и метаморфических пород, содержащих гранат, алмадин спессартинового состава, ильменит, рутил, нигрин, арсениды никеля (никелин), герсдорфит, монацит, циркон. Этот перечень можно продолжить.

**5. Металлические субмиллиметровые частицы**

В 1990 г. экспедицией КСЭ были отобраны пробы смолы, выступившей на ветках лиственниц, поврежденных в 1908 году. Исследование элементного состава частиц неправильной формы микронных размеров, законсервированных в образцах этой смолы, проведенное итальянскими физиками в

Болонском университете, кроме элементов, обычных для вулканических пород и каменных метеоритов (Si, Al, Fe, Na, K, Ca и др.) зафиксировало и присутствие небольшого числа частиц с необычным, возможно, техногенным, составом. Например, Au, Bi, PbBr, CaTiFe, CoW. При новых отборах проб смолы в итальянских экспедициях последующих лет подобные аномалии не были обнаружены.

Однако при исследовании слоя грунта, отобранного в Центре Дёмина в 2001 г. на глубине 60–70 см один из авторов настоящей статьи обратил внимание на необычные по форме металлические частицы. Их анализ показал, что, судя по форме, элементному составу и характеру примесей они, скорее всего, имеют техногенную природу. Однако объяснить их присутствие в пробе загрязнением при отборе или транспортировке проб также было трудно. Хотя полностью исключить такой вариант природы необычных частиц нельзя, мы считаем неправильным скрывать данные об этих находках. Будущим исследователям района Куликовского палеовулкана эта информация может оказаться полезной.

В мерзлотном слое шурфа, заложенного Журавлевым и Шкутовым в 2001 году, в лаборатории Института геологии и минералогии СО РАН в 2004 году при просмотре тяжелой фракции под бинокулярным микроскопом были обнаружены следующие частицы из белого металла правильной геометрической формы (рис. 3):

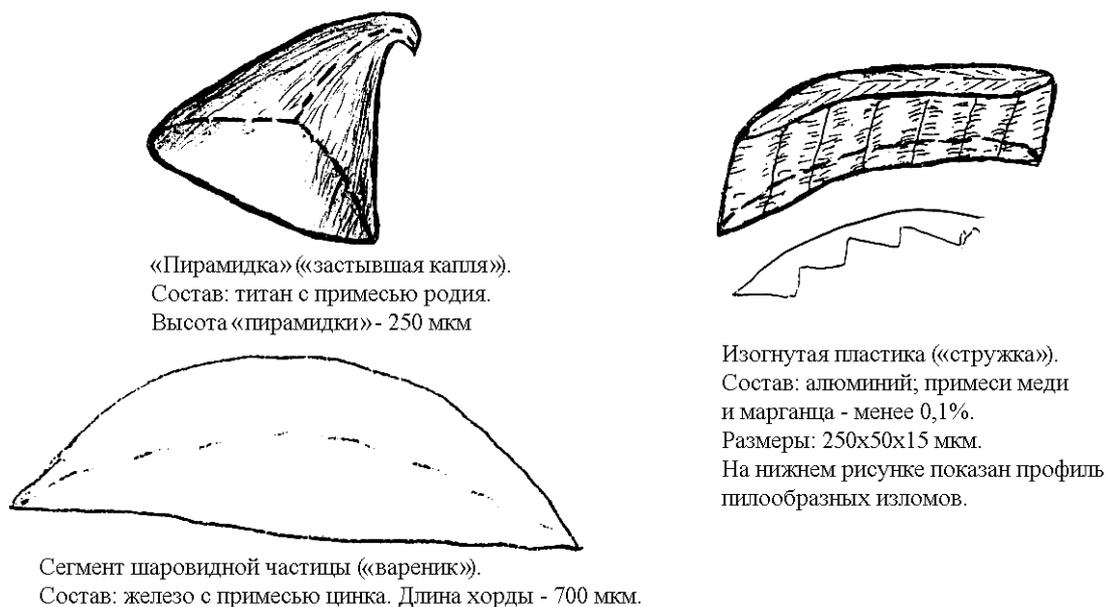


Рис.3. Металлические частицы, найденные на границе мерзлоты в шурфе 2001 г. (рисунки Л. В. Агафонова)

1. Трехгранная криволинейная пирамидка с изогнутой вершиной. Высота этой металлической частицы составляла 250 микрометров, а энергодисперсионный спектр показал, что эта «капля» состоит из титана. На пределе чувствительности анализа была также зафиксирована в ней примесь родия – менее 1 %.

Авторам неизвестны случаи обнаружения в природе самородного металлического титана с примесью родия (рис. 3).

2. Слегка изогнутая вытянутая металлическая пластинка с нанесенными с внутренней стороны закругления одинаковыми равноотстоящими «штрихами», придающими этой поверхности «пилообразный» вид. Выгнутая поверхность как бы «обкатана». Длина пластинки 0,25 мм, ширина 0,05 мм, толщина 0,01 мм.

Согласно спектру металл, из которого состоит «стружка», представлен алюминием с небольшими (порядка 1 %) примесями марганца и меди.

3. Сферический сегмент с хордой 0,7 мм. Энергодисперсионный спектр позволяет определить его химический состав как железо с небольшой примесью цинка.

В шурфе, заложенном в экспедиции 2004 года С. В. Кривяковым в 600 м к востоку от Центра Дёмина, в слое на границе с мерзлотой были обнаружены два шарика из золота пробностью 1000, а также округлый обломок олова с необычной внутренней ячеистой структурой.

В том же слое был обнаружен самородный висмут (рис. 4.) в виде примазки на обломке минерала никелина (NiAs с незначительной примесью Co и Fe).

В слое шурфа 2005 г. в Центре Дёмина в круге, «помеченном» обгоревшими столбами (остатки «телеграфного леса» 1908 года) на границе с мерзлотой, был обнаружен бесформенный обломок в виде тонкой пластинки. Максимальный размер около 1 мм, толщина 2–3 микрометра. По спектру определен как чистый («самородный») никель с примесью железа не более 0,5 % (рис. 5).

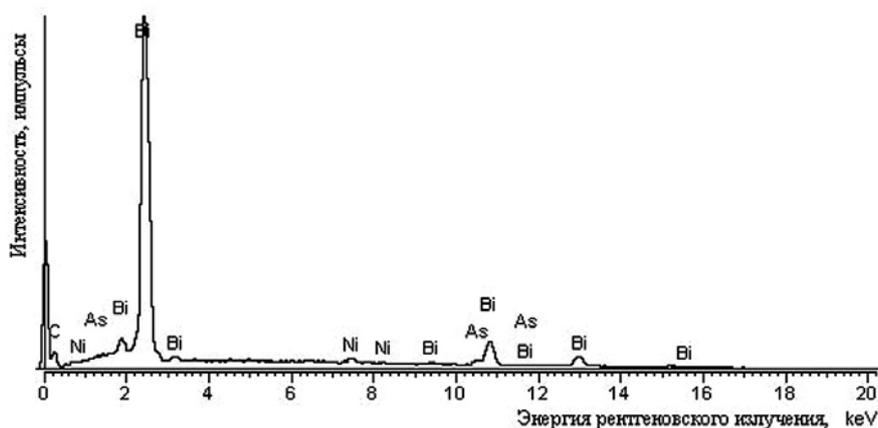


Рис. 4. Энергодисперсионный спектр висмута

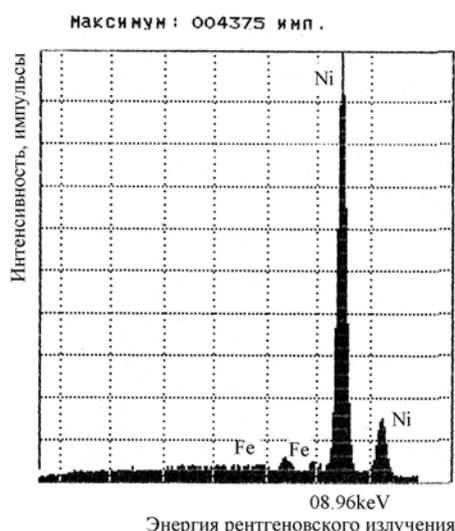


Рис. 5. Энергодисперсионный спектр никеля

В пробе углерода (уголь сгоревшего дерева), взятой в этом же пункте, был обнаружен крупный (около 1 мм) правильной формы шарик из металлического железа. В этой же пробе угля было найдено несколько мелких частиц циркона.

Опубликованные в настоящей статье данные не являются окончательным результатом многолетней программы поиска вещества Тунгусского космического тела. Это предварительные итоги «репетиции» или «разведки боем», которая показывает, прежде всего, масштабы конкретных трудностей программы, нацеленной на гарантированный успех, а также порядок реально требующихся средств – как технических, так и финансовых – для бесспорного обнаружения материальных следов Тунгусского болида.

Авторы благодарят Л. Г. Пелехань и Г. М. Гречко за организационную и финансовую поддержку программы «Лантан».

### Литература

- Бояркина, А. П.** Статистическая оценка параметров Тунгусского метеорита по данным наземных наблюдений его следов (метод Д. В. Дёмина) [Текст] / А. П. Бояркина // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – № 16. – С. 53–55.
- Дёмин, Д. В.** Алгоритм статистической оценки параметров Тунгусского падения по данным наземных наблюдений [Текст] / Д. В. Дёмин // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 235–237.
- Журавлев, В. К.** К вопросу о химическом составе Тунгусского метеорита [Текст] / В. К. Журавлев, Д. В. Дёмин // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 99–104.
- Мульдьяров, Е. Я.** Западный и северо-западный склоны г. Острой как особая зона воздействия Тунгусского космического объекта на поверхность земли [Текст] / Е. Я. Мульдьяров, В. К. Журавлев // Чтения памяти Ю. А. Львова. – Томск, 1995. – С. 175–177.
- Некоторые данные о распределении химических элементов в почвах и растениях в районе падения Тунгусского метеорита** [Текст] / А. Л. Ковалевский, И. В. Резников, Н. Г. Снопов и др. // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. – С. 125–133.
- Результаты шлихового опробования и спектрального анализа почв из района падения Тунгусского метеорита** [Текст] / В. К. Журавлев, Д. В. Дёмин, Б. И. Вронский и др. // Вопросы метеоритики: сб. ст. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1976. – С. 99–111.
- Сапронов, Н. Л.** Некоторые черты геологического строения Куликовского палеовулкана нижнетриасового возраста [Текст] / Н. Л. Сапронов, В. М. Соболенко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 13–19.
- Следы кометного вещества в торфе с места взрыва Тунгусского космического тела** [Текст] / Е. М. Колесников, А. И. Степанов, Е. А. Горидько и др. // Тунгусский вестник КСЭ. – 2000. – № 11. – С. 27–35.
- Dozmarov S. V.** Some anomalies of the distribution of rare earth elements at the 1908 Tunguska explosion site // RIAP Bulletin vol. 5, №1-2, 1999, p. 10–13.

## ПОПЫТКИ РЕКОНСТРУКЦИИ

И. В. АНТОНОВ (Красноярск)

### ЕЩЁ ОДНА ОЦЕНКА ВЫСОТЫ ВЗРЫВА ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

По свидетельству старожилы села Ванавары С. В. Семёнова и П. П. Косолапова их дома стояли вблизи места, где сейчас расположен Госбанк. Оба эти очевидца Тунгусской катастрофы говорили, что во время падения небесного тела почувствовали сильное тепловое воздействие («...казалось, что загорелась рубаха, обожгло уши»). Это означает, что в этом месте тайга, начинавшаяся сразу за посёлком, не экранировала точку наблюдения от огненного шара или экранировала её не полностью.

На фотографии примерно 1970 г., сделанной от крыльца Госбанка в северном направлении, видны две лиственницы, которые и в 1908 г. были примерно такими же. На негативе высота изображения первой, более высокой из них, равна 9 мм. Фокусное расстояние объектива равно 40 мм. Отсюда можно вычислить высоту верхнего края огненного шара

$$h = 60 \times 9 / 40 = 13,5 \text{ км}$$

Здесь 60 – расстояние до эпицентра в километрах. Допущено также, что ближе этих других деревьев в 1908 г. не было.

Но кромка тайги не ровная. Простой анализ нескольких фотографий опушек леса вблизи села Ванавары показал, что видимая высота самых низких точек кромки составляет около 2/3 самых высоких.

Если посчитать, что первая лиственница была самой высокой на опушке, то можно утверждать, что верхняя точка огненного шара могла находиться на высоте, не меньшей, чем

$$h = 2/3 \times 13,5 = 9 \text{ км},$$

что не сильно отличается от оценок, полученных другими исследователями [Кринов, 1949; Ковалевский, 1963; Маслов, 1963].



### Литература

- Ковалевский, А. Ф.** Магнитный эффект взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / А.Ф. Ковалевский // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. – С. 187-194.  
**Кринов, Е. Л.** Тунгусский метеорит [Текст] / Е. Л. Кринов. – М.: Изд. АН СССР, 1949.  
**Маслов, Е. В.** К вопросу о высоте и мощности взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / Е. В. Маслов // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. – С.105-112.

Б.Ф. БИДЮКОВ (Новосибирск)

### «ЭФФЕКТ ВЕБЕРА» И АНОМАЛЬНЫЕ СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ В ПЕРИОД ТУНГУССКОГО СОБЫТИЯ 1908 ГОДА

В монографии [Васильев и др., 1965, с. 63] в несколько строк упоминается весьма неординарное инструментальное наблюдение, связываемое с Тунгусским Событием 1908 г.:

«...Профессор Кильского университета Вебер... отчетливо видел изменения склонения магнитной стрелки, причем эти колебания были регулярными. Они наблюдались: 27—28 июня — с 6 час до 1 час 30 мин, 28—29 июня — с 6 час до 1 час 30 мин, 29—30 июня—с 8 час 30 мин до 1 час 30 мин и имели амплитуду в 2' и период 3 мин. Вебер затрудняется объяснить их какими-либо очевидными причинами. К сожалению, подлинники материалов Вебера погибли во время войны..., и поэтому детальнее судить о характере наблюдавшихся Вебером изменений трудно».

Скупость информации и затруднение в объяснении очевидными причинами на протяжении всех последующих лет если и привлекали периодически внимание исследователей, то, в основном, на уровне исходных констатаций. Тем не менее, на наш взгляд при внимательном рассмотрении уже в этом сообщении можно выделить ряд интересных закономерностей.

Визуализация эффекта в единых временных координатах позволяет заметить следующее.

#### В ночь с 27.06 на 28.06



Начало 27.06.08 в 18.00; окончание 28.06.08 – 01.30. Продолжительность колебаний стрелки – **7 часов 30 минут.**

#### В ночь с 28.06 на 29.06



Начало 28.06.08 в 18.00; окончание 29.06.08 – 01.30. Продолжительность колебаний стрелки – **7 часов 30 минут.**

#### В ночь с 29.06 на 30.06



Начало 29.06.08 в 20.30; окончание **30.06.08** – 01.30. Продолжительность колебаний стрелки – **5 часов 00 минут.**

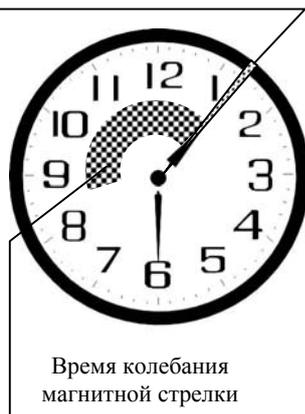
Динамика развития эффекта в период наблюдений Вебера может быть представлена следующим образом.

#### **Ночь с 29.06 на 30.06**

Время начала Катастрофы (мировое) можно зафиксировать, опираясь на расчеты по следующим источникам. В работе [Пасечник, 1986, с. 67], со ссылкой на статью К. Г. Иванова [1965] указывается время начала геомагнитного возмущения в 00 ч  $20,2 \pm 0,2$  мин. Тот же К. Г. Иванов в одной из своих последних работ [2002, с. 857] отмечает: «...установлен факт запаздывания геомагнитного эффекта относительно сейсмического, а уточненное время запаздывания оказалось равным  $(4,8 \pm 0,2)$  мин». Следовательно, момент начала Тунгусского взрыва по сейсмическим данным фиксируется в 00 ч  $15,4 \pm 0,2$  мин. Учитывая разницу в пояском времени между Гринвичем и Килем в один час, имеем время События в Киле 01 ч 15,4 мин 30.06.08.

То есть Событие произошло **раньше**, чем закончились колебания магнитной стрелки. Причем характер События никак не повлиял на характер колебаний, иначе бы это было отмечено Вебером.

## ТУНГУССКОЕ СОБЫТИЕ



Следует также отметить, что указанное время фиксирует только сам взрыв – завершающую фазу движения «тела» в атмосфере. По оценкам очевидцев, пролет «тела» продолжался минут 5 [Журавлев, Зигель, 1994, с. 130]. По крайней мере, движение от входа в атмосферу до разрушения (взрыва) имеет порядок десятка минут, что сдвигает время начала События к 01 часу по кильскому времени (00.00 – по Гринвичу). Длительность самого взрыва много меньше времени «подлета».

Итак, обращает на себя внимание, что «Эффект Вебера» фиксирует некое воздействие на магнитосферу Земли, регулярно воспроизводящееся с поразительной точностью три ночи подряд перед Событием. Причем, две первые ночи начала и окончания воздействия совпадают (воздействие длится 7 часов 30 минут). Перерыв между воздействиями составляет **ровно сутки** (один оборот Земли). В третью ночь начало воздействия «запаздывает» на 2 часа 30 минут и длится 5 часов. **Время окончания воздействия во все три ночи совпадает.** Любопытно, что чередования времени воздействий и отсутствия воздействий несимметричны и неоднородны ( $7.30 + 24.00 + 7.30 + 19.00 +$

5.00), что влечет немалые трудности естественного объяснения характера воздействия, фиксируемого «Эффектом Вебера».

Заметим, что региональная магнитная буря, связываемая с Тунгусским событием, начавшаяся, как выше отмечалось, в 01 ч 20,2 мин (т.е. когда еще Вебером наблюдалось колебание магнитной стрелки) и длившаяся более 4 часов [Бронштэн, 2002, с. 855], закончилась на несколько часов позже, чем прекратились колебания магнитной стрелки у Вебера.

Создается впечатление, что глобальный катаклизм в атмосфере Земли не оказал заметного влияния на причину, породившую «Эффект Вебера». Сомнительно, однако, чтобы эти два феномена не были никак между собой связаны. Можно предполагать, что эта связь имеет некий опосредованный характер. К примеру, источник регулярных магнитных возмущений длительное время находился на орбите Земли (в том числе и после События), а на Подкаменной Тунгуске отмечен его небольшой фрагмент.

В дополнение к высказанным соображениям хочется сопоставить описанному эффекту другой, более известный – «Аномальные световые явления в атмосфере», связываемые с Тунгусским Событием.

«1. Аномальные световые явления в атмосфере Земли наблюдались в основном после падения Тунгусского метеорита. Максимум их приходится на ночь 30 июня – 1 июля 1908 г., когда они были отмечены более чем в 150 пунктах Европы и Азии, резкий спад наблюдался 1 и 2 июля, следы явлений имели место вплоть до конца июля, а по некоторым сведениям до конца августа 1908 г.

2. Есть все основания полагать, что слабые признаки световых аномалий появились еще до падения метеорита, примерно с 22 июня 1908 г., как об этом писал ряд авторов еще в 1908 г. До 27 июня эти случаи были единичны, 27, 28 и 29 июня число положительных наблюдений быстро нарастало и перешло в резкую кульминацию в ночь с 30/VI на 1/VII. В настоящее время известны по крайней мере 23 пункта Европы и Азии, где световые аномалии наблюдались в период с 22 по 29 июня включительно. Это явление мы обозначаем условно как «эффект досвечения» [Васильев и др., 1967, с. 10].

Симптоматичное совпадение – три дня перед Событием эффект нарастает. Но кульминация его «запаздывает» на целые сутки, а потом эффект резко идет на спад. Приведем еще одну цитату: «Большое число подобных наблюдений сделано германскими наблюдателями. Создается даже впечатление, что наибольшую интенсивность явление имело на территории Германии» [Васильев и др., 1965, с. 28]. Как указывает В. А. Ромейко, «максимальное значение  $\Delta E = 1000-20000$  (уровня освещенности) наблюдалось в Германии и Бельгии» [Ромейко, 1965, с. 61].

То есть, странным образом оба эффекта «стягиваются» на территории Германии, что позволяет с осторожностью и даже скепсисом относиться к заявлениям о случайности такого рода совпадений. Более того, попытки объяснить «Эффект Вебера» воздействием производственных помех (например, близко расположенного источника электромагнитных колебаний, включавшегося в это же время и в описанной последовательности) мало убеждают именно за счет привлечения синхронизирующего сопряженного эффекта световых аномалий, носящего явно и безусловно глобальный характер и не сводимого к земным техногенным проявлениям.

В заключение автор выражает свою признательность коллегам – В. И. Зюкову и В. К. Журавлеву за проявленный интерес к настоящей работе и указание неточностей в ее первоначальном варианте.

Особая благодарность – Б. Р. Герману, нашедшему в архивах Германии исходные публикации по обсуждаемой теме. Публикация аутентичных текстов на немецком и английском языках, а также их перевод, выполненный Б. Р. Германом, даются в нашем сборнике в разделе «Раритеты».

## Литература

Бронштэн, В. А. Магнитный эффект Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Бронштэн // Геомагнетизм и аэронавигация. – 2002. – № 42(6)б. – С. 854-856.

**Васильев, Н. В.** Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев и др. // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 5-20.

**Герман, Б. Р.** К «Эффекту Вебера» [Текст] / Б. Р. Герман // *(настоящий сборник)*. – 2008.

**Журавлев, В. К.** Тунгусское диво [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 465с.

**Иванов, К. Г.** Еще раз о проблеме моделирования геомагнитного эффекта Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 2002. – № 42(6). – С. 857-858.

**Иванов, К. Г.** Момент взрыва Тунгусского метеорита и время запаздывания геомагнитного эффекта [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1965. – Т. V, №6. – С. 1119-1120.

**Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г.Ф. Плеханов. – М.: Наука, 1965. – 111с.

**Пасечник, И. П.** Уточнение времени взрыва Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. по сейсмическим данным [Текст] / И. П. Пасечник // Космическое вещество и Земля. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 62-69.

**Ромейко, В. А.** Определение уровня освещенности в период действия световых аномалий ночью 30 июня 1908 года [Текст] / В. А. Ромейко // Тунгусский сборник (юбилейный выпуск). – М. : Изд-во МГДТДиУ, 2000.

В. И. ЗЮКОВ (Троицк)

### ВОЗМУЩЕНИЯ МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ В КОНЦЕ ИЮНЯ 1908 ГОДА И В МАЕ 1910 ГОДА

В связи с многочисленными наблюдениями аномальных световых явлений в атмосфере в различных местах Европы в период 30 июня-2 июля 1908 года авторитетный астрономический журнал «*Astronomische Nachrichten*», издаваемый в Киле, в своем номере от 16 июля поместил 3 кратких сообщения, два из них касались световых явлений в атмосфере, а одно, профессора Кильского университета Вебера (L. Weber), датированное 11 июля, описывало колебания магнитного склонения в период 27-30 июня [Weber, 1908]. Журнал «*Nature*» сразу же представил изложение этой публикации в своем номере от 30 июля [Nature, 1908, p. 305]<sup>1</sup>.

Величина магнитного склонения регистрировалась Вебером фотографическим способом. Вебер сообщает, что за последние 14 дней никаких возмущений магнитного склонения, характерных для северных сияний не наблюдалось, но вечером и ночью 27-30 июня наблюдались незначительные регулярные колебания магнитного склонения примерно 2-х минутной амплитуды и 3-х минутного периода, которые он не может объяснить никакими известными причинами. Время возмущения магнитного склонения Вебером указано: 27-28 июня – с 6 час. вечера до 1 час. 30 мин. ночи, 28-29 июня – в тот же самый период, 29-30 июня – с 8 час. 30 мин. вечера до 1 час. 30 мин. ночи. Поскольку Вебер при написании целых часов при всем известной немецкой пунктуальности не указывает минут, можно предположить, что время для журнального сообщения было округлено в пределах получаса. Однако ни подтвердить, ни опровергнуть это предположение невозможно в связи с гибелью архивов Вебера. Само время, очевидно, дано принятое в Германии, т.е. средне-европейское, отличающееся от всемирного (гринвичского) на один час. Для полноты нужно указать, что автору неизвестно, переходила ли Германия в 1908 году на летнее время. Время же Тунгусского взрыва по средневропейскому времени, исходя из различных методик его определения, будет находиться в интервале 1 час. 13,3 мин. – 1 час. 23,5 мин. [Плеханов, 2000, с. 226].

Сообщение профессора Вебера было приведено в фундаментальном коллективном труде «Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита» [Васильев и др., 1965, с. 63]. В дальнейшем Васильев Н. В. счел необходимым упомянуть о возможной связи колебаний магнитного склонения, наблюдавшихся Вебером 27-30 июня 1908 года в Киле, с Тунгусским феноменом [Васильев, 2004, с. 39], не приводя, однако, никаких обоснований такой возможности. Впоследствии Бидюков Б. Ф. более пристально проанализировал наблюдения Вебера в связи со световыми аномалиями перед Тунгусским взрывом и после него [Бидюков, 2003; наст. изд].

К сожалению, сообщение Вебера является единственным из опубликованных в более или менее доступной научной периодике 1908 года, которое содержит хоть какую-то конкретику (время наблюдения, примерные амплитуда и период колебаний). Незначительные колебания величины магнитного склонения отмечались на юге Испании (дель Эбро) и в Бельгии (Уккль) [Васильев и др., 1965]. Автору настоящей статьи не удалось найти иных ссылок, кроме указанных в вышеупомянутом издании 1965 года. Из них в контексте данной статьи упомянем о сообщении Браунера (Bohuslav Brauner) из Богемского университета от 4 июля

<sup>1</sup> Оба сообщения – в оригинале и с русским переводом – даются в нашем сборнике: «К Эффекту Вебера» в разделе «Раритеты» (*примеч. редакции*).

1908 года о его наблюдениях ночного свечения неба в Праге 30 июня и 1 июля [Brauner, 1908]. Между прочим, он пишет следующее предложение: «Сообщают, что наблюдались магнитные возмущения на телеграфных линиях, но я не видел никаких следов, характерных для авроральных полос или столбов». И добавляет, что это время года вообще характеризуется минимумом авроральной активности.

Легко понять, что факты незначительных эпизодических локальных изменений атмосферной проводимости и величин магнитных склонений не могли привлекать особое внимание ученых и, как правило, не публиковались, если только кто-нибудь из наблюдателей не присовокуплял их к более важному, на взгляд автора, содержанию сообщения для полноты, за исключением все того же Вебера. Но Вебер жил и работал в Киле, т.е. рядом с редакцией журнала *Astronomische Nachrichten* и, естественно, общался с членами редколлегии, которые посчитали нужным поместить сообщение о наблюдениях Вебера наряду с другими сообщениями об аномалиях конца июня-начала июля 1908 года.

Считая, что Тунгусское космическое тело (ТКТ) имеет кометарную природу, т.е. является преимущественно ледяным, автор не мог не обратиться к поиску аналогичных сообщений в *Astronomische Nachrichten* и *Nature* за май-июль 1910 года, когда наблюдалась комета Галлея: Земля проходила через хвост кометы Галлея 19 мая 1910 года, в то время когда ядро кометы находилось на расстоянии 22,5 млн. км от Земли, а длина ее хвоста к этому времени превышала 30 млн. км [Беляев, Чурюмов, 1985]. Ввиду низкой плотности частиц в хвосте кометы Галлея влияние их на ионизацию воздуха и магнито-электрические характеристики земного магнетизма оказались незначительными, и о них быстро перестали упоминать. Тем не менее, влияние на ионизацию воздуха и напряженность магнитного поля локально наблюдалось.

К. Л. Баев, проведя по свежим следам критический анализ многих публикаций того времени, следующим образом систематизировал наблюдавшиеся 18-19 мая и ближайшие к ним дни мая 1910 года явления [Баев, 1912, с. 2]: 1) гало, венцы вокруг солнца, 2) круги Бишопа, 3) необычная окраска зари, 4) «игра солнца», 5) свечение неба, 6) северные сияния, 7) появление большого количества циррусов, 8) ненормальная электропроводность и ионизация воздуха, 9) особые туманы и «мгла», 10) присутствие в атмосфере большого количества водяных паров и усиление облачности, 11) некоторые особые явления. В отличие от явлений конца июня-начала июля 1908 года многие явления при прохождении Земли через хвост кометы Галлея в 1910 году в той или иной мере наблюдались не только в Европе и Азии, но и в Америке и Африке. Список К. Л. Баева, однако, представляется неполным. Но многие другие исследователи вообще не систематизировали наблюдения в их полноте, а сосредоточивались в основном на уточнении траектории, характеристиках хвоста и прочих астрономических реквизитах, а также спектре.

Автору настоящей статьи удалось обнаружить сообщение Стэнквиста и Петри [Stenquist, Petri, 1910, p. 9] о вариациях электрического тока 19 мая 1910 года на телеграфных линиях в Швеции, которое еще не вводилось в оборот исследователями Тунгусского феномена. Ниже приводится полный перевод указанного сообщения.

#### **«Наблюдения блуждающего (наведенного) электрического тока в Стокгольме во время прохождения кометы Галлея 19 мая**

Во время прохождения кометы Галлея через Солнце 19 мая мы на центральной телеграфной станции в Стокгольме произвели несколько измерений блуждающих электрических токов (of earth-currents) на двух линиях: Стокгольм – Гётеборг и Сундсвалль – Стокгольм. Измерения были выполнены в период с 0 час. 40 мин. до 3 час. 45 мин. утра (по средневропейскому времени). Географические координаты упомянутых выше мест следующие:

Сундсвалль 62 град. 23 мин. СШ,	17 град. 19 мин. ВД (от Гринвича),
Стокгольм 59 град. 21 мин. СШ,	18 град. 3 мин. ВД,
Гётеборг 57 град. 42 мин. СШ,	11 град. 58 мин. ВД.

Сопrotивление линии Стокгольм – Гётеборг было 2940 ом, а линии Сундсвалль – Стокгольм – 2336 ом. Из измеренной силы тока в mA мы получаем разность потенциалов в mV/km путем умножения силы тока на сопротивление на км длины ( $g/l$ , где  $g$  – сопротивление линии в омах, а  $l$  – длина линии в км). Для вычисления компонентов разницы потенциалов E.-W. (восток-запад) ( $V$ ) и N.-S. (север-юг) ( $V'$ ) мы получаем формулы:

$$V = 7,73 i - 3,32 i'$$
$$V' = 0,871 i + 6,60 i',$$

где  $i$  и  $i'$  обозначены силы тока на линиях Стокгольм – Гётеборг и Сундсвалль – Стокгольм (соответственно). Измеренные силы тока оказались значительно выше нормальных (обычных) для этого времени суток, но отнюдь не достигали таковых при магнитных бурях. Обе компоненты (разницы потенциалов), выраженные в mV/km (каждые пятнадцать минут) оказались следующими.

Разность потенциалов, полагаемая положительной в направлениях E.-W. и N.-S.:

час. мин.	V	V'	час. мин.	V	V'
0.45	-55,6	-6,3	2.15	-16,5	+24,6
1.0	-6,8	+2,0	2.30	-23,5	+12,7
1.15	+3,9	+0,4	2.45	-25,5	+16,7
1.30	-3,4	-9,5	3.0	-7,2	+1,3
1.45	-6,2	+4,2	3.16	-0,4	-5,6
2.0	-8,0	+15,8	3.30	-8,8	-10,2
			3.45	-16,9	+2,9

Наибольшее отклонение наблюдалось в небольшой отрезок времени до и после 2 час.: V (макс) = +68,1, V' (макс) = +56,6 mV.

Д. Стэнквист (D. Stenquist)  
Е. Петри (E. Petri)»

По карте и из данных географических координат видно, что протяженность телеграфных линий из Стокгольма на Гетеборг и на Сундсвалль, если измерять по прямым, примерно равны (расстояние на Гетеборг короче примерно на 20-25 км при общей протяженности примерно 400 км). Причем направления телеграфных линий не слишком отличаются от взаимно перпендикулярных (направление от Стокгольма на Сундсвалль только на 43 минуты отклоняется к западу от направления на географический полюс Земли, а направление на Гетеборг на 1 градус 39 минут отклоняется к югу от параллели Стокгольма). Укажем здесь также, что расстояние от Килия (через Балтийское море) также около 400 км (Киль находится примерно на 3,5 градуса южнее и на 1,9 градуса западнее Гетеборга). Для всех 4-х вышеуказанных населенных пунктов магнитное склонение в эпоху 1980 года составляло примерно 0 градусов, магнитное наклонение имело величины примерно 68 градусов в Киле и примерно 72 градуса на юге Швеции. Напряженность нормального геомагнитного поля для всех 4-х пунктов находится в пределах 0,5-0,51 на 10 в минус 4-й степени тесла [Физические величины, 1991, с. 1185-1187]. В пределах точности приведенных оценок характеристики геомагнитного поля с начала XX века можно считать не изменившимися.

Отсюда видно, что характеристики геомагнитного поля на юге Швеции (Стокгольм, Гетеборг, Сундсвалль) и на севере Германии (Киль), как и их пространственное расположение, весьма близки.

Что следует из измерений любознательных шведских телеграфистов? Поскольку полученные разности потенциалов в западном и северном направлениях являются разными по величине в зависимости от времени измерений, то ясно, что добавленный вектор разности потенциалов неизбежно приводил к изменениям магнитного склонения во времени. Относительно того, носили ли такие изменения магнитного склонения локально колебательный характер, ничего сказать нельзя, поскольку измерения не были непрерывными во времени (были точечными с интервалом 15 минут) и являлись интегральными по телеграфным линиям. Поскольку результаты измерений являются интегральными по двум близким к перпендикулярности линиям протяженностью порядка 400 км, то можно уверенно говорить о том, что географическая площадь локальности изменений склонения магнитного поля составляет не менее  $400 \times 400 = 160000$  кв. км.

Из соотнесения сообщений Вебера из Килия и Браунера из Праги также вытекает, что локальность возмущения магнитного поля в последние три дня июня 1908 года простиралась на многие сотни кв. км, что подтверждается наблюдениями в Бельгии и Испании (см. выше).

Издатель (редактор) *Astronomische Nachrichten* проф. Коболд (H. Kobold) сообщил о письме проф. Брендела (Brendel) в редакцию о наблюдении магнитного возмущения во Франкфурте на Майне в ночь с 18 на 19 мая [Astronomische..., 1910, Bd. 184, s. 370], как неоднозначно связанного с кометой Галлея. Между тем, в Кракове с обеда 18 мая до обеда 19 мая, как сообщил проф. Руджки (M.P. Rudzki) в том же номере журнала [Rudzki, 1910], уверенно наблюдалось изменение магнитного склонения в пределах 8,5 минут. Минимум величины склонения (5 градусов 17 минут 40 секунд – запад) наблюдался между 15 час. 0 мин. и 15 час. 15 мин., а максимум склонения (5 градусов 26 минут 10 секунд – запад) наблюдался в 14 час. 0 мин. и между 17 час. 30 мин. и 17 час. 45 мин. (5 градусов 25 минут 20 секунд – запад).

В Мюнхене проф. Мессершмит (Messerschmitt) специально, используя разные приборы, наблюдал за геомагнитными и воздушными электрическими изменениями в течение длительного времени в мае 1910 года [Astronomische, 1910, Bd. 185, s. 70]. В период с 16 мая по 25 мая ежедневно периодически наблюдались возмущения магнитного склонения от примерно 2-х минут 16, 17, 18 мая, до 4-х минут вечером 18 мая, до 6 минут 19 мая. 23 мая в 11 час. ночи колебания в течение часа достигали 15 минутной величины. 23 и 25 мая возмущения были еще больше.

Изменения магнитного склонения 19 мая наблюдались и в Англии [Chree, 1910, p. 367].

К. Л. Баявм [1912] в качестве мест, где наблюдалось увеличение электропроводности воздуха, ионизации, напряжения электрического поля указаны Испания (обсерватория Эбро) и Италия (Болонья). В Болонье отмечена конденсация необычайного количества водяных паров. В конце своей работы К. Л. Баяв пишет, что в середине мая, а также в июне и июле процент содержания пыли в воздухе представляется увеличенным.

В дополнение к изложенному укажем на сообщение Кребса (W. Krebs) из Германии о наблюдениях изменения поляризации 18, 19 и 20 мая 1910 года [Krebs, 1910, s. 366].

В журнале «Nature» от 15 сентября 1910 года опубликовано краткое сообщение о публикации Баера (M.R. Baer) в сентябрьском номере Бюллетеня французского астрономического общества, в котором тот сообщает, что наблюдал световые явления в 1861 году на северном горизонте в Эльзасе (восток Франции) при прохождении Земли через хвост кометы 1861 II, и что они были совершенно подобны явлениям, имевшим место при прохождении Землей хвоста кометы Галлея [Nature, 1910, p. 344] (утром 30 июня 1861 года Земля вместе с Луной погрузилась в огромный хвост яркой кометы Теббата, при этом Земля была ближе к ядру этой кометы, чем к ядру кометы Галлея в 1910 году).

Из изложенного, как полагает автор, следует, что аналогий эффектов Тунгусского феномена и эффектов при прохождении Землей хвостов комет гораздо больше, чем принято думать, а также то, что имеющиеся аналогии дают основания связать наблюдение Вебера с Тунгусским событием 1908 года.

Утверждение, что эффекты при прохождении Земли через хвост кометы Галлея в 1910 году были гораздо слабее и отмечались лишь в отдельных пунктах, не имеет под собой достаточных оснований, за исключением, быть может, сообщений о последующем после Тунгусского взрыва развитии серебристых облаков и аномально ярком свечении ночного неба в первые два-три дня также после взрыва на значительной, но все же ограниченной территории северного полушария земного шара западнее места взрыва. Однако при оценке этих явлений следует иметь в виду, что в случае прохождения Земли через разреженный хвост кометы Галлея (плотность вещества в хвосте была примерно в миллиард раз меньше плотности атмосферы на высоте 150 км) в земной атмосфере локально не разрушалось миллионнотонное тело и, соответственно, в атмосферу не попадало такого огромного количества стороннего вещества.

### Литература

- Баев, К. К.** К вопросу о возможном прохождении Земли через хвост кометы Галлея [Текст] / К. Баев. – С-Пб, 1912.
- Беляев, Н. А.** Комета Галлея и ее наблюдение [Текст] / Н. А. Беляев, К. И. Чурюмов. – М.: Наука, 1985.
- Бидюков, Б. Ф.** «Эффект Вебера» и аномальные световые явления в атмосфере Земли в период тунгусского события 1908 года. [Текст] / Б. Ф. Бидюков // «95 лет Тунгусской проблеме, 1908-2003: тез. докл. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – С. 14-17. (См. также настоящее издание).
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М. : Русская панорама, 2004.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г.Ф. Плеханов. – М. : Наука, 1965. – 111 с.
- Плеханов, Г.Ф.** Тунгусский метеорит. Воспоминания и размышления [Текст] / Г.Ф. Плеханов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000.
- Физические величины** [Текст] : [справ.]. – М. : Энергоатомиздат, 1991.
- Astronomische Nachrichten**, 1910, Bd. 184, N 4414.
- Astronomische Nachrichten**, 1910, Bd. 185, N 4421.
- Brauner B.** Nature, 1908, v. 78, N 2019, July 9, p. 221.
- Chree C.** Nature, 1910, v. 83, N 2117, May 26.
- Krebs W.** Astronomische Nachrichten, 1910, Bd. 184, N 4414.
- Nature**, 1908, v. 78, N 2022, July 30.
- Nature**, 1910, v. 84, N 2133, September 16.
- Rudzki M.P.** Astronomische Nachrichten, 1910, Bd. 184, N 4414, s. 367.
- Stenquist D., Petri E.** Nature, 1910, v.84, N 2123, July 7.
- Weber L.** Astronomische Nachrichten, 1908, Bd. 178, N 4262, s. 239.

Б. Р. ГЕРМАН (Фрайбург)

### ЧЕРЕЗ ХВОСТЫ КОМЕТ

*Сегодня большая группа исследователей придерживается кометной версии Тунгусского феномена. Поэтому есть смысл оглянуться на известные в истории прохождения Земли через хвосты комет и вызываемые ими явления.*

Так, 30 июня 1861 г. Земля пересекла хвост кометы Теббута. Непосредственно в день встречи на севере Англии в атмосфере наблюдалось большое количество пыли, а Солнце потускнело [Chambers, 1889]. В 1861 г. в разное время фиксировали также желтого цвета аврору и голубой горящий шар [Winkler, 1984]. Но не более того. Проявления, естественно, должны быть слабыми, т.к. ядро кометы Теббута в атмосферу не проникало.

Следующее аналогичное свидание произошло 18-20 мая 1910 г., когда Земля сблизилась с кометой Галлея. В этот период фиксировались оптические, магнитные и поляризационные аномалии. 19 мая 1910 г. М. Вольф наблюдал и кольца Бишопа, что говорило о запылении атмосферы, и пурпурные сумерки, которые он сравнивал с июльскими 1908 г., как, впрочем, и с теми, что были после извержений вулканов Кракатау и Мон-Пеле [Wolf, 1910].

Н. Васильев ошибочно пишет, что при прохождении хвоста кометы Галлея в 1910 г. «отсутствовали также конкретные сообщения ... и о каких-либо поляриметрических сдвигах» [Васильев, 2004, с. 61]. На самом деле, они были [Krebs, 1910]: «Наблюдения в полярископ Саварта показали временное, но сильное сужение поля положительной поляризации 18 мая между 15.10 и 15.42 UT, когда изменение достигало  $6^\circ$  по отношению к обычному значению. До 18.40 UT такие уменьшения шли в три приема».

MEZ	D. W.	MEZ	D. W.	MEZ	D. W.
Mittag 18. Mai	09 00 5' 27' 23"	Mittag 19. Mai	09 00 5' 22' 10"	Mittag 20. Mai	5 15 5' 21' 47"
1 00	5 29 20	1 00	5 23 10	5 30	5 25 30
2 00	5 29 20	2 00	5 26 10	5 45	5 25 20
3 00	5 29 50	3 00	5 17 40	6 00	5 25 00
4 00	5 28 10	3 15	5 17 40	6 30	5 24 40
5 00	5 27 50	3 30	5 21 10	7 00	5 24 20
6 00	5 27 30	3 45	5 23 00	8 00	5 23 20
7 00	5 27 00	4 00	5 24 00	9 00	5 23 50
8 00	5 26 10	4 15	5 24 30	10 00	5 25 50
9 00	5 25 20	4 30	5 23 50	11 00	5 29 20
10 00	5 23 20	4 45	5 23 10	12 00	5 30 10
11 00	5 23 10	5 00	5 23 30		

Рис. 1. Таблица изменений западной деклинации, полученных в Кракове во время прохождения кометы Галлея [Rudski, 1910].

Как известно [Bush, 1908], в 1908 г. была зафиксирована сильная отрицательная поляризация облаков над Европой, что характерно для облаков диэлектрических частиц, а значит, говорит, в частности, против гипотезы Тунгусского объекта как железного метеорита.

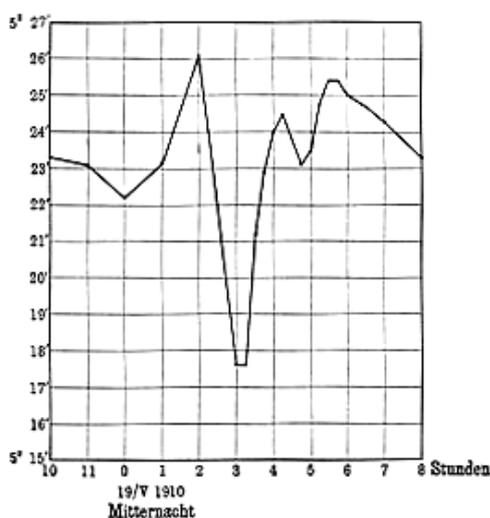


Рис. 2. Магнитная кривая, снятая в Кракове во время прохождения кометы Галлея в 1910 г. [Rudski, 1910].

В 1910 г. в районе мая, согласно каталогу Бартеляса, геомагнитных бурь не наблюдалось [Bartels, 1951]. Поэтому солнечная активность на магнитные эффекты хвоста кометы Галлея не влияла. М. Рудски из Кракова сообщал [Rudski, 1910], что прохождение кометы Галлея через солнечный диск 19 мая состоялось с 4.30 до 5.30 утра, и, соответственно, воздействие ее хвоста на Землю – на несколько часов раньше. Магнитное возмущение наблюдалось в 3 часа утра. У Рудски не было вариационного аппарата, и для измерений пришлось воспользоваться теодолитом с подвешенным магнитом. Съёмки велись 19 мая с 3 до 6 часов утра каждые 15 мин., а в остальное время – ежечасно. Как видно (рис. 1), 19 мая после скачка деклинации на 3' с 1 часа до 2 часов утра (по UT), в 3 часа утра падение амплитуды колебаний деклинации доходило до 8,5', после чего пошел постепенный подъем. И уж никак в течение длительного времени амплитуда колебаний деклинации в 1910 г. не оставалась постоянной, в отличие от регистраций проф. Вебера в Киле в 1908 г., где такое продолжалось трое суток подряд [Weber, 1908]!

Отсюда следует, что дистанционным влиянием кометного хвоста эффект 3-мин. пульсаций деклинации в Киле объяснить нельзя.

Магнитограмма в Кракове в 1910 г., несмотря на обладание отрицательной бухтой, как у горизонтальной составляющей в Иркутске в 1908 г. [Иванов, 1964], также имеет серьезные отличия от записей 1908 г. (рис. 2).

В ночь с 18 на 19 мая 1910 г. слабые магнитные возмущения регистрировались также проф. М.Бренделем, но по его словам, связь их непосредственно с кометой Галлея остается двойственной [Brendel, 1910].

В итоге оптические проявления при прохождении хвоста кометы Галлея были сходны с аномалиями, наблюдаемыми после взрывов вулканов, поляризационные – неоднозначны, а магнитные, скорее, отличались от зафиксированных в июне 1908 г.

Стоит добавить, что недавно появились работы [Ромейко, 2006, с. 177], в которых предполагается корреляция между Тунгусским болидом и т.н. «кометой» Вольфа-1908а, потерянной астрономами сразу после её обнаружения в январе 1908 г. [Ebell, 1910]. Однако напомним, что спустя 11 лет после потери «кометы» Вольфа-1908а сопоставление эфемерид позволило идентифицировать её с астероидом 516 Амхерстия [Zweck, 1919].

Из вышеизложенного следует, что связывать Тунгусский феномен с кометами (как, впрочем, и с астероидами [German, 2007, s. 6]), основываясь на предыдущих встречах Земли с этими космическими объектами, серьёзных оснований нет.

### Литература

- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1964. – Вып. 24. – С. 141.
- Ромейко, В. А.** Огненная слеза Фаэтона [Текст] / В. А. Ромейко. – М.: Изд-во Вече, 2006.
- Bartels J.** Tägliche erdmagnetische Charakterzahlen 1884-1950, Goettingen, 1951.
- Brendel M.** Mitteilungen vom Halleyschen Kometen, Astronom. Nachrichten., 1910, Bd. 84, N. 4414, s. 370.
- Bush F.** Eine neue Störung der atmosphärischen Polarisation, Meteorol. Zeitschrift, 1908, Bd. 25, N. 9, s. 412.
- Chambers G.** A Handbook of Descriptive Astronomy, Clarendon Press, 1889.
- German B.** Die Lösung des Tunguska-1908 Problems, ISBN 9783000227394, Freiburg, 2007.
- Ebell M.** Bemerkungen über die Identität der Kometen 1908a und 1908b (Encke), Ast.Nachr., 1910, N.4332, s. 194.
- Krebs W.** Mitteilungen vom Halleyschen Kometen, Astronom. Nachrichten, 1910, Bd. 184, N. 4414, s. 366.
- Rudski M.** Magnetische Störung in der Nacht vom 19. bis 20. Mai, Meteorol. Zeitschrift, 1910, s. 262.
- Weber L.** Astronomische Nachrichten, 1908, Bd. 178, N. 4262, s. 239.
- Winkler L.** Catalog of UFO-like data before 1947, Dept. Astr. Penns. Uni, 1982-1984.
- Wolf M.** Mitteilungen vom Halleyschen Kometen, Astronom. Nachrichten, 1910, Bd. 184, N. 4414, s. 365.
- Zweck F.** Identität des Kometen 1908a (Wolf) mit 516 Amherstia, Astronom. Nachr., 1919, N. 4990, s. 345-346.

В.М. КУВШИННИКОВ (Томск)

### О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ТУНГУССКОГО ВЫВАЛА

Основным и неоспоримым следом, оставленным Тунгусским метеоритом на земле, является вывал леса. Чтобы разгадать загадку Тунгусского метеорита, необходимо, прежде всего, понять механизм образования этого вывала. Его основные особенности: радиальность структуры, образованная поваленными деревьями и не круговая форма контура площади, похожая на бабочку [Флоренский, 1963; Васильев и др., 1967].

Из всех гипотез, выдвинутых для объяснения Тунгусского явления, только одна, кометно-астероидная, претендует на понимание механизма образования вывала, объясняя это проявлением действия сильной баллистической волны или ее сочетанием с конечным взрывоподобным разрушением тела в воздухе [Цикулин, 1961]. Однако и она встречается с известными трудностями.

Для формирования нужной величины баллистической волны требуются большая скорость и значительные размеры тела с соответствующей массой. При этом возникает серьезное противоречие между массой тела (несколько миллионов тонн [Бронштэн, 2000]) и полным отсутствием выпавшего вещества. Объяснение этого противоречия необычным составом тела – из замерзших газов и льдов без примеси тугоплавкого материала – кажется сомнительным.

Понятно, что одна лишь баллистическая волна не могла вызвать радиальный вывал, для этого нужна ударная волна, идущая из одной центральной точки или малой зоны. Согласно гипотезе, такая ударная волна возникла в результате взрывоподобного разрушения тела, происшедшего вследствие быстрого увеличения его эффективного сечения из-за лавинообразно прогрессирующего дробления. При этом тело превратилось в диск, состоящий из мелких частиц, и потому быстро затормозившийся в так называемой точке остановки, вызвав при этом мощную ударную волну.

Но в таком случае этот диск должен был вызвать ударную волну, преимущественно направленную в сторону движения, в дальнейшем вырождающуюся через некоторое расстояние в близкую к круговой, уменьшая постепенно свое преимущественное действие вперед.

Однако, согласно контуру «бабочки» вывала, действие ударной волны вперед не было ни преимущественным, ни даже равным по силе с другими направлениями – оно было многократно слабее. Самое сильное действие ударной волны было назад и в стороны, что плохо согласуется с законом сохранения импульса в механике. Кроме того, при высокой скорости (30 км/сек) моментальная полная остановка

тела над эпицентром с взрывоподобным разрушением трудно представима из-за недостаточно большой массы воздуха, противостоящей этому крупному телу.

Действительно, для существенного торможения тела требуется встречная тормозящая масса того же порядка. А между тем, масса одного кубического километра воздуха составляет всего один миллион тонн – следовательно, для торможения тела массой в несколько миллионов тонн требуется большой объем воздуха, а значит, и большой путь торможения, даже если площадь поперечного сечения тела возрастет в сотни раз и составит квадратный километр. Таким образом, для быстрой остановки такого тела на коротком пути нет оснований, а значит, и нет возможности для возникновения сферической ударной волны, нужной для образования радиального вывала. В метеоритике известно, что тела массой более 10 тонн сохраняют большую часть своей космической скорости до самой поверхности земли [Шорт, 1968].

При натуральных экспериментах [Зоткин, Цикулин, 1966; Анфиногенов, Будаева, 1998] подбором длины и конфигурации заряда взрывчатого вещества, а также угла наклона траектории, который должен быть при этом около 40 градусов, удается получить фигуру, имитирующую вывал, похожую на «бабочку», правда, без характерных особенностей в головной части. Но получить при этом с достаточной точностью радиальную структуру вывала не удается [Васильев, 2004; Злобин, 1996].

Очевидно, при требуемом наклоне траектории около 40 градусов и скорости 30 км/сек время полета тела в атмосфере составляет секунды, что вступает в противоречие с показаниями очевидцев, видевших полет тела значительно дольше. К тому же многие очевидцы видели полет тела высоко в небе, находясь за несколько сотен километров от эпицентра, что свидетельствует о гораздо более пологой траектории, чем 40 или даже 30 градусов [Эпиктетова, 1976]. По-видимому, не следует игнорировать или считать недостоверными показания многочисленных очевидцев явления.

Вообще, представляется неправомерным моделировать процесс, в основе которого лежит направленное движение, воздействующее на воздух преимущественно в одну сторону, взрывом неподвижного заряда, образующего ударную волну, действующую во все стороны одинаково. Полет тела, а тем более роя частиц, думается, правильнее было бы моделировать сверхзвуковой струей из форсунки. Кроме того, возникают сомнения, сохраняется ли подобие в соотношениях процессов в модели, отличающейся по масштабу от реальности на девять порядков.

Существуют расчеты [Бронштэн, Бояркина, 1975; Коробейников и др., 1976; 1980; Бронштэн, 2000], авторы которых считают, что им удалось показать возможность образования Куликовского вывала баллистической волной. Однако, непонятно, каким математическим приемом можно преодолеть противоречие между требованием превосходства баллистической волны над центральным взрывом для объяснения «крыльев бабочки» и требованием превосходства центрального взрыва над баллистической волной для объяснения радиальности структуры. А при компромиссном варианте, совмещающем эти воздействия, не получается ни хорошо выраженной «бабочки», ни хорошей радиальности – получается «ёлочка».

Тунгусский метеорит – явление уникальное. Теория прогрессивного дробления создана персонально для него, другие метеориты в ней не нуждаются. Здесь было нечто принципиально иное, остающееся без ясного ответа. Все попытки объяснить образование «бабочки» вывала действием баллистической волны сопровождаются многочисленными противоречиями и неувязками, делающими такое объяснение неубедительным и заставляющим искать иные механизмы процесса. Ситуация состоит в том, что имел место анизотропный центральный взрыв, при котором ударная волна пошла резко неравномерно в разных направлениях, и задача состоит в объяснении причин этого.

В качестве реальной причины анизотропности ударной волны можно предложить эффект экранирования взрыва массой вещества, в неодинаковом количестве присутствовавшего в разных направлениях от центра взрыва.

Так могло быть, если взрыв произошел внутри большого тела, но не в самом его центре. Поскольку ударная волна взрыва была слабее всего вперед по траектории, то здесь должно быть больше всего инертного вещества, назад – меньше, а в стороны – еще меньше. Тогда тело представим по рис. 1

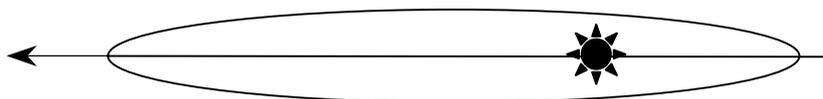


Рис. 1.

Однако, такая модель не может вызвать Куликовский вывал – прежде всего потому, что разница в силе ударной волны вперед по траектории и в крылья «бабочки» очень велика. Действительно, вперед до границы вывала 8-10 км, в крыльях – до 45 км, разница в пять раз. Если принять степень затухания волны пропорционально квадрату расстояния, то разница в силе удара в центре взрыва получается в 25 раз, а если учесть, что ударная волна с увеличением расстояния от центра стремится выравниваться в круговую, то еще больше.

Таким образом, вещества, препятствующего распространению волны в стороны, должно быть очень мало, и тело должно выглядеть как на рис. 2.

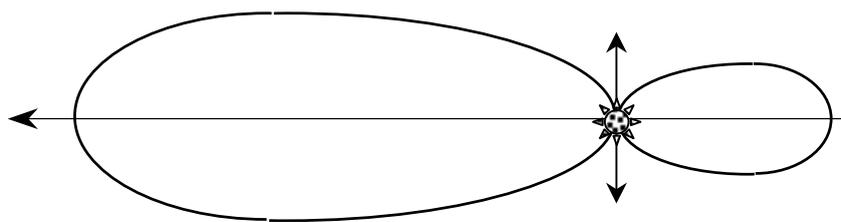


Рис. 2.

Но и в этом случае мы не получим картину реального вывала, так как максимальное действие волны здесь направлено просто в стороны. Чтобы максимальная сила ударной волны была направлена с отклонением назад, нужно, чтобы границы массы экранирующего вещества были расположены согласно рис.3:

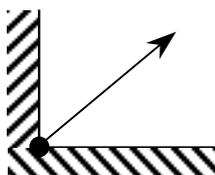


Рис. 3.

И тогда получается, что Тунгусский метеорит состоял из двух тел, большого и маленького, а взрыв произошел в точке их соприкосновения. Рис.4:

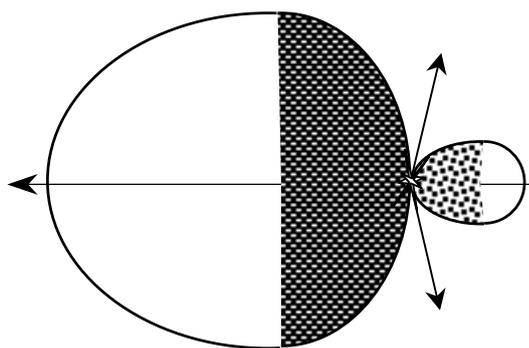


Рис. 4.

Восстановив по вывалу структуру фронта ударной волны с учетом взаимодействия его с земной поверхностью и зная энергию взрыва, можно рассчитать массу и размеры этих тел. Эти массы могут оказаться существенно отличными от прежних оценок, а энергии в  $10^{23}$  эрг может быть достаточно для их полного испарения. Ось симметрии «бабочки» при этом отражает не траекторию, а взаимное расположение тел в момент взрыва.

Известные осесимметричные отклонения от радиальности в восточных и западных квадрантах вывала могут быть объяснены искажением фронта ударной волны продуктами испарения этих тел, образовавшихся немного позже в процессе взрыва. Несовпадение осей симметрии площади вывала и осесимметричных отклонений могло быть следствием несоосности центров масс тел с центральной точкой взрыва.

Эффект мозаичности направлений вывала в зоне хаоса вокруг эпицентра мог быть связан со сложной формой тела и наличием обломков, экранировавших ударную волну и испарившихся в последующий момент. С этих позиций могут быть рассмотрены также и области лучистого ожога, пожара, термолюминесценции и прочих наблюдаемых эффектов.

Данные результаты вытекают из рассмотрения особенностей вывала, чего нельзя сказать о причине и источнике энергии взрыва.

В заключение приходится сознавать, что презумпция естественности запрещает рассматривать явление «Тунгусский метеорит» в данном ключе [Амнуэль, 1988], но еще более недопустимо снимать противоречия, закрывая глаза на неопровержимые факты.

Резюмируя высказанные выше соображения, отметим, что объяснение образования вывала действием баллистической волны представляется нам крайне сомнительным, а для объяснения анизотропности взрыва мы предлагаем механизм экранирования его инертным веществом, из чего вытекает существование двух взаимодействующих тел.

## Литература

- Амнуэль, П. Р.** Загадки для знатоков. История открытия и исследования пульсаров [Текст] / П. Р. Амнуэль. – М.: Знание, 1988.
- Анфиногенов, Дж. Ф.** Тунгусские этюды. Опыт комплексной разработки научного подхода к решению проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Дж. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева. – Томск, 1998. – 107 с.
- Бронштэн, В.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.
- Бронштэн, В. А.** Расчеты воздушных волн Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Бронштэн, А. П. Бояркина // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 47-63.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Васильев, Н. В.** Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев и др. // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 5-20.
- Злобин, А. Е.** Загадка Тунгусского метеорита на пороге XXI века [Текст] / А. Е. Злобин. – Москва: ЦИАМ, 1996. – 26 с.
- Зоткин, И. Т.** Моделирование Тунгусского взрыва [Текст] / И. Т. Зоткин, М. А. Цикулин // Природа. – 1966. – № 6. – С. 81-89.
- Коробейников, В. П.** Моделирование и расчет взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / В. П. Коробейников, П. И. Чушкин, Л. В. Шуршалов // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 115-137.
- Коробейников, В. П.** О расчете наземных разрушений при воздушном взрыве метеорита [Текст] / В. П. Коробейников, П. И. Чушкин, Л. В. Шуршалов // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 54-65.
- Флоренский, К. П.** Предварительные результаты Тунгусской метеоритной комплексной экспедиции 1961 г. [Текст] / К. П. Флоренский // Метеоритика: сб. ст. – М., 1963. – Вып. 23. – С. 3-29.
- Цикулин, М. А.** Приближенная оценка параметров Тунгусского метеорита 1908 г. по картине разрушения лесного массива [Текст] / М. А. Цикулин // Метеоритика, 1961. – Вып. 20. – С. 87-91.
- Шорт, Н. М.** Ударные процессы в геологии [Текст] [пер. с англ.] / Н. М. Шорт // Взрывные кратеры на Земле и планетах: сб. ст. – М.: Мир, 1968. – С. 30-67.
- Эпиктетова, Л. Е.** Новые показания очевидцев падения Тунгусского метеорита [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 20-34.

В. В. РУБЦОВ (Харьков)

### ЗАГАДКА ВОЗНЕСЕНСКОГО

Космическое тело неизвестной природы взорвалось над Подкаменной Тунгуской 30 июня 1908 года. 25 сентября газета «Санкт-Петербургские ведомости» напечатала сообщение о падении метеорита со ссылкой на публикации сибирских газет. Непременный секретарь Императорской Санкт-Петербургской Академии наук С. Ф. Ольденбург, заинтересовавшись этим сообщением, направил телеграммой официальный запрос енисейскому губернатору А. Н. Гирсу. Последний к этому времени уже располагал сжатым, но весьма информативным донесением енисейского уездного исправника И. К. Солонины (датированным 19 июля по старому стилю и снабженным исходящим номером 2979) о наблюдении «аэролита» в Кежме:

«17-го минувшего июня, в 7 часов утра над селом Кежемским (на Ангаре) с юга по направлению к северу, при ясной погоде, высоко в небесном пространстве пролетел громадных размеров аэролит, который, разрядившись, произвел ряд звуков, подобных выстрелам из орудий, а затем исчез. Об этом доношу Вашему Превосходительству. Уездный исправник Солонина».

Увы, по какой-то причине г-н Гирс сделал вид, что ни о каких таких аэролитах ему ничего не известно. 27 сентября он сообщил Ольденбургу, что поручил навести точные справки о происшествии канскому исправнику С. Г. Бадурову; тот проверил и – надо же, «слухи не подтвердились». Сейчас можно только гадать, что именно заставило губернатора, деликатно выражаясь, слукавить. Скорее всего, просто не хотел ненужных осложнений. 8 октября 1908 года Физико-математическое отделение Академии наук, заслушав на своем заседании сообщение о сибирском болиде, постановило «принять его к сведению». То есть, фактически, закрыло вопрос [Бронштэн, 2000].

Ну, хорошо: Санкт-Петербург от Сибири далек, а газеты – это всего лишь газеты. Сибиряки, правда, сами пытались разобраться в ситуации, в частности, «разные лица из Томска из Политехнического Института, из Красноярска и Иркутска» [Кулик, 1927] приезжали на разъезд Филимоново, где, вроде

бы, упал метеорит, и где его, увы, не оказалось. По свежим следам газетных сообщений пытался выйти на что-то более конкретное знаменитый геолог В. А. Обручев (1863-1956), в то время живший и работавший в Томске, но тоже не смог. Возможно, он столкнулся с объективными трудностями, да и Томск отстоит от Ванавары на 1100 км. Но вот то, насколько ценную информацию о Тунгусском метеорите собрал директор Иркутской Магнитно-метеорологической обсерватории А. В. Вознесенский, и как безобразно он этой информацией распорядился, выходит за рамки и «объективных трудностей», и просто здравого смысла.

Обсерватория была учреждена решением Государственного Совета Российской империи 14 октября 1884 года. Первым ее директором назначили член-корреспондента Санкт-Петербургской Академии наук Эдуарда Штеллинга. Регулярные метеорологические и магнитные наблюдения на ней были начаты 1 ноября 1886 года. Обсерватория быстро приобрела заслуженную репутацию ведущего геофизического центра Сибири. В 1895 году ее возглавил крупный геофизик и климатолог Аркадий Викторович Вознесенский (1864-1936), написавший за свою жизнь около 250 научных работ. Вознесенского вряд ли можно считать консервативным ученым: к примеру, в 1907 г. он дважды летал над Иркутском на воздушном шаре, положив этим начало аэрологическим наблюдениям в регионе и впервые сфотографировав город «с птичьего полета».

Став директором, Вознесенский взялся активно развивать сибирскую сеть метеорологических и сейсмических станций. Приборное оборудование Обсерватории было для своего времени просто отличным. Кроме того, Вознесенский создал специальную корреспондентскую сеть наблюдателей, ориентированную, прежде всего, на сбор информации о землетрясениях (таковые в этом регионе были довольно часты и, конечно, заслуживали пристального внимания). В эту сеть входили не только смотрители метеостанций, но и почтовые служащие, учителя, и другие представители местной интеллигенции. Они могли сообщать о сейсмических толчках самостоятельно, а могли и отвечать на рассылаемые Обсерваторией запросы.

30 июня 1908 года наиболее чувствительные сейсмографы Обсерватории зафиксировали слабое землетрясение, которому в ведомстве Обсерваторией журнале – «Списке землетрясений за 1908 г.» – был присвоен номер 1536. Начало колебаний по восточному маятнику Репсолда пришлось на 0 часов 18,8 мин. GMT, по северному – на 0 часов 19,5 мин.; конец – на 1 час 46 мин. и 1 час 16 мин. соответственно. Хотя землетрясение, судя по всему, было местным, оно оказалось необычно продолжительным. Поскольку всего за двое суток до этого события (в 18-44 GMT 28 июня) произошло другое – более сильное, но и «более нормальное» – землетрясение № 1535, Вознесенский немедленно разослал по респондентской сети опросные бланки с просьбой сообщить детали происшедшего.

Подчеркнем еще раз – на этом этапе директор Обсерватории еще не знал о падении метеорита и в своих анкетах задавал вопросы только и исключительно о двух случившихся землетрясениях. Первое (от 28 июня) заметили почти все корреспонденты Вознесенского, второе – лишь немногие из них. Однако подавляющее большинство ответивших слышало утром 30 июня «звуки, наиболее похожие на пушечные выстрелы из крупных орудий или на очень сильный гром». При этом «часть корреспондентов в северной части области отметили ясные световые явления и определенно говорили о громадном метеоре, ярко светившемся...» [Вознесенский, 1925, с. 26-27.]

Почти все наблюдатели зафиксировали сильные акустические явления между Енисеем, Леной и Байкалом — от крайних пунктов на севере: Верхне-Инбатского и Мухтуя (в настоящее время – Ленск), до пунктов по железной дороге на юге, начиная от Канска до Байкала. Акустические явления распространились на площади свыше 1 миллиона квадратных километров. Световые явления были замечены в 17 % расположенных на этой территории пунктов, причем все наблюдатели, отметившие эти явления, находились в восточной части области. Между тем, в южной части области стояла ясная погода, в северной же – небо было покрыто облаками, которые, как отмечал Вознесенский, помешали наблюдать полет болида. 30 % наблюдателей отметили более или менее сильные сотрясения земли.

Жаль, конечно, что анкеты, рассылавшиеся Вознесенским, были ориентированы на сбор информации лишь о сейсмических явлениях и не содержали ни конкретных вопросов о направлении и угловой высоте полета болида, ни даже вопроса о пролете такового. Не исключено, что кто-то из отвечавших, даже имея сведения о его пролете, воздержался от упоминания этого факта. Но многие *не* воздержались. Собранный Вознесенским информация, благодаря ее свежести и относительной систематичности, безусловно, – важнейший первичный источник сведений о падении Тунгусского метеорита. Опытный геофизик, он корректно обработал эти сведения и определил (не забудем, на основании даже не столько визуальных наблюдений болида, сколько, прежде всего, *слышимости звуков при его пролете*) координаты вероятного района его падения: 60 градусов 16 минут северной широты и 103 градуса 06 минут восточной долготы, а также (используя показания сейсмометров) вероятный момент падения: 0 часов 17 минут 11 секунд GMT. Заметим, что точные значения этих величин, установленные к настоящему времени, составляют: 60 градусов 53 минуты северной широты, 101 градус 54 минуты восточной долготы, момент взрыва: 0 часов 13 минут 35 секунд GMT. Завидная точность вычислений, основанных, прежде всего, на показаниях очевидцев! Он также предложил (опять же, на основе анализа собранных им показаний свидетелей события) первый вариант траектории полета Тунгусского (Хатангского – по его терминологии: от местного названия верховьев Подкаменной Тунгуски – Катанга, или Хатанга) метеорита: в целом с юго-юго-запада на северо-северо-восток, по азимуту 15°. Угол между проекцией траектории Тунгус-

ского космического тела (ТКТ) на земную поверхность и направлением от эпицентра на север должен был составлять, таким образом,  $195^\circ$ . Правда, **каким образом** он это установил – не ясно (судя по материалам, направление, скорее, должно было быть симметрично – что-то типа азимута в  $345^\circ$ ). Но будем считать, что ему виднее – как-никак, он обработкой показаний свидетелей землетрясений профессионально занимался.

Самое же поразительное – Вознесенский сразу понял, что взрыв ТКТ произошел *в воздухе* (хотя и назвал это «разрывом метеора», переоценил высоту взрыва примерно в 3 раза – 20 км, и решил, что метеоритная масса всё же упала, вызвав в результате своего падения землетрясение). Правда, ни он сам, ни читатели его статьи не смогли в то время осознать всю важность этого вывода.

Не совсем, правда, ясно, когда именно он обрабатывал поступившие к нему данные и делал свои выводы по координатам и времени взрыва. Мог, в принципе, сделать это и уже ближе к 1925 году. Вряд ли это, однако, важно. О пролете и взрыве болида он явно знал уже в 1908 году, тем более что там были и газетные сообщения. Свои материалы и результаты своих расчетов Вознесенский решился опубликовать, по его собственным словам, под влиянием С. В. Обручева (1891-1965, видный советский геолог, один из сыновей В. А. Обручева), который побывал в окрестностях вывала, поговорил с тунгусами и признал, что метеорит действительно падал. Но реально в статье С. В. Обручева (1925) нет никаких принципиально новых данных, которые могли бы резко изменить отношение Вознесенского к «проблеме публикации»... Тут, кстати сказать, есть еще один нюанс: В. А. Обручев еще до переезда в Томск жил и работал в Иркутске, где поддерживал дружеские отношения с Вознесенским [Попов, 1989, с. 47]. Обручев-старший, как мы знаем, пытался проверить газетные сообщения о пролете болида, но не преуспел. Что же, получается, что Вознесенский и ему ничего не сообщил о собранных им материалах? И только под влиянием не столь уж существенных данных, полученных от сына своего давнего друга, решился на публикацию?

Сведения о слабом землетрясении, случившемся в Сибири 30 июня 1908 года, были официально представлены Иркутской обсерваторией в Санкт-Петербург, в Сейсмическую комиссию Императорской Академии наук. Сведения о пролете болида и вероятном месте его падения Вознесенский *никуда не отправил*, «боясь, что его сообщение покажется фантастическим» [Астапович, 1965, с. 107], и решился опубликовать только в 1925 году. Тем самым, он лишил себя права на звание первооткрывателя Тунгусской проблемы. Таковым впоследствии, совершенно заслуженно, стал Леонид Алексеевич Кулик. Но *почему* Вознесенский ничего не опубликовал и даже ничего не сообщил в Академию наук? Можно, конечно, привести близкий пример – Гирс даже не отмолчался, а попросту солгал. Но Гирс ведь всего лишь чиновник, метеориты его совершенно не интересовали, а возможные визитеры из столицы только мешали бы.

Странная осторожность Вознесенского заставляет сильно недоумевать. Есть здесь какая-то серьезная загадка. К 1908 году метеориты являлись совершенно законной частью научной картины мира, «частью космоса», в котором жило человечество. Это уже не времена Палласа и Хладни. Выйди из печати статья 1925 года в 1908 году – ни малейших оснований для обвинений ее автора в ненаучности, несерьезности или даже излишней поспешности не возникло бы. Как метеоролог и геофизик он, кроме того, должен был быть знаком и с данными о «евразийской иллюминации» в ночь на 1 июля [Васильев и др., 1965], а также, не исключено, с уже высказанными предположениями о связи этой иллюминации с неким «крупным болидом».

Так не было ли в собранных им материалах «чего-то еще», что не вмещалось в нормально-метеоритную модель события, и что он впоследствии уничтожил? Это предположение выглядит на первый взгляд довольно сомнительным, но признаемся, что неестественное поведение видного российского геофизика дает для него определенные основания. *Впервые в мире* инструментально зафиксировать землетрясение, вызванное падением метеороида, собрать подтверждающие показания профессиональных наблюдателей (пусть специализировавшихся не по болидам, а по землетрясениям, но ведь людей образованных, не просто неграмотных крестьян), с прекрасной точностью определить вероятное место падения этого метеороида, и после этого законсервировать всю информацию на 17 лет – есть в этом нечто превышающее мое понимание. Собранных Вознесенским материалов более чем хватало, чтобы написать прекрасную научную статью. Но не написал, вернее – отложил ее написание более чем на полтора десятилетия. Без какого-то серьезного повода нормальный ученый так не мог себя вести, а ведь Аркадий Викторович Вознесенский был настоящим профессионалом. Списывать такой поступок на его специализацию в науке («не был метеоритчиком») и, следовательно, не считал себя вправе «свое суждение иметь» в этой области) вряд ли убедительно: в его время ученые, в том числе и геофизики, отнюдь не стремились замыкаться в рамках своей узкой специализации. Вспомним, что именно российский **геофизик** Александр Фридман поправил в 1922 году Эйнштейна, когда тот не понял всей глубины собственных уравнений. Да и метеоритика в эти годы еще не сформировалась как более или менее узкое направление научных исследований. Опубликовал же Вознесенский свои материалы (или какую-то их часть) в нормальном научном журнале в 1925 году, за два года до того, как Кулику удалось достичь места падения Тунгусского метеорита (иными словами, когда факт события еще отнюдь не был доказан), и никто ему плохого слова не сказал! Более того, коллеги, выражая сожаление по поводу несколько запоздалой публикации, с полным основанием именовали ее «замечательной» и «классической» (см., напр.: [Астапович, 1951]).

Возможно, впрочем, я просто-напросто недооцениваю силу научного консерватизма. Не был ли *огромный метеорит* в начале 20-го века «психологическим эквивалентом» «марсианского корабля» в его

середине? Метеорит пристойных размеров, помещающийся на полке минералогического музея – это нормально, но вот *гигантский* метеорит – это уже нечто пахнущее дешевой газетной сенсацией... А если Вознесенский заметил еще и локальное геомагнитное возмущение, развившееся через несколько минут после Тунгусского взрыва, и тоже зафиксированное приборами Обсерватории (а мог ли не заметить этого директор *Магнитно-метеорологической обсерватории*?), и задумался над этим странным совпадением, то недоумение геофизика можно в какой-то мере понять. Первое постметеоритное землетрясение – уже открытие, но чтобы сразу оказалась зафиксированной и первая (она же, добавим, последняя) постметеоритная магнитная буря – это уж слишком... Да плюс еще гигантская иллюминация над Евразией в ночь с 30 июня на 1 июля, природа которой тоже отнюдь не ясна, но, похоже, может иметь отношение именно к «Хатангскому метеориту»... Порой молчание красноречивее всяческих речей. В статье 1925 года ни об этой иллюминации, ни о записи магнитной бури нет ни слова.

Была, впрочем, в записанной на обсерватории сейсмограмме одна неясность – трехкратное медленное волнообразное искривление линии записи, начавшееся в 1 час 03 минуты GMT и закончившееся в 1 час 10 минут GMT. Опытный сейсмолог Вознесенский поначалу не мог найти объяснения этой части сейсмограммы. Прибор Милна, находившийся в негерметичном футляре и, в силу своей малой чувствительности, не зафиксировавший первой – главной – стадии землетрясения, эту стадию засек. Но засекли ее и два прибора Репольда, находившиеся в герметических футлярах внутри полуподземного строения, единственный вход в которое имел пять дверей, а внутреннее помещение — двойные стенки. Всё это, по словам Вознесенского, «совершенно исключало возможность предположений о прямых воздушных толчках на приборы». В итоге, правда, подсчитав, как быстро могли распространиться «воздушные толчки» от расположенного на расстоянии порядка 900 км от Иркутска эпицентра до приборов Обсерватории, и найдя, что это время с допустимой точностью отвечает моменту появления странных волн на сейсмограмме, Вознесенский закрыл глаза на невозможность «прямых воздушных толчков» (возможно, заподозрив негерметичность футляров, в которых находились приборы Репольда) и признал источником второй части записи именно воздушные волны, причем возникшие, скорее, в результате высотного взрыва («разрыва») метеорита, чем в результате его падения. [Вознесенский, 1925, с. 35.] Насколько такое объяснение «трехкратного медленного искривления линии записи» отвечает действительности – не вполне ясно. О возможной негерметичности футляров он на самом деле нигде не пишет. Непонятно также, были ли на Обсерватории обычные барографы. По идее, конечно, просто **обязаны** были быть (ибо она являлась еще и *метеорологической* – а какая же метеорология без измерителей атмосферного давления!), но об иркутских барографических данных Вознесенский в своей статье, опять же, почему-то не упоминает и ссылается лишь на барограмму, полученную Кулешом в Киренске. Если были, то, по-видимому, на их лентах «трехкратное искривление» отсутствовало (если бы оно присутствовало – незачем Вознесенскому было бы ломать над ним голову). Выходит, барографы в Иркутске ничего такого не зарегистрировали? Но тогда какова природа этой «волны»? Всё же сейсмическая, а не атмосферная? Или хуже того – старт корабля?

Три предположения, объясняющие молчание Вознесенского несколько убедительнее, чем ссылка Астаповича на «боялся, что гигантский метеорит сочтут фантастикой»:

1. Его «напугал» геомагнитный эффект. Даже не сам по себе, а в сочетании с землетрясением. «Первое метеоритное землетрясение», и тут же – «первый метеоритный геомагнитный эффект», – вот это действительно могло показаться «слишком». Тем более что физический механизм эффекта никак не просматривался. Сознательно махнул рукой, счел обычной магнитной бурей, случайно совпавшей с падением метеорита, но подсознательно продолжал об этой странности размышлять.

2. Что-то было в полученных им материалах, что «простому метеориту» не соответствовало. Надо сказать, что полузабытая (и извлеченная из небытия благодаря М. Б. Герштейну [Gershtein, 2002]), волна «таинственных дирижаблей», летавших над территорией Российской империи в 1890-е годы, чем-то напоминает феномен НЛО – во всяком случае, в плане осмеяния. Если кто-то из числа его респондентов наблюдал нечто подобное «дирижаблю», то вот тут Вознесенский *мог* по-настоящему испугаться «фантастики». Или просто кто-то сообщил, что видел болид «не там», где он «должен был» быть. Маневрирующий (или, тем более, взлетающий!) болид – это явно чересчур. О «марсианском корабле» Вознесенский, конечно, вряд ли подумал бы, но о «фантастичности» – вполне мог. В статье Вознесенского упоминается 61 ответ, полученный им из пунктов наблюдений, тогда как в сохранившемся после него архиве таковых осталось всего 41 [Васильев и др., 1981, с. 49]. Где еще 20?...

3. К нему могли поступить показания из Ербогачена, Преображенки, или других населенных пунктов, расположенных в верховьях Нижней Тунгуски, к востоку от места Тунгусского взрыва. Охватывала ли корреспондентская сеть Иркутской обсерватории этот район – неизвестно, но и не исключено [Васильев, 2004, с. 225]. Ну, а два гигантских болида, в один и тот же день летящих к одной точке – это уж был бы явный перебор.

Впрочем, если судить по статье 1925 года (первой и последней, с которой Аркадий Викторович Вознесенский выступил на эту тему; ее краткое изложение, в том же году появившееся в журнале «Природа», разумеется, не в счет), в нормально-метеоритной природе упавшего тела он не сомневался. Един-

ственное, что выглядело для Вознесенского проблематичным – был ли это каменный или железный метеорит. Но в любом случае, писал он, «весьма вероятно, что будущий исследователь места падения Хатангского метеорита <...> найдет что-то очень близкое к “метеорному кратеру” Аризоны». Здесь он, увы, крупно ошибся, что стало очевидным уже через пару лет. Но эта ошибка, безусловно, имеет свои оправдания, в отличие от его молчания в 1908 году. Ибо если искать *главную* причину того, что Тунгусский метеорит едва не оказался полностью забыт наукой, то такой причиной явилась именно странная сверхосторожность директора Иркутской Магнитно-метеорологической Обсерватории. Все прочие факторы (такие как отдаленность места катастрофы от крупных городов или лукавство губернатора Гирса) сыграли, в общем-то, вспомогательную роль.

### Литература

- Астапович, И. С.** Большой Тунгусский метеорит. 1. История исследования [Текст] / И. С. Астапович // Природа. – 1951. – № 2.
- Астапович, И. С.** К вопросу о траектории и орбите Тунгусской кометы [Текст] / И. С. Астапович // Физика комет и метеоров: сб. ст. – Киев: Наукова думка, 1965.
- Бронштэн, В. А.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. А. Бронштэн. – М.: А. Д. Сельянов, 2000.
- Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения. [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский и др. – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНТИ 24.11.81, № 5350-81.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Вознесенский, А. В.** Падение метеорита 30 июня 1908 г. в верховьях р. Хатанги [Текст] / А. В. Вознесенский // Мироведение. – 1925. – Т. 14, № 1.
- Кулик Л. А.** К истории болида 30 июня 1908 г. [Текст] / Л. А. Кулик // ДАН СССР. – 1927. – Серия А, № 23.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г. Ф. Плеханов. — М.: Наука, 1965.
- Обручев, С. В.** О месте падения большого Хатангского метеорита 1908 г. [Текст] / С. В. Обручев // Мироведение. – 1925. – Т. 14, № 1.
- Попов, И. И.** Забытые Иркутские страницы. Записки редактора [Текст] / И. И. Попов. – Иркутск, 1989.
- Gershtein, M.V.** A Thousand Years of Russian UFOs. (Part II.) – *RIAP Bulletin*, Vol. 8, No. 1-2, 2002.

М. АХМАНОВ (Санкт-Петербург)

### ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ - МЕЖЗВЕЗДНЫЙ КОРАБЛЬ?

Среди попыток объяснения Тунгусского феномена (ТФ) самой интригующей и, бесспорно, самой привлекательной для пылких умов является гипотеза его искусственной природы. Это предположение можно сформулировать так: ТФ – не осколок кометного ядра, не огромный болид и не другое небесное тело или естественное явление, а устройство инопланетной цивилизации, звездолет или автоматический зонд, отправленный для изучения Солнечной системы и потерпевший крушение на Земле.

Должен заметить, что подобное толкование ТФ представляется мне маловероятным и более подходящим для фантастического романа<sup>1</sup>, чем для научных дискуссий. Но в рамках темы, которой посвящена данная статья, это мнение не так уж важно, поскольку упомянутая гипотеза, несмотря на всю ее экзотичность, будет использована для демонстрации методики, подробно рассмотренной в [Ахманов, 2005]. Суть этой методики такова: некое предположение, сколь бы невероятным или странным оно ни казалось, принимается за аксиому и служит отправной точкой логического анализа и последующих выводов. Выводы могут быть интересны сами по себе, могут сообщить нам нетривиальную информацию или, возможно, позволят бросить взгляд на известные факты под новым углом зрения. Если же среди них окажутся явно нелепые, но полученные из нашей аксиомы логическим путем, то это дает основание усомниться в ее справедливости.

Итак, возьмем в качестве постулата гипотезу об искусственной природе ТФ и посмотрим, к каким следствиям это приведет.

Прежде всего, необходимо разобраться с классом космического корабля, взрыв которого стал причиной ТФ. Основных вариантов два:

<sup>1</sup> Гипотеза об искусственной природе ТФ была впервые высказана писателем-фантастом А. П. Казанцевым в 1946 г. в журнале «Вокруг света», рассказ «Взрыв». Затем эта гипотеза превратилась в одну из сюжетных линий фантастического романа Казанцева «Пылающий остров» (издания 1957 и 1962 гг.).

1. Корабль с экипажем (звездолет) или автоматический зонд. Что именно, значения не имеет, так как в любом случае подобный аппарат был бы снабжен двигателем для межзвездных перелетов (несомненно, очень мощным) и соответствующим запасом энергии.

2. Менее крупный корабль (планетолет), предназначенный для перемещения в пределах Солнечной системы и посадок на планеты. Такой аппарат мог отстыковаться от звездолета-матки и направиться к Земле. Его двигатель и энергоресурс не предназначены для межзвездных перелетов и, следовательно, имеют более скромные параметры, чем в первом случае.

О двигателе и энергоресурсе мы можем судить по масштабам взрыва в сибирской тайге. Эта величина примерно подсчитана, и ее различные оценки, приведенные в монографии Н. В. Васильева [2004], составляют от 10 до 50 мегатонн в тротиловом эквиваленте. Особенно часто фигурирует величина 40 мегатонн, которая, как указано в [Васильев, 1977], в две с лишним тысячи раз больше энергии, выделившейся при взрыве ядерной бомбы над Хиросимой. Там же и в других источниках даны оценки площади вывала леса: 90-100 % вывал – на площади 500 кв. км, частичный вывал – на площади 2000-2500 кв. км. По своему масштабу эта катастрофа более походит на взрыв корабля с межзвездным двигателем и соответствующим энергоресурсом, чем на гибель шаттла или иного вспомогательного аппарата.

Если же все-таки это был планетолет, направленный для исследования нашего мира, то энерговооруженность корабля-матки выше, как минимум, на порядок, а скорее – на два-три. В этом случае можно сделать лишь один вывод: нам сильно повезло, что в сибирскую тайгу упал планетолет, а не материнский корабль.

Обратимся теперь к чрезвычайно важным заключениям, как позитивным, так и негативным, которые позволяет сделать наша исходная аксиома. Безусловно, позитивным и наиболее грандиозным является факт наличия разумной жизни во Вселенной, опровергающий мрачную гипотезу Шкловского [1987] о ее уникальности и ничтожной вероятности контакта цивилизаций, пребывающих на технологической стадии развития. Этот вывод очевиден: если к нам прилетел звездолет или зонд, то, разумеется, кто-то изготовил данное устройство и запустил его в космос.

Второе по важности следствие состоит в том, что цивилизация Тунгусского феномена (назовем ее так) в своем развитии достигла фазы межзвездных перелетов. Это позволяет нам оптимистично взглянуть на собственное будущее: в принципе, мы тоже можем оказаться способными к таким деяниям, и прогноз гибели человечества по причине социальной, технологической или природной катастрофы глобального масштаба не является неизбежностью. Очевидно, выход из нынешней кризисной ситуации имеется (может быть, даже не один), и хотя мы его пока что не нашли, есть шанс решить эту проблему в будущем. Существует, однако, возражение, что «цивилизация ТФ» совсем не похожа на земную, и найденные ею рецепты нам не годятся. Но напомним, что корабль прилетел к нашей звезде, совершенно рядовой в Галактике и, с точки зрения астрофизики, не слишком интересной.

Но именно наш желтый карлик удостоился посещения! Не потому ли, что светило «цивилизации ТФ» подобно нашему, а материнская планета похожа на Землю? Если так, то это еще один повод для оптимизма и положительных прогнозов нашего грядущего. Если смогли ОНИ, что помешает НАМ достигнуть той же высокой стадии, когда полеты в Галактике станут реальностью?

Третий вывод касается технической стороны межзвездных перелетов. Несмотря на успехи земных наук, мы не можем определенно прогнозировать такие вещи, как создание межзвездного двигателя и мощного, но экологически чистого источника энергии. Обозревая достижения минувшего века, мы видим, что наибольший прогресс достигнут не в космической технике, не в энергетике и ядерной физике, а в производстве и применении компьютеров. Поразительно, но всего за пятьдесят лет полупроводниковая ЭВМ, занимавшая целый машинный зал в научном институте, превратилась в общедоступное изделие, сначала настольное, а затем – в карманное и наладонное! Если бы развитие термояда шло такими же темпами, мы имели бы сейчас практически вечный двигатель размером с кулак, добывали водород из морской воды, не жгли нефть и уголь и строили города на Марсе, не говоря уж о Луне. Но мы таким источником энергии не обладаем – более того, нам неизвестно, удастся ли его создать в принципе. Поэтому вопрос о двигателе, способном разогнать звездолет до околосветовых скоростей, относится к разряду гипотез; мы не знаем, будет ли такая установка термоядерной, фотонной, аннигиляционной или какой-то еще, и можно ли ее вообще спроектировать. Невозможность осуществления такого проекта ставит крест на идее межзвездных полетов и замыкает человечество в пределах Солнечной системы. Что, естественно, скажется на философских аспектах нашего мировоззрения и сроке существования нашей цивилизации.

Рассуждая на данную тему, я хочу напомнить хорошо известный тезис: знание принципиальной осуществимости некой идеи порой важнее научных и инженерных способов ее практической реализации. В любой сфере деятельности наши ресурсы ограничены, и потому их следует вкладывать туда, где есть гарантия успеха. Но как мы это узнаем? Вполне возможно (о чем предупреждал еще Станислав Лем), что огромные средства будут затрачены на попытки продвинуться в тупиковых областях, что приведет к необратимым потерям времени, человеческих и прочих ресурсов и даже краху цивилизации. Так что инопланетный космический аппарат ориентирует нас в правильном направлении, даруя уверенность в том, что устройство, способное достигнуть звезд, отнюдь не фикция. Это должно вселить в нас энтузиазм.

К трем позитивным выводам примыкают еще два, которые я бы отнес к разряду предупреждений. Во-первых, ясно, что кто-то исследует Галактику или ее часть, а это с неизбежностью

влечет вопрос: с какой целью? Рамки данной статьи не позволяют на него ответить, так как нужно проанализировать всевозможные цели инопланетян (поиск знаний, поиск ресурсов, космическая экспансия, стремление к контакту и т.д.) и попытаться выяснить, какие из них реальны, а какие относятся к фантазиям. Отчасти такой анализ выполнен в [Ахманов, 2005].

Во-вторых, за сто минувших лет мы не зафиксировали повторения ТФ – в данном случае я имею в виду не катастрофу в сибирской тайге, а повторный и более благополучный прилет космического корабля. Разумеется, можно утверждать, что посещения такого рода были, но в тайне, или что они происходят постоянно, что НЛО, буквально атакующие нашу планету, – явления того же порядка и с тем же обратным адресом, что и Тунгусский феномен. Но не будем касаться этих спекулятивных тем, а попытаемся извлечь полезную информацию из того, что «второе пришествие» не состоялось. По этому поводу можно высказать три гипотезы:

1). Межзвездные полеты – дорогостоящее мероприятие. Нельзя исключить, что даже высокоразвитая цивилизация затрачивает на такой полет ресурсы, которые накапливаются несколькими десятилетиями.

2). Возможно, наши «братья по разуму» не спешат, сознательно дожидаясь подходящего момента. До крушения корабль мог обследовать Землю с орбиты и, как минимум, выяснить низкий уровень радиопередач (напомню, это был 1908 год). Эти предварительные результаты были отправлены в мир пришельцев, и там решили ждать, пока мы не дозреем до более цивилизованного состояния. Кстати, мы уже дозрели – уже лет пятьдесят, как Земля стала мощным источником радиосигналов.

3). Но, возможно, эти сигналы еще не дошли до мира инопланетян? Возможно, там еще не получен и сигнал о катастрофе с кораблем? Мир гипотетических «братьев по разуму» может находиться дальше пятидесяти-ста световых лет; в масштабах Галактики это ничтожное расстояние.

Перейдем к негативным выводам. Самый из них неприятный и самый странный заключается в том, что межзвездный корабль может потерпеть крушение – собственно, взорваться, расточившись пылью. Это свидетельство низкой надежности инопланетной техники так невероятно, что, на мой взгляд, перечеркивает гипотезу об искусственной природе ТФ. Обитаемый звездолет или автоматический зонд несомненно дорогостоящие устройства; отправлять их за световые годы можно лишь практически с полной гарантией успеха.

Если предположить, что корабль прилетел с большого расстояния (20-30 и более парсек), то пославшие его существа несомненно имеют опыт межзвездных сообщений, так как перед дальними экспедициями они наверняка исследовали окрестности своей звездной системы. Но если корабль прилетел с одной из ближних звезд, и если даже эта экспедиция была первым межзвездным перелетом, катастрофа все равно выглядит нелепостью. К звездам отправляются тогда, когда освоена собственная система и накоплен огромный опыт межпланетных сообщений; значит, к какой бы версии мы ни склонились, надо признать, что «братья по разуму» в космонавтике отнюдь не новички.

Новички – это мы, земляне. Отсутствие опыта и надлежащих технических средств (например, кораблей на термоядерной тяге) привело к тому, что из 4861 запуска космических аппаратов в период с 4 октября 1957 г по 22 августа 2007 г неудачей закончились 344 (7 %) /5/ [Железников, 2007]. В начале космической эры такой результат вполне понятен, но странствия в Галактике требуют гораздо большей надежности.

Второй негативный вывод связан с местом катастрофы. Если бы корабль взорвался в межпланетном пространстве, где-нибудь у марсианской орбиты, это можно было бы объяснить аварийной ситуацией, столь серьезной, что системы живучести корабля с ней не справились. Строго говоря, это тоже невероятно – должны быть средства, позволяющие заглушить двигатель, катапультировать его или, в крайнем случае, покинуть корабль.

Так ли, иначе, но случайный взрыв в пространстве был бы понятнее, чем катастрофа вблизи Земли. Почему это случилось рядом с нашей планетой?.. Первое, что приходит на ум – неудачная попытка приземления. Но межзвездный корабль – при разумной его конструкции – в принципе не предназначен для посадки на планету. Даже нам, новичкам в космонавтике, известна более выгодная и безопасная тактика: корабль ложится на заатмосферную орбиту и выпускает зонды, боты, челноки – любые устройства небольшого размера, способные к маневрам в воздушной среде и посадке на воду и твердую поверхность. У таких аппаратов есть еще одно достоинство – их авария (тот же взрыв) не ведет к катастрофе континентального масштаба.

А ведь бедствие, разразившееся при падении ТФ, было почти таким! Согласно современным данным о катастрофе [Васильев, 1977; 2004], ударная волна обогнула земной шар, толчки фиксировались от Балтики до Японии, зона смертельного поражения и пожаров составила более двадцати километров, зона разрушений – до пятидесяти километров, и, кроме того, возникли странные мутации древесных пород... К счастью, наш гипотетический корабль упал и взорвался в сравнительно безлюдных местах, а если бы это случилось в Китае, Индии, в центре Европы? Четверть Венгрии или, например, пятая часть Германии лежали бы в руинах, заваленных миллионами мертвых тел – и это третий негативный вывод. Кстати, мы были очень близки к такому бедствию. Опираясь на исследования траектории полета ТФ, Васильев пишет: «...не лишне вспомнить, что, случись Тунгусское падение на четыре часа позднее, в его эпицентр попал бы Петербург и разразилась бы катастрофа, размеры которой и представить себе трудно...» [Васильев, 1977].

Сто лет назад нам повезло, но завтра может появиться другой звездолет, который самонадеянные пилоты решат посадить в Подмоскowie – однако, как говорят сотрудники ГИБДД, «не справятся с управлением»... И что нас ожидает?

Конечно, можно сочинить очень романтическую историю. Скажем, такую: жители Веги или Тау Кита послали к Солнцу звездолет в поисках братьев по разуму и установления с ними дружеских контактов. Звездолет благополучно преодолел чудовищную пустоту и наконец добрался до Солнечной системы, где был обнаружен обитаемый мир. Хлопнув на радостях шампанского, экипаж повернул к Земле, желая приземлиться в центре науки и культуры, которым тогда был Париж (или, возможно, Лондон).

Но при входе в атмосферу ощутимо трянуло, и в двигателе открутилась важная гайка. Пилотам стало ясно, что взрыв неминуем, и они приняли героическое решение: направить корабль в пустынную область планеты, чтобы не нанести ущерба ее обитателям. Самым пустынным был Ледовитый океан, но до него чуть-чуть недотянули, распались на атомы сразу за Подкаменной Тунгуской... Для фантастического романа сойдет, а для серьезного обсуждения - вряд ли.

Если придерживаться нашего постулата об искусственной природе ТФ, то более близкая к действительности реконструкция событий выглядит примерно так. Жители Веги или Тау Кита послали к Солнцу звездолет или автоматический зонд. Но, несмотря на высокий научно-технический уровень, в социальном плане их общество беспорядочно и даже хаотично. Не удивлюсь, если у них процветают коррупция и страсть к наживе, и слишком большое значение отводится приоритетам – вроде того, кто первым достигнет Северного полюса или водрузит флаг на Луне. По этим причинам к Солнечной системе отправили конструкцию сомнительной надежности и низкого качества – кто-то очень поторопился. Безопасность обитателей планеты, к которой ушел звездолет (то есть наша с вами), этих веганцев или тау-китят абсолютно не заботила. Бытовало мнение, растиражированное их СМИ: если уж корабль долетит куда надо и обнаружит подходящую планету, то приземлится без проблем. Уверенность в этом была так велика, что никакими шаттлами звездолет не снабдили или экипаж не счел необходимым их применить, а сразу направил большой корабль на посадку. Пилоты, как и проектировщики корабля, были халтурщиками и что-то сделали не так – или их ненадежный аппарат стал разваливаться в воздухе. Решили аварийно приземлиться у большого города, но, к счастью для нас, до Петербурга не дотянули. Сигнал о неминуемой катастрофе дошел до материнского мира инопланетян, после чего там последовали оргвыводы: наказание непричастных, награждение виноватых и тихая отставка кабинета министров. Средства на этот полет грохнули колоссальные, подрядчики нажились, и тем дело закончилось; больше никто не собирается к нам лететь. В общем, может и хотели как лучше, а получилось как всегда...

Достаточно ли этой картины, чтобы опровергнуть аксиому, принятую в начале статьи?

### Литература

- Ахманов, М.** Оглянись - пришельцы рядом! [Текст] / М. Ахманов – М.: Яуза, ЭКСМО, 2005.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Васильев, Н. В.** Послесловие к книге Б. Вронского «Тропой Кулика» [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Мысль, 1977.
- Шкловский, И. С.** Вселенная, жизнь, разум [Текст] / И. С. Шкловский. – М.: Наука, 1987.
- Железников, А. Б.** Пятьдесят космических лет [Текст] / А. Б. Железников // Внешнеэкономические связи. – 2007. – № 5.

# ПАНОРАМА ВЕРСИЙ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ И КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ТУНГУССКОГО СОБЫТИЯ

В. А. РОМЕЙКО (Москва)

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОРТРЕТ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

### Вступление

Прошло 100 лет с момента Тунгусской катастрофы, но, как известно, Тунгусский метеорит (ТМ) до сих пор не найден. Более того, не найдены пути решения этой «Загадки XX века». Если в первых экспедициях Кулика была полная ясность в предмете поиска, то со временем, добывая все новые и новые факты, поиск Тунгусского метеорита перешел в фазу решения Тунгусской проблемы. К сегодняшнему дню мы констатируем, что задача оказалась непосильной для целой армии исследователей нескольких поколений. Очевидно, подобное утверждение можно оспорить, но предложить законченную картину того, как развивались события 30 июня 1908 года, и где искать вещество Тунгусского метеорита пока никто не может. На данном этапе решения этой, казалось бы, пустяковой проблемы, можно лишь очертить ее общий контур и означить основные противоречия. Как любил повторять незабвенный Николай Владимирович Васильев: «В процессе поиска, мы накопили Монблан фактов, и что с ним делать пока не знает никто...».

Тунгусская катастрофа, как крупное событие в истории нашей цивилизации, в известной степени обладает «притягательными» свойствами. В чем же это выражается? Прежде всего, в попытках определенной категории исследователей рассматривать многие (если не все) события и факты того времени, как имеющие непосредственное отношение к ТМ. Благодаря этому процессу происходит бесконтрольное размножение фактов, и проблема ТМ окончательно запутывается. Поэтому основной задачей в настоящее время я считаю проведение научной экспертизы наиболее значимых событий и фактов, имеющих прямое отношение к событиям 30 июня 1908 года.

Вначале перечислим те немногие явления, которые бесспорно имеют прямое отношение к катастрофе 1908 года. К ним, прежде всего, относятся:

1. Пролет космического тела в атмосфере Земли утром 30 июня 1908 года.
2. Высотный взрыв в районе с географическими координатами  $60^{\circ}53,7'$  северной широты и  $101^{\circ}53,5'$  восточной долготы.
3. Барическая волна, обогнувшая земной шар.
4. Осесемитричный повал леса в районе взрыва на площади  $2150 \text{ км}^2$ .
5. Лучистый ожог деревьев.
6. Сейсмические явления.
7. Магнитное возмущение в ионосфере, длившееся около 3,5 часов.
8. Атмосферные оптические аномалии, наблюдавшиеся в западной части евразийского континента, последовавшие после взрыва.

Принадлежность второй категории фактов, таких, как повышенный уровень радиоактивности, химические и космохимические аномалии, ускоренный прирост деревьев, перемагничивание почв, биологические мутации растений и насекомых, химические аномалии, обнаруженные в слоях льда в Антарктиде и Гренландии, появление оптических аномалий до катастрофы, и ряда других, следует рассматривать более осторожно, поскольку они не могут однозначно быть отнесены к известным событиям 1908 года. Во многом это связано с необычностью местности, над которой произошел взрыв. Случайно или нет, но катастрофа разразилась над кольцевой структурой древнего вулкана, образовавшегося более 200 млн. лет тому назад. Его поперечник составил около 10 км. Сложная геологическая обстановка района в значительной степени затруднила поиск космического вещества.

При желании можно выделить и третью группу фактов: это спорные сообщения о находках необычных камней, метеоритных кратерах, обнаруженных в различных районах Сибири, наличии «сухой борозды», «восточного вывала», падении сопутствующих космических тел и многое другое. Но к ним следует относиться еще более осторожно.

В данной статье мне хотелось бы рассмотреть всего лишь два значимых события, относящихся к Тунгусской катастрофе.

### Астрономический аспект проблемы

Строго говоря, на нынешнем этапе развития Тунгусской проблемы, альтернативных точек зрения две: *кометная*, и *метеоритная*. Да, возможен плазмOID, возможно необычное тектоническое явление, техногенная катастрофа. Но даже поверхностный исторический анализ астрономических явлений, связанных с падением космических тел на Землю, показывает, что вероятность подобных событий ничтожна. Внешний вид многих планет и их спутников убеждает нас в том, что все тела в Солнечной системе постоянно подвергаются космической бомбардировке, и Земля не исключение. Исходя из этого, с большой степенью вероятности, можно рассматривать события 1908 года как типичное астрономиче-

ское явление, т.е. столкновение Земли с небольшой кометой или астероидом. В пользу того и другого имеется достаточно много фактов.

Давние поиски объяснения природы ТМ заставили меня погрузиться в изучение старой астрономической литературы. То, что я прочитал в старом Русском Астрономическом календаре за 1910 год, было настоящей сенсацией в изучении Тунгусской проблемы. Оказывается, Тунгусская комета, вероятнее всего, была сфотографирована за 180 дней до ее столкновения с Землей. Вот, что говорится об этом событии в обзорной статье Э. Шенберга «Успехи астрономии за 1908 год»: «...1908 год был беден появлениями новых комет: их было открыто всего две, но обе оказались интересными, хотя и по совершенно различным причинам. Первая из них – это загадочная комета 1908a (1907 YI). Ее открыл второго января Макс Вольф – 44-летний профессор, директор старинной немецкой обсерватории Гейдельбергского университета. Фотографируя небо в поисках короткопериодической кометы Энке, возвращение которой ожидалось в начале 1908 года, он, проявив фотопластинки, вдруг обнаружил среди множества мелких точек звезд долгожданный туманный объект. Так как место найденной кометы незначительно отличалось от наперед вычисленного положения кометы Энке, то Вольф принял ее за последнюю и сделал еще 5 фотографий, до 19 января включительно. Кроме того, он нашел ее след на фотопластинке, полученной еще 25 декабря 1907 года. После этого комета скрылась в лучах Солнца; нигде больше, кроме гейдельбергской обсерватории, ее, к сожалению не наблюдали. Сравнение фотографических наблюдений Вольфа с эфемеридой кометы Энке обнаружило, что положение кометы, открытой Вольфом, значительно до 47' и очень своеобразно отклоняются от эфемериды, незадолго перед этим опубликованной Пулковским вычислителем Каменским. Баклунд, уже давно занимающийся теорией движения кометы Энке, показал, что наблюдениями Вольфа нельзя удовлетворить никакими изменениями элементов кометы Энке; он сделал два предположения: 1. открытая Вольфом комета ничего общего с кометой Энке не имеет; 2. комета Энке разделилась, и отделившиеся части стали двигаться по орбитам, отличным от прежней орбиты: наблюдения Вольфа могут относиться к одной из этих частей. Эбиль в Киле и Вейс в Вене пытались определить орбиту кометы 1908a непосредственно из наблюдений Вольфа. Эбель получил параболическую орбиту, узел и наклонение которой были довольно близки к соответствующим элементам кометы Энке, но время прохождения через перигелий получилось 6 декабря 1907 года вместо 30 апреля 1908 года. Вейс, ввиду того, что первые два наблюдения Вольфа не согласовались с пятью остальными, сделал предположение, что Вольф наблюдал не одну, а две разделившиеся кометы Энке, что первые два снимка относятся к одному, а остальные к другому «куску» кометы. Вейс указывает, что последним пяти наблюдениям можно удовлетворить бесчисленным множеством орбит, совершенно не похожих друг на друга. Задача, таким образом, является неопределенной. Возможно, вопрос об этой комете так и останется нерешенным, вследствие недостаточного числа наблюдений. Комета 1908в - несомненная комета Энке. Она была открыта Водогатом на Мысе Доброй Надежды 27 мая, спустя месяц после прохождения через перигелий и наблюдалась фотографически до 5 июня, оставаясь, все время крайне слабым объектом. Отклонения от эфемериды по астрономическим масштабам, были значительны - до 1° 27'. Вопрос о причине этих отклонений пока остается открытым».

На основании представленных наблюдений можно было предположить, что в момент прохождения вблизи перигелия, в конце 1907 года, под действием термического нагрева или гравитационных сил, комета Энке раскололась и продолжала полет в виде двух или трех самостоятельных тел, одно из которых вероятно и столкнулось с Землей 30 июня 1908 года. Макс Вольф 30 июня того же года стал свидетелем еще одного явления связанного с Тунгусской катастрофой – он пронаблюдал, а затем подробно описал необычное свечение ночного неба и сияние аномально ярких серебристых облаков, произошедшее через 15 часов после сибирского взрыва. Но вот связать эти два события ему так и не удалось. Лишь в 1910 году он попытался объяснить природу световых аномалий лета 1908 года. Видимо, это одно из первых предположений о природе Тунгусской катастрофы: «Мне кажется вероятным, что также и в этот день Земля вошла в контакт с кометным облаком».

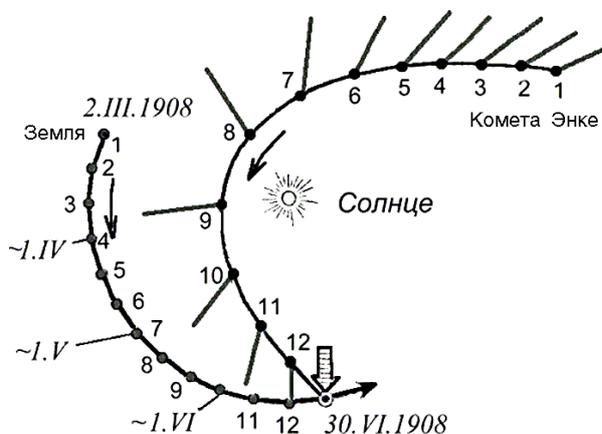


Рис. 1

потоком  $\beta$ -Тавриды, генетически связанного с орбитой кометы Энке [Зоткин, 1969]. Позже, в 1978 году,

чехословацкий астроном Любар Кресак [Kresak, 1978] из Братиславы, не зная о работе своего московского коллеги, подтвердил это предположение своими вычислениями, показав, что Тунгусский метеорит мог быть осколком кометы Энке. Он рассчитал, что в этом случае «осколок» столкнулся с Землей со скоростью около 31 км/сек. Любопытно, что ни тот, ни другой из астрономов, видимо, не знали о наблюдениях Макса Вольфа (рис. 1).

У юристов существует понятие «косвенный факт». Так вот, беру на себя смелость утверждать, что по совокупности косвенных фактов тунгусское тело являлось осколком кометы Энке. Какие это факты? Помимо перечисленных, это общеизвестные: отсутствие крупных фрагментов космического вещества на месте катастрофы, находка в тунгусских торфах геохимиком Е. М. Колесниковым вещества, близкого по составу кометным льдам и углистым хондритам [Колесников, 2000]. Обнаружение Л. А. Куликом в первых экспедициях множественных повреждений болот в виде круглых депрессий при полном отсутствии в них следов метеоритного вещества.

Бесспорно, что существуют факты, явно противоречащие данной точке зрения, но, как мы знаем, от них не защищены и иные гипотезы. Из этого следует, что при изучении Тунгусского события мы столкнулись либо с принципиально новым явлением природы, что весьма маловероятно, либо в процессе его изучения приписали этому событию факты, ничего общего с ним не имеющие. И, что более вероятно, мы слишком мало знаем о природе комет и астероидов.

### Геофизический аспект проблемы

Как показало время, объяснение оптических аномалий лета 1908 года является своеобразным тестом для всех ныне существующих гипотез.

Существует устойчивое заблуждение, что оптические аномалии, относящиеся к Тунгусской катастрофе, начали развиваться еще до начала известных событий 30 июня 1908 года. Имеется несколько серьезных аргументов, противоречащих этому утверждению. Во-первых, астрономический, согласно которому космическое тело, двигающееся со скоростью порядка 30 км/сек, за сутки до сближения с Землей будет находиться в 6,5 раз дальше орбиты Луны. То есть исключается возможность взаимодействия сравнительно небольшой кометы (ядро  $100 \pm 50$  м. в поперечнике), а уж тем более астероида с атмосферой Земли до момента их столкновения [Сурдин и др., 1982].

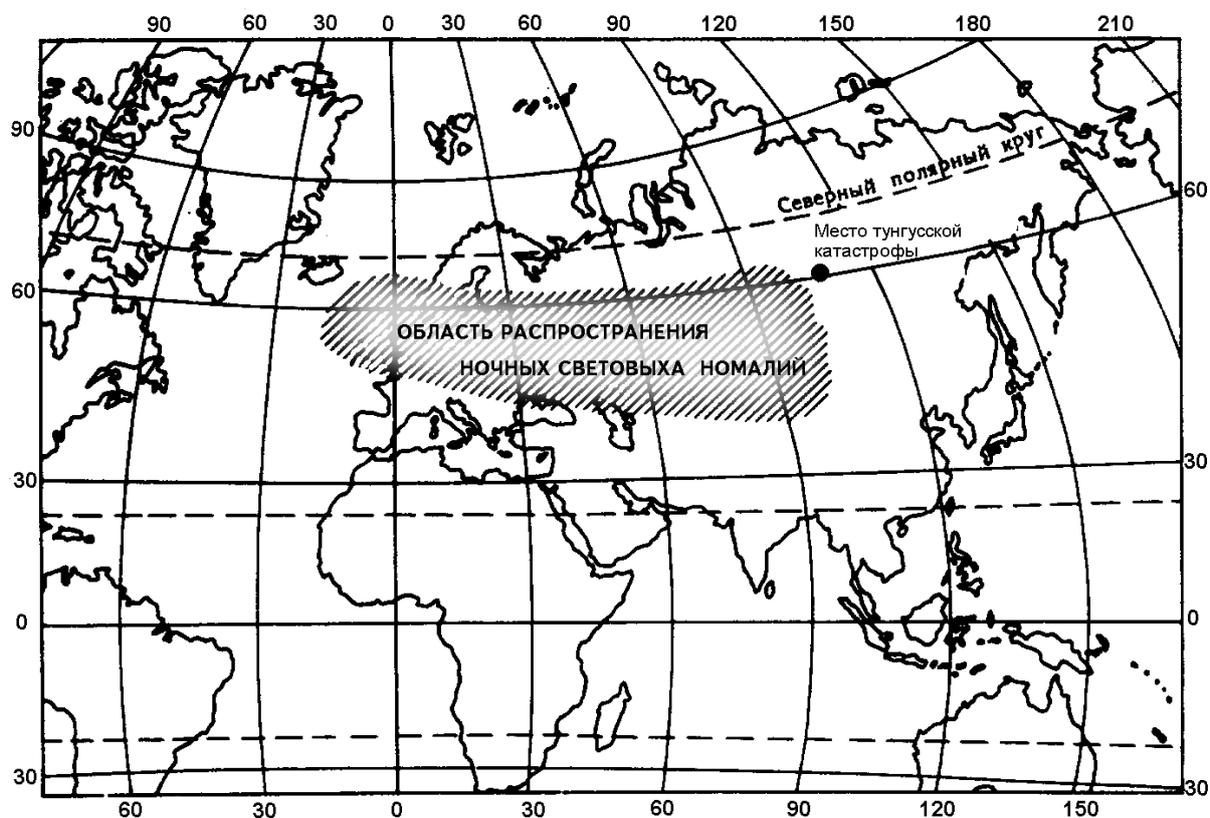
Теперь попробуем рассмотреть другой сценарий. Предположим, что Земля вошла в облако космической пыли (аналог метеорного потока) за 10 суток до столкновения. По утверждению сторонников «ранних аномалий», они начались 21-25 июня, т.е. за 5-10 суток до сближения с Землей [Васильев и др., 1965]. Даже если допустить, что диффузное вещество Тунгусского космического тела было распределено по орбите и начало выпадать на Землю намного раньше основной массы, то, принимая во внимание суточное вращение и циркуляцию верхних слоев атмосферы, мы будем наблюдать развитие оптических аномалий по всей поверхности Земли, чего в действительности не происходило. Локальное проявление аномалий прямо указывает на ограниченный временной характер события (например, взаимодействия космического вещества ТМ с атмосферой Земли).

Одним из ключевых моментов в понимании природы Тунгусской катастрофы является объяснение световых атмосферных аномалий, наблюдавшихся летом 1908 года и получивших кульминационное развитие в ночь с 30 июня на 1 июля. Существенную, если не основную, роль в этом событии сыграли серебристые облака (СО). Аргументом против ранних проявлений оптических аномалий, относящихся к Тунгусскому событию, можно считать летний максимум появления СО. В работах [Ромейко, 1991; 1997] предложен механизм образования аномалий за счет формирования мощного поля СО, инициированного высотным взрывом Тунгусского тела.

Серебристые, или как их еще называют *noctilucens clouds* (ночные светящиеся облака) образуются в пограничном слое атмосферы Земли на высотах от 75-95 км, относящихся к мезопаузе. В летний период в средних широтах в этом слое формируются наиболее низкие температуры на земном шаре способствующие периодическому образованию мельчайших кристаллов льда, из которых собственно образуются СО. Солнечные лучи в летний период круглые сутки освещают мезопаузу, тем самым создавая условия видимости СО в ночное время. Природа СО пока до конца нам не понятна, но особенности их появления изучены достаточно хорошо. Известно, что максимум видимости СО в северном полушарии приходится на последнюю декаду июня и частично на первую декаду июля [Ромейко, 1991]. Их видимая яркость определяется оптической массой, которая во многом зависит от температурного режима и динамической стабильности мезопаузы. Морфологические формы облаков чаще всего носят волновой характер, реже вихревой, и также зависят от состояния верхней атмосферы.

Появление СО летом 1908 года необходимо рассматривать поэтапно. Первые сообщения, относящиеся к 21-23 июня, являются типичными для летнего максимума серебристых облаков и не представляют значительных трудностей при их интерпретации. 29 июня число сообщений увеличилось до 9, что еще не является аномалией. Так, в 1885 году, в год открытия серебристых облаков, т.е. при минимуме знаний об этом явлении, в ночь с 23 на 24 июня их наблюдали в 5 пунктах, а с 7 на 8 июля в 7 пунктах. Аналогичную ситуацию можно обнаружить позже, например, с 30 июня на 1 июля 1934 года. То есть важно отметить, что ситуация до 30 июня 1908 года, являлась типичной в проявлении летнего максимума СО.

В ночь с 30 июня на 1 июля 1908 года возникновение СО носит характер «вспышки». Достоверно удалось отождествить появление облаков в 46 пунктах (в остальных 60 пунктах отмечен лишь факт возможных наблюдений без конкретных указаний). По долготе поле СО распространилось на  $48,5^\circ$ , т.е. на 3300 км. Что это означает? Если учесть, что «типичные» СО появляются в среднем на высоте около 10 градусов над горизонтом, при их истинной средней высоте 82,3 км, то из чисто геометрических построений следует, что они находятся от наблюдателя (в проекции на земную поверхность) на расстоянии чуть более 400 км. Из этих расчетов следует, что вся область оптических аномалий была полностью покрыта ночными светящимися облаками. В южных районах их влияние проявилось за счет механизма вторичного рассеяния в виде слабых непрекращающихся сумерек. Даже беглый анализ представленных в работах [Васильев и др., 1965; Зоткин, 1961] материалов с точки зрения исследователя СО показывает наличие аномально яркого и протяженного поля облаков с сильно развитыми морфологическими структурами, типичного для годов с низкой солнечной активностью. Количество сообщений об их появлении за одну ночь 30 июня 1908 года превысило 100 на сравнительно малой территории, что не находит аналогов за всю историю наблюдений, начиная с 1885 года по сегодняшний день. По результатам обработки материалов наблюдений удалось установить, что область максимального проявления световых аномалий и появления СО, расположенная в северном полушарии, занимала площадь не менее 10-13 млн.



км<sup>2</sup> [Ромейко, 1991] (рис.2).

На связь оптических аномалий лета 1908 г. с летним максимумом серебристых облаков ранее указывали Фесенков [1961], Шредер [1972] и ряд других авторов.

Типичным «эффектом появления серебристых облаков» были:

1. Значительное увеличение продолжительности сумерек в средних и южных широтах.
2. Указания наблюдателей на необычные флюорисцирующие облака резко очерченных форм (заметим, что в ночной период времени тропосферные облака имеют размытые формы и темную окраску).
3. Периодическое изменение яркости неба, происходившее из-за повсеместного движения полей серебристых облаков, иногда имевших вблизи горизонта буро-красные тона.

Из известных гипотез, природу оптических аномалий на данный момент может объяснить лишь одна – кометная.

## Заключение

Постараемся на основе всех имеющихся на данный момент фактов воссоздать современный портрет «Тунгусского метеорита».

Незадолго до столкновения с Землей (чуть более полугода), небольшая, но достаточно известная короткопериодическая комета Энке под действием термического нагрева и приливных сил распадается на части буквально на глазах у астрономов [Ромейко, 2006] Явление, в общем-то, не редкое: распад кометы Шумейкерова-Леви 9 (июль 1994 г.), кометы Швасмана-Вахмана (апрель 2006 г.).

Движение кометы происходило со стороны Солнца, что не позволило ее наблюдать в ночное время, т.е. предвидеть ее столкновение с Землей. 30 июня, около 7 утра местного времени, осколок кометы Энке, поперечником приблизительно в 100-150 м [Сурдин и др., 1982], со скоростью порядка 30 км/сек, внедрился в атмосферу Земли, где-то в районе северной оконечности Байкала, т.е. в 700-760 км от эпицентра взрыва. Общее направление движения – ССЗ. Из-за наличия грязного кометного льда внешне полет этого тела напоминал полет типичного метеорита. [Коваль, 1982].

Предполагается, что кометное ядро представляло собой смерзшийся конгломерат льдов, состоящий, главным образом, из летучих соединений Н, С, N и О, и минеральной пыли. Что во многом подтверждается свидетели полета ТМ. Из-за того, что опрос очевидцев проводился поэтапно в разные годы, (благодаря чему наслаивались разные события), произошла значительная путаница в определении траектории полета. В том же 1908 году, но только 11 августа в послеобеденное время, над центральной Сибирью пролетел второй дневной болид, внесший определенную путаницу в показания очевидцев. Двигался он, в отличие от Тунгусского, с юга на север. (Эти малоизвестные данные в 70-е годы обнаружил в губернских архивах известный тунгусский исследователь Д. Ф. Анфиногенов). Астроном И. Т. Зоткин совместно с математиком А. Н. Чигориным [1988], отобрав несколько десятков показаний очевидцев с астрономическими привязками полета, дают азимут равный 294° (в 2001 г. азимут был уточнен по показаниям 49 очевидцев с реки Нижней Тунгуски и составил 255°).

Ледяное ядро кометы, обладая гигантским запасом энергии (по массе и скорости) внедрилось глубоко в атмосферу Земли и на высоте 5-10 км разрушилось – модель, предложенная С. С. Григоряном [1976], В. П. Коробейниковым и др. [1990]. При движении в атмосфере вблизи места взрыва тунгусский болид начал активно дробиться, резко увеличиваясь в объеме и наращивая свой электростатический потенциал. Достигнув палеовулкана вблизи Ванавары, болид разрядился [Соляник, 1980], [Невский, 1987], произведя множественные повреждения деревьев [Ромейко, 1996], после чего произошел химический взрыв. Идея подобного взрыва была предложена М. Н. Цынбалом, В. Э. Шнитке [1986]. Часть вещества сторела, часть выпала на почвы и мхи в виде мелкой пыли, а часть, срикошетировав, ушла дальше на северо-запад, а возможно, и вылетела за пределы атмосферы. Об этом писал известный астроном И. С. Астапович [1963]. Струи раскаленных газов, а может быть и отдельные фрагменты кометного льда, с огромной скоростью ударили в поверхность Большой котловины палеовулкана, образовав на ее заболоченной части множественные повреждения. Затем в этих местах возникли термокарстовые воронки, внешне напоминающие метеоритные кратеры. (Еще болотовед Л. Шумилова в 1930 году обратила внимание на необычные повреждения торфяников котловины). Баллистические и ударные волны оставили свой след в тайге в виде сложной конфигурации лесоповала. Мощный, высотный взрыв стал источником особого вида волн (специалисты в области физики атмосферы их называют акустико-гравитационные), распространившихся по границе атмосферы вблизи мезопаузы на высоте около 80 километров. По всей видимости, они образовали плотное поле светящихся серебристых облаков, отмеченное наблюдателями в Центральной Европе и Западной России в виде ночных оптических аномалий. [Ромейко, 1991].

Конечно, в этом сценарии есть свои сложности и определенные «натяжки», но пока он, по мнению автора, единственный дает целостную картину Тунгусского явления без привлечения разного рода экзотических условностей и допущений.

## Литература

- Астапович, И. С.** Несостоятельность гипотезы падения на Землю Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. [Текст] / И. С. Астапович // *Астрономический циркуляр*. – 15 апреля 1963. – № 238. – С. 2-4.
- Григорян, С. С.** К вопросу о природе Тунгусского метеорита [Текст] / С.С. Григорян // *ДАН СССР*. – 1976. – Т. 231, № 1. – С. 57-60.
- Зоткин, И. Т.** Об аномальных оптических явлениях в атмосфере, связанных с ТМ [Текст] / И. Т. Зоткин // *Метеоритика*: сб. ст. – М., 1961. – Вып. 20. – С. 40-53.
- Зоткин, И. Т.** Аномальные сумерки, связанные с Тунгусским метеоритом [Текст] / И. Т. Зоткин // *Метеоритика*: сб. ст. – М., 1969. – Вып. 29. – С. 171-177.
- Зоткин, И. Т.** Определение радианта Тунгусского метеорита по визуальным наблюдениям очевидцев [Текст] / И. Т. Зоткин, А. Н. Чигорин // *Актуальные вопросы метеоритики в Сибири* : сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1988. – С. 85-96.
- Коваль, В. И.** Особенности Тунгусского болида [Текст] / В. И. Коваль // *Астрономический циркуляр*, 25 января 1982. – № 1206. – С. 3-4

- Коробейников, В. П.** Тунгусский феномен: газодинамическое моделирование [Текст] / В. П. Коробейников, П. И. Чушкин и др. // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 59-79.
- Невский, А. П.** Электроразрядный взрыв Тунгусского метеорита [Текст] / А. П. Невский // Техника – молодежи. – 1987. – № 12.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г.Ф. Плеханов. – М.: Наука, 1965. – 111с.
- Ромейко, В. А.** Об оптических аномалиях, сопровождавших Тунгусское явление [Текст] / В. А. Ромейко // Астрономический циркуляр, 1982. – № 1206.
- Ромейко, В. А.** О природе оптических аномалий лета 1908 года [Текст] / В. А. Ромейко // Астрономический вестник. – 1991. –Т. 25, № 4. – С. 482-489.
- Ромейко, В. А.** Определение уровня освещенности в период действия световых аномалий ночью 30 июня 1908 года [Текст] / В. А. Ромейко // Тунгусский вестник КСЭ. – 1997. – № 5. –С. 19-25,
- Ромейко, В. А.** Необычное открытие на месте Тунгусской катастрофы [Текст] / В. А. Ромейко // Тунгусский вестник КСЭ. – 1996. – № 3. – С 16-18.
- Ромейко, В. А.** Огненная стезя Фаэтона. Эхо далекой Тунгуски [Текст] / В. А. Ромейко. – Москва : Вече, 2006. – 480 с.
- Следы кометного вещества в торфе с места взрыва Тунгусского космического тела** [Текст] / Е. М. Колесников, А. И. Степанов, Е. А. Горидько и др. // Тунгусский вестник КСЭ. – 2000. – № 11.
- Соляник, В. Ф.** Тунгусская катастрофа 1908 г. в свете электрической теории магнитных явлений [Текст] / В. Ф. Соляник // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей : сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1980.
- Сурдин, В. Г.** К вопросу о Тунгусском метеорите [Текст] / В. Г. Сурдин, В. А. Ромейко, В. И. Коваль // Астрономический циркуляр. – 1982. – № 1206.
- Фесенков, В. Г.** О кометной природе Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фесенков // Астрон. журн. – 1961. – 38. – Вып. 4. – С.577-592.
- Цынбал, М. Н.** Газовоздушная модель взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1986.
- Kresak L. The Tunguska object : a fragment of comet Encke ? *Bull. Astron. Inst. Czechoslov.*, 1978, 29, 129-134
- Schroder W. der W.Untersuchungen zur Tunguska - Katastrophe und den hochatmospharischen Erhellungen von 30 Juni 1908. // "Z.Geophys" , 1972. 38, # 1,Р. 179-182

В. И. ЗЮКОВ (Троицк)

## АТМОСФЕРНЫЙ «ПОРТРЕТ» ТУНГУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА В СВЕТЕ ПРЕНЕБРЕГАЕМЫХ СВИДЕТЕЛЬСТВ ОЧЕВИДЦЕВ

Природу невозможно заставить говорить то,  
что нам хотелось бы услышать.

Илья Пригожин [1986, с. 44]

Антология очевидцев [Васильев и др., 1981] включает в себя около 800 свидетельств. Многие из них, в том числе полученные опросами в 60-70-е годы, в той или иной мере, используются при анализе Тунгусского События (см., например, [Бронштэн, 2000, с. 186-188]). Свидетельские показания остаются одним из главных источников для определения траектории и характера разрушения Тунгусского космического тела (ТКТ) в атмосфере.

Однако имеет место пренебрежение целыми массивами свидетельств без достаточных оснований, по принципу – «этого не может быть».

Так, существуют многочисленные указания очевидцев на продолжительную «канонаду» на завершающей стадии Тунгусского События, подобную выстрелам из артиллерийских орудий, которая, по различным свидетельствам, длилась от десятков секунд до десятков минут [Васильев и др., 1981]. Показания очевидцев, находившихся в зоне лесоповала, также свидетельствуют о неоднократных ударах и даже со световыми вспышками [там же, с. 55].

К сожалению, по сейсмическим и барографическим данным из-за особенностей тогдашней аппаратуры нельзя сделать вывод о единичности или множественности взрывов, как в эпицентре, так и в других местах, если они были менее мощными и приход сейсма от них происходил в течение часа-полутора (время затухания колебаний иркутского сейсмографа составило 1 час. 46 минут [Пасечник, 1976]) после фиксации сейсма основного взрыва.

В аспекте нашего рассмотрения неважно, сколько было ударов и сколько именно секунд или минут слышалась такая «пальба», уподобляемая некоторыми очевидцами по производимому впечатлению камнепаду. Главное, эти сообщения противоречат представлению об одномоментности взрыва. Обращение к эхо, на наш взгляд, не проясняет особенностей восприятия очевидцами звуковых явлений, во всяком случае, практически никто из свидетелей, включенных в уже упомянутый каталог очевидцев, сам не сравнивает услышанные ими звуки с эхо.

Другая группа свидетельств, тоже многочисленная, касается атмосферных явлений в период пролета ТКТ, а также минутами и часами позднее. Они касаются «мороков», «потемнений», «радуг», белесых «столбов», «покраснений», разноцветных «полос» и выпадения осадков в виде дождя и даже града. Эти показания группируются, в основном, в районе двух местностей: в окрестностях Преображенки (к востоку от эпицентра) и Кежмы (к югу от эпицентра). Отмечаются они и в районе лесоповала и вблизи него, а также в Енисейско-Канском бассейне.

В доказанцевский период исследований все эти свидетельства могли не рассматриваться, как примечательно важные. Они могли лишь способствовать уточнению мелких деталей «портрета» ТКТ после нахождения его остатков на земле. После анализа его вещества картина разрушения приобретала бы определенную ясность.

Пренебрежение указанными свидетельствами в последующее время менее аргументировано.

Наибольший ущерб невниманию к этим сообщениям наносит гипотезам, которые условно можно обозначить как относящиеся к метеоритно-кометному или астероидальному ряду (или, более широко, гипотезам естественного космического тела), когда необнаружение выпадения вещества при отсутствии характерного дымного или белесого следа (подобного инверсионному следу за самолетом) во время пролета ТКТ в нижней стратосфере и тропосфере, связанного с попаданием в атмосферу нелетучих соединений, в то время как на гигантской территории (по крайней мере, между Прибайкальской впадиной на юго-востоке, Енисеем на западе и Нижней Тунгуской на севере) наблюдались световые и звуковые явления, становится для них уязвимым местом. Настолько, что сторонники гипотез геотектонического ряда резонно ставят под сомнение сам факт пролета какого бы то ни было вещественного тела космического происхождения [Ольховатов, 1997].

Однако обращение к такому веществу, как вода в ее твердом фазовом состоянии [Зюков, 2000; 2002] способно помочь прояснить и те стороны Тунгусского События, которые зафиксированы в пренебрегаемых свидетельствах очевидцев. Конечно, в связи с таким представлением о веществе ТКТ возникнут и новые вопросы, которые потребуют разработки и детализации.

В случае движения испаряющегося гигантского айсбергоподобного ледяного клатратного тела линейным размером 200-300 метров и массой несколько десятков миллионов тонн от экзосферы через обширную зону отрицательных температур до тропосферы и вплоть до момента взрывного разрушения в нижней тропосфере сопутствующие атмосферные явления на качественном уровне могут быть интерпретированы именно таким образом, как их воспринимали очевидцы.

Во-первых, высота «загорания» такого огромного болида ввиду свечения собственных, а не только атмосферных, атомов и молекул в ударной волне будет значительно (но, все-таки, не в разы) выше 110-130 км, высот начала свечения в дневное время, характерных для обычных метеоритов [Бронштэн, 2000]. В результате ТКТ при относительной пологости траектории может быть замечено гораздо дальше от эпицентра и от проекции траектории, что, в частности, подтверждается вызывающими доверие ранними сообщениями из Малышевки, Нижне-Илимска и Кежмы при всех неопределенностях с траекторией движения ТКТ.

Во-вторых, как известно, все виды дождевой облачности в атмосфере образуются в результате испарения воды с поверхности земли и наблюдаются не выше тропосферы. На высотах порядка 30 км могут наблюдаться тонкие перламутровые облака, а на высотах примерно 80 км – серебристые облака. В случае ТКТ источником молекул воды является само космическое тело, причем предварительно, до повторного воспроизводства молекул и капелек воды, вода вместе с растворенными в ней соединениями претерпит в ударной волне превращения, связанные с диссоциацией и ионизацией молекул. Горячий газ в хвосте ледяного тела после области турбулентности будет расширяться и охлаждаться, поднимаясь при этом в верх атмосферы и расплываясь в горизонтальном направлении, сдвигаясь относительно поверхности земли вместе с атмосферными потоками, имевшими место на соответствующих высотах. Образующийся при этом водяной пар будет прозрачным для земного наблюдателя, а затем, по мере увеличения степени обводненности воздуха (приближения к «точке росы»), начнется образование капелек воды. Макроскопические частицы воды начнут опускаться вниз, и, вымерзая, будут образовывать ледяную пыль. Таким образом, по трассе пролета ледяного болида может образовываться обширный водо-ледяной «хвост», который, однако, на больших высотах будет практически мало заметен и достаточно быстро рассеиваться.

Но по мере продвижения ТКТ к тропосфере резко возрастет количество испаряемой воды, так что можно ожидать образования локальной облачности из ледяных кристалликов на непривычно больших высотах (можно полагать, порядка 20-40 км), которая будет идентифицироваться не как обычные кучевые или дождевые облака, а как, скорее, своеобразные «мгла» и «потемнения» в дневной атмосфере, которые тоже будут относительно быстро расплываться.

Следы от таких «потемнений» и «мглы» могут наблюдаться в месте расположения наблюдателя на земле в виде теневой проекции от таких «облаков». Излишне говорить, что капельки воды с таких высот не достигнут поверхности земли, ввиду большой протяженности пути их падения, мелкого размера ледяной пыли и капелек воды и ненасыщения водяными парами нижерасположенных слоев атмосферы в день События.

Наконец, в тропосфере из десятков тонн испаряемой в секунду воды сможет образовываться полосообразная, расположенная ниже ТКТ, пароводяная завеса с клубами «дыма», завихрениями и тому подобное по трассе его движения. Могут происходить локальные выпадения дождя и даже града, как во время пролета ТКТ, так и некоторое время после его полного разрушения.

Ввиду отмечаемой очевидцами ясной и безветренной погоды на всей территории, так или иначе затронутой явлениями Тунгусского События, можно предполагать, что в этот день здесь господствовал антициклон. Антициклоны в тропосфере перемещаются с запада на восток со скоростью порядка 30 км/час, отклоняясь по большей части к низким широтам. Поэтому можно считать, что «водяные эффекты» ТКТ в первые минуты, следующие за пролетом тела, не сдвигались в атмосфере из-за атмосферных течений в тропосфере, во всяком случае, в западном направлении и вообще на многокилометровые расстояния, а были как бы «привязаны» к трассе движения ледяного тела.

Обратим внимание на положение Солнца. В момент Тунгусского События Солнце было, практически, на востоке ( $2^{\circ}$  южнее от направления на восток), а его высота над уровнем горизонта составляла около  $28^{\circ}$ , что позволяет в противоположном от него направлении видеть отрезок основной радуги, если водо-капельная завеса (достигающая или не достигающая земли) попадет в сориентированный через наблюдателя на Солнце конус с углом раствора  $42^{\circ}$  для основной радуги и  $53^{\circ}$  – для дополнительной радуги (т.е., в прямо противоположном Солнцу западном направлении вершина основной радуги может быть видна под углом  $14^{\circ}$ , а вершина дополнительной – с обратным расположением цветов – под углом  $25^{\circ}$ , углы основания радуги для географического горизонта составят  $32^{\circ}$  и  $48^{\circ}$  соответственно в обе стороны с точностью  $2^{\circ}$  от направления на запад). В зависимости от размера капель (от 2 мм до 0,04-0,05 мм) радужный цвет меняется от ярких, с неравномерным ослаблением цветов спектра, до белесых. Водо-капельная завеса освещается также и световым излучением со стороны «ореола» самого ТКТ. При наблюдении капельной завесы большой толщины в направлении Солнца характерен красный цвет, подобная расцветка может быть и при наблюдении в противоположном направлении от Солнца.

Отсюда видно, что в данном случае создается довольно широкий диапазон условий для рассеяния и преломления солнечных лучей и, соответственно, для светового восприятия наблюдателем ограниченной в пространстве, движущейся вместе с ледяным телом и располагающейся под ним и, может случиться, несколько выше него довольно широкой по сравнению с линейным размером тела водо-ледяной «мглы». В отдельных направлениях ТКТ просматривалось сквозь «морок», что не могло не сказываться на восприятии цвета, формы, размеров тела и его «ореола».

Кроме того, следует учесть, что на заключительной стадии движения от ТКТ взрывообразно отделялись фрагментарные куски, большинство из которых испарялось, не достигая земли, что также накладывало свой отпечаток на видимые цветовые и световые явления в окрестностях тела и его траектории. В частности, «столбы» или «облачка» некоторое время могли как бы «зависать», т.е. оставаться, практически, на месте до их полного исчезновения.

Для иллюстрации приведем лишь несколько свидетельств, относящихся к Тунгусскому Событию.

#### Южное направление (с юга в сторону эпицентра):

Брюханов А. К. (Кежма, 215 км от эпицентра, 192<sup>0</sup>): «Выскочил, как был, на улицу и сразу на небо взгляд кинул, потому слышно – шум оттуда. И вижу: синие, зеленые, красные, жаркие (оранжевые) полосы по небу идут, шириной они с улицу. Погасли полосы, и снова послышался грохот, и земля затряслась, и снова показались полосы и ушли «под север». Казалось, что они верст за 20 от Кежмы» [Васильев и др., с. 72-73].

Брюханов Т. И. (д. Заимская, 254 км от эпицентра, 196<sup>0</sup>): «Мы лежали в лодке..., увидели перед собой на северо-западе лучи косиком, широким концом книзу, летевшие к северу. Долетев до земли, они скрылись за лесом, а на их месте, на той полосе по небу, по которой летели лучи, образовалось много клубов дыма. Когда скрылись лучи, на воде образовались небольшие волны... Лучи были огненно-красного цвета, яркие, но смотреть на них можно было без боли в глазах» (подчеркнуто мною, В.З.) [там же, с. 73-74].

Привалихин С. И. (Кова, 330 км от эпицентра, 197<sup>0</sup>): «Позади пламени оставалась как бы пыль: она вилась клубками, а от пламени оставались еще синие полосы» [там же, с. 74].

Нечаев В. Г., 1901 г. рождения (Кежма): «Было лет 7. Шли по улице... С востока на север летел огонь красный, хвост огнями разного цвета. Сначала тело, на большом расстоянии хвост. (Что в промежутке – точно не помнит.) Хвост лентами, как будто слоями положено. Разноцветные, как в радуге. Все тело черное» [там же, с. 127].

Шестаков С. В., 1900 г. рождения (Кежма): «Темная полоса на север, сверху вниз. Полоса более дымнее, чернее, чем от реактивного самолета. Широкая, шире солнца раз в 10» [там же, с. 128].

Голубева М. Т., 1897 г. рождения (Кежма): «Лет 11-12 было. Шевелились дома, окошки повывлетали. Полосы видели, глядело небо кровью. Красные облака само собой, а полосы – столбами. Красные и желтые. Принаклонились снизу вверх. На север ушли» [там же, с. 129].

Брюханов И. Г., 1891 г. рождения (Кежма): ««Было несколько полос различного цвета, красный, синий, видел только половину дуги»... На вопрос был ли черный дым, ответил, что «был морок немного сначала и потом». О том, что «был морок» упоминал несколько раз» [там же, с. 173].

Сизых А. Д., 1888 г. рождения (Алешкино (на острове), 268 км от эпицентра, 198<sup>0</sup>): «Летело немного медленнее молнии. За ним полоса осталась. Красное прошло, а потом белеть стало. Полоса стала пошире, потом уже маленько вилюльками пошла. Стала исходить, минут 10 расходилась» [там же, с. 131].

Панов П. А., 1892 г. рождения (Алешкино, юго-западнее Кежмы): «Шумище, ой шумище! Затряслось все. Думали, что загорелось. Выбежали на улицу: идет комок по небу полосой. Большой, как дождь собирается (туча?). Гораздо больше солнца. Дымный, чернуший. (Высота 7<sup>0</sup>, азимут 282<sup>0</sup>. Азимут другого конца – 18<sup>0</sup>). Ровно шел. На равной высоте. Гремело полчаса. Земля дрожала» [там же, с. 132].

Ступина А. С., 1893 г. рождения (Баншиково, 375 км от эпицентра, 176<sup>0</sup>): «Когда стучало, было светло, потом как ночь пала, потом снова день» [там же, с. 120].

Карнаухов И.И., 1888 г. рождения (Тутама, 290 км от эпицентра, 170<sup>0</sup>): «Солнце было. Грохот пошел, морока (тучи) заходили. Там, где грохот шел, облачка появились серые...» [там же, с. 122].

#### Восточное направление (с востока в сторону эпицентра):

Фаркова М. С., 1891 г. рождения (Мога, 346 км от эпицентра, 102<sup>0</sup>): «Стала смотреть и увидела летящий огненный снап. От него исходили три полосы, которые я хорошо запомнила: Желтая, посинее и бордовая. Когда огненный снап скрылся за горизонтом в западном направлении от деревни Мога, то вскоре послышались взрывы» [там же, с. 182].

Сафьянникова А. Р. (Ерема, 291 км от эпицентра, 98<sup>0</sup>): «Летело светящееся тело, потом в небо вышел столб. От столба расходился в разные стороны дым. Небо вскрылось ящиком, был град. Грохот был. Туча была темная, словно с горы камень валился» [там же, с. 203].

Фарков Михаил, 1900 г. рождения (Ерема): «Небо стало рябое. Сразу стемнело. Стало пасмурно... Летело на север как пламя, потом – огненный снап... Сзади оставался оттенок огня, красная заря (высота 45<sup>0</sup>)» [там же, с. 203].

Коненкина Н. А., 1890 г. рождения (Преображенка, 347 км от эпицентра, 103<sup>0</sup>): «Летел снап, потом небо потемнело, зазвенели стекла. Сноп был красный, как огонь. Так и упал. Пошел дым. Морок стал» [там же, с. 197].

Головина З. Ф., 1894 г. рождения (Преображенка): «Неожиданно загремел гром, несмотря на чистое небо. Потом потемнело, свет стал, как в сумерки. Посмотрела вверх – летел огненный снап красного цвета по направлению к СЗ» [там же, с. 198].

«Часа в 2 между Киренском и Н-Карелинском (ближе к Киренску) в тот же день была обыкновенная гроза с проливным дождем и градом» [там же, с. 6] (примерно 480 км от эпицентра, 132<sup>0</sup>).

Юрьев Виталий: «Отец жил на р. Н. Тунгуске, в с. Жданово. Видел полет, сопровождаемый грозой и ливнем» [там же, с. 210] (332 км от эпицентра, 98<sup>0</sup>).

Алкснис Д. И. (Преображенка): «Смотрим – над лесом в сторону амбарчиков (азимут 285<sup>0</sup>) летят большие раскаленные камни, и то место покрылось огненной полосой. После этого долгое время пахло гарью» [там же, с. 197]. (Ср. с показанием Аксенова И.И. по упоминанию запаха, см. ниже).

#### Район лесоповала (эпицентра События) и вблизи него:

Настя Джонкоуль (р. Хушма): «Хорошая погода стояла, вдруг дождь пошел, сильный ветер поднялся, утащил берестяной чум. Упал большой камень, большой как чум, подскочил два или три раза, а потом утонул в болоте. Камень был блестящий, черный, падал со страшным звуком – у-у-у-у. Деревья раскидало, выворотило с корнем» [там же, с. 94].

«Дед Иннокентий часто сравнивал падение «тунгусского чуда» со страшной грозой необыкновенной силы, проходившей широким фронтом в июле 1932 г. Гроза светилась красным светом» [там же, с. 113].

Масморо Трофим, 1888 г. рождения (р. Подпорожная): «Утром были тучи с дождем и темно, как ночью. Был гром, летели искры... Гром был с более сильными тремя последними ударами... Тряслась земля. Тучи и дождь были до последнего удара, затем снова стало ясно. Направление туч то же, что и тела» [там же, с. 113-114].

Елкина А. Я., 1889 г. рождения (Северная Чуя): Все небо было красное и не только небо, все вокруг было красным – земля и небо. Затем сильный гром был» [там же, с. 105].

Аксенов И. И., 1884 г. рождения (р. Якукта): «...«вдруг все стало красным». Испугался, вскинул голову – «а в этот момент ударило» и он потерял на какое-то время сознание... У эвенков обычай: где горит – идти тушить. Пришли в район речки Шелле (Шелье) один км от берега Чамбы. Там были две горы, которые они хорошо знали, т.к. с одной из них они брали камень для точки ножей. Оказалось, что одна гора провалилась, образовалась яма, и ее затопило озером, а вторая наполовину срезана. Вода в озере ходила кругом, а на поверхности плавало нечто беловатое – «сало», не то бензин (по запаху)» [там же, с. 106].

Несколько подобных свидетельств имеется и далеко на востоке от эпицентра вблизи Енисея. Вот, например, наблюдение из с. Клюквино (100 км от Красноярска, 720 км от эпицентра, 221<sup>0</sup>). Фирсов И. П. Сообщает: «В июне 1908 г., числа не помню, ранним утром, лишь только начало светать, наш временный поселок... был разбужен странным шумом и ярким светом на небе... Освещение было чрезвычайно яркое, и слышен был сильный гул. Верующие стали на колени, начали молиться богу, крича, что пришел конец света. Чудо это народ назвал «метлой»... Нам казалось, что метеорит летел не так уж высоко. При полете от него отделились большие светлые полосы, и эти полосы продолжали свой путь вслед за метеоритом. ...когда метеорит летел над нашими землянками, он уже в воздухе разрушался, что мы и наблюдали. Отделившиеся от него частицы, как я уже сказал, летели вслед за ним и быстро шли на снижение, т.е. к земле» [там же, с. 218-219].

И еще яркое впечатление. Малюта Д. М., 1902 г. рождения (прииск Кулюк, 814 км от эпицентра, 228<sup>0</sup>, река Кулюк) вспоминает (воспоминания насыщены такими подробностями, которые, практически, не оставляют сомнений в их адекватности виденному): «...большой шар серо-стального или даже серо-свинцового цвета ...он казался мне грушевидной формы, движущимся утолщенной частью вперед. Для нас всех он показался с копну сена (так, например, после рассказывали все ребята), ...скорость была значительно больше скорости самолета, т.к. это явление мы наблюдали в течение 3-5 секунд. Видимое нам небесное тело пересекло почти перпендикулярно водораздел слева направо по течению реки и скрылось за горизонтом, т.е. за следующими хребтами. Явление это было настолько реальным и ярким, что нам казалось, что шар упал за горой и, если перейти хребет, то мы непременно найдем этот шар и даже хотели это сделать, но побоялись заблудиться. Никакого шума, грома и взрывов мы не слышали и видели за телом только как бы небольшую туманность» [там же, с. 250].

Опять знакомый «портрет». Эти наблюдения относятся к местности восточнее (немного к югу) от небезызвестных в контексте Тунгусского События города Канска (635 км от эпицентра, 217<sup>0</sup>) и разъезда Филимоново.

Представление о водо-ледяном веществе ТКТ хорошо коррелируют с результатами измерений Колесникова Е. М. и др. [2000]. Исходя из общих соображений, дополнительно к водороду и кислороду можно ожидать в веществе ТКТ заметной (до первых процентов) доли углерода и азота в их специфическом изотопном отношении. Также становятся достаточно понятными локальные выпадения кислотных дождей на месте катастрофы, что и зафиксировано указанными выше авторами. Но более вероятным объяснением «пятнистого» азотного изотопного сдвига является выпадение на землю самого вещества ТКТ и/или конденсации его концентрированного пара.

Множественность громовых ударов может объясняться как явлениями взрывного образования воды в гигантском водородно-атмосферном облаке, образовавшемся после основного взрыва ТКТ, что будет сопровождаться вспышками в воздухе, так и взрывным разрушением отдельных (не всех, часть из них благополучно растает) ледяных фрагментов, выпавших на землю. Хорошо известно, что даже земной лед (т.е., лед в I фазовом состоянии), образующийся в виде грунтовых и речных наледей способен взрываться при незначительных нарушениях их равновесного состояния, при этом звуки взрыва могут не уступать выстрелам из крупного орудия [Дергольд, 1979, с. 143]. Известно о самопроизвольных взрывах айсбергов в океане.

Анализ этих явлений (выпадение на землю кусков ТКТ, локальные дожди, множественность взрывов, в том числе в воздухе) может помочь в объяснении «пятнистости» многих эффектов в районе разрушений и около него.

Обращает на себя внимание, что пространственная локализация характерных атмосферных явлений, сообщаемая очевидцами, не позволяет подтвердить одну траекторию ТКТ, а, скорее, свидетельствует в пользу множественности тел (предположительно, двух-трех крупных). Во всяком случае, радужные явления, если их природа дождевая, соответствуют так называемой восточной траектории и, одновременно, свидетельствуют о пролете аналогичного по вещественному составу тела западнее Кежмы. Не исключается третье тело, двигавшееся в иркутско-канско-енисейском направлении и имевшее в конце движения за Канском дозвуковую скорость. Также этими наблюдениями не подтверждаются гипотетические предположения о возможности западной траектории ввиду того, что тогда из-за наличия «водного следа» южнее и восточнее района эпицентра, последний должен был бы переместиться, как минимум, на несколько сотен км на восток.

Тот факт, что очевидцами не отмечается пролет двух и более тел в один день или одновременно, свидетельствует, на наш взгляд, о том, что, если было несколько тел (два-три), то они пролетели примерно в одно

и тоже время (с разрывом в несколько секунд, максимум – первых десятков секунд) и находились в относительно густонаселенном районе уже на значительном азимутально-пространственном удалении друг от друга.

Но по известным обстоятельствам События могли быть пункты наблюдения примерно в юго-восточном направлении от места взрыва, в которых было возможно наблюдение обоих тел, но не по одному лучу зрения (!). Поэтому, практически, в одном и том же населенном пункте, где была такая возможность, могли быть очевидцы пролета тела, как с восточной стороны, так и с западной. Сравните, например, показания Кокорина К. А. [Васильев и др., 1981, с. 70], Кокорина И. А. [там же, с. 73] с одной стороны, и показания Науменко Т. Н. [там же, с. 75] – с другой стороны, в одной и той же Кежме. Правда, в случае с Кокориным И. А. возможны разные толкования: если он заметил тело справа от себя и на западе, то находился лицом на юг и не мог видеть север, но дело в том, что, после разворота к телу лицом, направление на север легко просматривается. Причем, звуковые явления могли отмечаться от одного тела (незамеченного) раньше, чем от другого тела (замеченного). Всем известно по собственному опыту, как неоднозначно определяется направление на пролетающий на значительной высоте самолет по его звуку.

В случае Тунгусского События очевидцы имели дело со скоротечным явлением и, заметив совершенно необычный «объект» перед собой, они едва ли пробовали искать что-либо в других направлениях и, тем более, позади себя.

Возможности же наблюдать три траектории (две – с одной стороны, одна – с другой) или две траектории с одной стороны (например, от Ербогачена), практически, не было из-за достаточной удаленности и в связи с особенностями местности, явлениями затемнения тела «облачностью», снижением траектории. Например, «околопреображенковская» траектория была на минимальном удалении порядка 150 км от Ербогачена, и менее 100 км от Оедека и от Оськино. Уже в этих населенных пунктах очевидцами даются весьма скудные сведения даже об «околопреображенковском» теле, несмотря на благоприятные условия наблюдения по солнечному освещению (см. все наблюдения из вышеназванных пунктов [там же, с. 180, 186, 188, 204-207, 212]). Очевидцы «иркутско-канско-енисейского» направления вообще не могли видеть «околокежемские» и «околопреображенковские» явления, также как те, в свою очередь, не могли видеть «иркутско-канско-енисейские» явления. Таким образом, даже в условиях, когда наблюдателям не мешало Солнце, на расстояниях до примерно 450 км от эпицентра События тело, во всяком случае «околопреображенковское, наблюдалось до расстояний порядка 150 км. В то же время, в показаниях очевидцев наблюдается слишком большая несимметричность в наблюдении ТКТ в западном направлении – вплоть до Енисея, когда, если взять «околопреображенковскую» траекторию за единственно истинную, надо смотреть на расстояния в 5-10 раз большие и в направлении против солнечного освещения.

Таким образом, на основе заслуживающих, на наш взгляд, доверия показаний очевидцев, можно предполагать существование двух или трех больших фрагментов ТКТ уже на подлете к юго-западной границе Иркутской области.

В этом контексте находит свое естественное объяснение наличие «молчащих» (по-видимому, двух) зон, в которых явление ТКТ практически не было замечено. Одна зона «молчания» может представлять собой сужающийся клин между направлениями на эпицентр по «кежемскому» лучу зрения и по «преображенковскому» лучу зрения. Вторая зона «молчания» может представлять собой расширяющийся клин между направлениями на эпицентр и на Енисейск, если смотреть примерно от Иркутска.

В качестве замечания к анализу времени показаний очевидцев можно указать, что наблюдавшиеся «потемнения» могут сдвигать воспоминания в сторону вечера. Высказывание Самодурова М. Я., 1896 г. рождения (с. Самодурово, 578 км от места взрыва на юго-юго-восток): «Часов в 11 вечера было. Днем звезду как увидишь? Нужна темная ночь. Светило, как днем, вверх. Звука не было» [там же, с. 235]. Правда, этот пример именно для Тунгусского События является спорным, т.к. очевидец, похоже, перепутал (додумал?) и год наблюдения, но образ осмысления, в данном случае не подсознательный, достаточно красноречив сам по себе. Так же психологически понятны сдвиги в сторону обеденного времени. Например, Усольцева А. И. говорит: «Среди дня – утром было» [там же, с. 126]. Так что на восприятии времени, тем более через десятки лет, сказываются персонально-бытовые особенности характера и жизненного уклада. Так 11-12 часов дня для «совы» будет утро, а для «жаворонка» почти вечер, во всяком случае, «после обеда».

Принципиальное решение вопроса оценки очевидцами момента пролета ТКТ дано В. Г. и Н. П. Фастами в работе [2003, с. 89], где было убедительно доказано наличие двух больших групп населения с разными подходами к оценке времяисчисления: обычные миряне и старообрядцы. Кроме того, обращено внимание на то обстоятельство, что жители Сибири, как и всей России, пользовались местным, не всегда совпадающим с поясным, временем. Если государства Западной Европы перешли на международное время в 1888 г. с разделением Европы на 3 пояса, то Россия присоединилась к такому счету времени лишь в 1918 г.

Тем самым вопрос о двух группах очевидцев по указаниям времени События можно считать окончательно сданным в архив данной проблемы.

Показания очевидцев, если брать их в своей массе, «зашумлены» не только сдвигами в восприятии именно Тунгусского События, но и воспоминаниями, тоже искажаемыми в той или иной

степени, совсем не относящимися к нему. «Зашумление» статистически тем больше, чем далее от времени События производился опрос. Здесь и другие «метеориты», комета Галлея, сполохи северного сияния, наблюдения шаровых молний.

Вот, например, наблюдение, по всем приметам, шаровой молнии. Кошкарева А. П., 1900 г. рождения, (Распутино, 100 км от Усть-Уды старой): «Морочный день был, гроза была. Камень по небу летел и соседу в забор ударился, в столб. Столб раскололся, а от камня ничего не осталось. Камень летел красный и искры от него, как уголь горящий, увидели его высоко в небе (летом, вроде было в июле). Лет тогда было меньше десяти (в 11 лет уехали с этого места, а это было несколькими годами раньше). Солнца на небе не было, гром гремел и небольшой дождь. Следа за камнем не было никакого. И на столбе и на щепках от него следов гари не было и на земле не было. От самого камня звуков никаких не было. Летел из-за леса к Ангаре. Упал дома через 3-2 от того места, откуда смотрела. У камня коротенький хвост формы такой. (Рисунок, похоже на яйцо)» [Из дневника ангарской опросной экспедиции-1969 г. Состав: Черноиванова Л. П., Тишанкина Л. К., Кошинская О. С., «Антология» И. К. Дорошина, документ № 24, показание 44]. Это наблюдение едва ли связано с Тунгусским Событием (не вписывается в «портрет» обстоятельств События), тем не менее, наблюдение шаровых и линейных молний вблизи траектории пролета ТКТ, на наш взгляд, вполне возможны.

Следует также учитывать довольно распространенное взаимовлияние территориально близких очевидцев друг на друга в использовании описательных средств, что вполне понятно из-за множественности обсуждений очевидцев и неочевидцев по следам События.

Таким образом, чисто статистический анализ массы показаний должен дополняться анализом степени их подробности, для чего желательно составление некоего «портрета» ТКТ, в котором будут собраны характерные отличительные черты явления, пусть даже далеко не все, но выделяющие его среди других так или иначе известных нам явлений.

Известно, что многие исследователи Тунгусской проблемы весьма скептически относятся к показаниям очевидцев, что не мешает им, однако, использовать для подтверждения своих аналитических конструкций те или иные свидетельские показания. Но дело заключается в том, чтобы критически осмыслить весь комплекс не только световых и звуковых, но и атмосферных явлений в день 30 июня 1908 года на всей территории, где они, так или иначе, наблюдались.

В данной статье автор не решал и не мог решить задачу обстоятельного анализа атмосферных явлений, сопровождавших пролет ТКТ. Делаемые в данной работе выводы и предположения носят предварительный и, безусловно, спорный характер.

Как полагает автор, в показаниях очевидцев при всей их субъективности и «зашумленности» отражены объективные характеристики явления, не проанализированные еще должным образом специалистами по атмосферным явлениям, интересные для понимания феномена Тунгусского События.

#### Литература

**Бронштэн, В. А.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. А. Бронштэн. – М. : Сельянов А. Д., 2000.

**Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский и др. – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНТИ 24.11.81, № 5350-81.

**Дерпгольц, В. Ф.** Мир воды [Текст] / В. Ф. Дерпгольц. – Л. : Недра, 1979.

**Зюков, В. И.** Если веществом «Тунгуса» был лед, что же теперь искать? [Текст] / В. И. Зюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 2002. – № 15. – С. 17-21.

**Зюков, В. И.** О веществе «Тунгуса» [Текст] / В. И. Зюков // Тунгусский Вестник КСЭ. – 2000. – № 12. – С. 11-17.

**Ольховатов, А. Ю.** Миф о Тунгусском метеорите. Тунгусский феномен 1908 года – земное явление [Текст] / А. Ю. Ольховатов. – М., 1997.

**Пасечник, И. П.** Оценка параметров взрыва Тунгусского метеорита по сейсмическим и микробарографическим данным [Текст] / И. П. Пасечник // Космическое вещество на : сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 24-54.

**Пригожин, И.** Порядок их хаоса [Текст] / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986.

**Следы кометного вещества в торфе с места взрыва тунгусского космического тела** [Текст] / Е. М. Колесников, А. И. Степанов, Е. А. Горидько, Н. В. Колесникова, К. Л. Хоу // Тунгусский Вестник КСЭ. – 2000. – № 11. – С. 27-35.

**Фаст, В. Г.** Статистика наблюдений очевидцами момента Тунгусского болида [Текст] / В. Г. Фаст, Н. П. Фаст // Международная конференция по математике и механике: избр. докл. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003.

## ТУНГУССКАЯ КАТАСТРОФА: ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ

### 1. Введение

Существует большое количество различных факторов, так или иначе влияющих на жизнь на Земле. К наиболее опасным, имеющим непредсказуемые последствия, относится возможность столкновения нашей планеты с космическими телами. Тунгусская катастрофа является одним из примеров такого столкновения. Приближение Тунгусского метеорита к Земле и его прохождение сквозь атмосферу не «увидел» ни один прибор ни в одной из действовавших на тот момент обсерваторий мира. Нам несказанно повезло, что разрушение этого космического тела произошло над малозаселенной тайгой, в противном случае последствия могли быть ужасающими.

Процесс разрушения Тунгусского метеорита был столь сокрушительным, что его зарегистрировали многочисленные обсерватории и отметили очевидцы. Свидетелями катастрофы оказались тысячи людей. Неправильно думать, что это были лишь безграмотные крестьяне. Среди очевидцев оказались люди с университетским образованием, в том числе и политические ссыльные, участники революционного движения 1905 года. Стараниями таких ученых, как А. В. Вознесенский [1925], Л. А. Кулик [1927], И. С. Астапович [1951], Е. Л. Кринов [1963], И. М. Суслов [1927; 1967], В. Г. Коненкин [1967], до нас дошли рассказы очевидцев взрыва Тунгусского космического тела. Значительная часть этих рассказов была собрана по горячим следам директором Иркутской магнитной и метеорологической обсерватории А. В. Вознесенским. После первых сообщений о Тунгусской катастрофе он опросил более шестидесяти человек, наблюдавших полет и взрыв метеорита. Есть основания полагать, что именно первые описания содержат наиболее достоверную информацию. В двадцатых годах записали рассказы местных жителей И. М. Суслов и В. Г. Коненкин. Наибольший интерес представляют сообщения людей, в той или иной степени пострадавших в результате Тунгусской катастрофы. Они находились либо в зоне разрушений, как семья эвенков (тунгусов), либо в непосредственной близости от нее на фактории Ванавара.

Цель этой работы состоит в том, чтобы на основе анализа наблюдений людей и показаний приборов восстановить как общую картину этого уникального явления, так и последовательность событий, произошедших 30 июня 1908 года.

### 2. Наблюдения очевидцев

Очевидцы Тунгусской катастрофы наблюдали удивительное явление. Они видели световую вспышку в виде огненного столба. Наблюдатель метеорологической станции в Киренске (~500 км от места взрыва) Г. К. Кулеш так передал суть рассказов местных жителей: «17 июня (по старому стилю) на северо-западе от Киренска наблюдалось необыкновенное явление... В 7 ч. 15 мин. утра на северо-западе появился **огненный столб** в диаметре сажени четыре, в виде копья. Когда столб исчез, послышалось пять сильных отрывистых ударов, как из пушки, быстро и отчетливо следовавших один за другим; потом показалось в этом месте **густое облако...** **Огненный столб** виден был многими, но удары слышались еще большим числом людей. Были в городе крестьяне из деревни Корелиной, лежащей в 20 верстах от Киренска на ближайшей Тунгузке; они передавали, что у них было сильное сотрясение почвы, так что в домах разбиты стекла. Вероятно, упал метеор очень огромных размеров, потому что при совершенно ясной солнечной погоде видно было **облако** серого цвета, а потом оно окрасилось в темный...» [Вознесенский, 1925]. В этом сообщении достаточно точно указан как момент взрыва, так и направление на эпицентр.

Жителям деревень, расположенных на берегах Нижней Тунгуски (расстояние около 350 км от эпицентра), повезло больше. Они видели не только взрыв Тунгусского метеорита, но и его полет. С. Д. Пермяков, проживавший в 1908 году в деревне Преображенка, рассказал следующее: «Утром возил навоз. Погода была ясная, тихая. Выехал на берег и увидел летящий огненный снап. Огненный снап летел с юго-востока на северо-запад... Когда он пролетел над Преображенкой, то не было слышно грохота, а был слышен какой-то шум, гул. Когда огненный снап упал за горизонт, то оттуда взметнулось вверх **пламя огня**, а затем поднялся **дым**, который был виден долгое время...» [Коненкин, 1967].

Значительно ближе, с расстояния около 65 км, наблюдали это явление жители фактории Ванавара. С. Б. Семенов, опрошенный в 1930 году, рассказал следующее: «Точно года не помню, но больше двадцати лет назад, во время пахоты паров, в завтрак, я сидел на крыльце дома лицом на север. Только я замахнулся топором, чтобы набить обруч на кадушку, как вдруг на севере небо раздвоилось, и в нем появился **огонь**, который охватил всю северную часть неба. Мне стало так горячо, что словно на мне загорелась рубашка. Я хотел разорвать ее и сбросить с себя, но в это мгновение небо захлопнулось, и раздался сильный удар. Меня же сбросило с крыльца сажени на три» [Кринов, 1963]. Дочь Семенова, А. С. Косолапова, рассказала Е. Л. Кринову [там же]: «Во время падения метеорита я была на фактории в Ванаваре. Мы с подружкой пришли за водой на ключ. Подруга черпала воду, а я стояла подле нее. Вдруг я увидела перед собой на севере, что небо раскрылось до самой земли, и пыхнул **огонь**. Мы испугались, но небо снова закрылось, и вслед за этим раздались удары, похожие на выстрелы. Мы подумали, что с неба падают камни, и в испуге бросились бежать...».

В работе В. Г. Коненкина [1967] приводятся свыше трех десятков рассказов очевидцев Тунгусской катастрофы, из них 26 касаются визуальных наблюдений. Главным образом, жители видели полет светящегося объекта, однако каждый третий человек отметил световую вспышку над горизонтом. Жители описывали это следующими словами: «С той стороны, куда упал метеорит, взметнулось **пламя столбом** на высоту не менее двух деревьев, после чего появился дым, который поднялся еще выше, чем пламя»; «Я сидел в доме, окна которого обращены на запад. Утром солнце никак не могло бросать лучи в окна, а тут я увидел из среднего окна **отблеск солнца**. Вскоре затряслась земля...». А. В. Вознесенский [1925] приводит только 8 описаний наблюдавшихся людьми «световых явлений», причем в половине случаев очевидцы видели огонь, сопровождавший взрыв метеорита, как, например, начальник Нижне-Илимского почтового отделения Вакулин: «Во вторник, 17 июня, около 8 ч. утра (часы не проверены), по рассказам большого круга местных жителей, ими был первоначально замечен в северо-западном направлении опускавшийся косвенно по горизонту с востока на запад огненный шар, который при приближении к земле превратился в **огненный столб** и моментально исчез; после исчезновения в этом направлении был виден клуб **дыма**, поднимающийся от земли вверх. Спустя несколько минут произошел сильный шум в воздухе с глухими отдельными ударами, похожими на громовые раскаты...».

Световая вспышка на месте взрыва космического тела была кратковременной, она произошла в солнечный день, источник излучения находился в сотнях километров от наблюдателя, и при этом пламя было замечено большим количеством местных жителей по меньшей мере в восьми населенных пунктах.

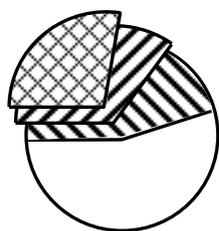


Рис. 1. Доля случаев наблюдений огня и дыма над линией горизонта в общем количестве визуальных наблюдений очевидцев Тунгусской катастрофы.

-  - доля наблюдений дыма (47 % случаев);
-  - доля наблюдений огня (35 % случаев).
-  - доля одновременных наблюдений огня и дыма (28 % случаев)

Рассказы очевидцев взяты из работ А. В. Вознесенского [1925] и В. Г. Коненкина [1967].

На рис. 1 приведена гистограмма, построенная по описаниям 34 визуальных наблюдений, собранных А. В. Вознесенским [1925] и В. Г. Коненкиным [1967]. Важно отметить, что в 35 % случаев очевидцы Тунгусской катастрофы наблюдали пламя, вспыхнувшее в том месте, где тело скрылось за горизонт, а в 47 % случаев - дым, поднимающийся над местом взрыва. Приведенная диаграмма демонстрирует, что практически каждый второй наблюдатель отметил появление дыма, а каждый третий – огня. Это не дает нам права отмахнуться от факта видимости столба пламени (несмотря на кратковременность явления) и облака дыма, достигшего значительной высоты. Описания наблюдений очевидцев, собранные Л. А. Куликом [1927], И. С. Астаповичем [1951], Е. Л. Криновым [1963] и И.М. Сусловым [1927, 1967], ни в коей мере не противоречат этой картине. Жители фактории Ванавара также видели и ощущали тепло огня, «охватившего полнеба» [Астапович, 1951; Кринов, 1963], и тунгусы, оказавшиеся вблизи эпицентра, отмечали появление «второго Солнца» и «сошедший на землю» огонь [Кулик, 1927; Сулов, 1927; 1967]. Такая представительность свидетельств заставляет сделать вывод, что Тунгусская катастрофа явила собой неординарное событие, при котором выделение световой энергии имело вид огненного столба.

И. С. Астапович [1951] оценил высоту «фонтана взрыва» в несколько десятков километров. Он исходил из того, что высота столба пламени должна была превышать размер области ожога в эпицентре. Существование области с ожоговыми повреждениями отметил еще Л. А. Кулик [1927], впервые добравшись до зоны катастрофы. Он написал: «Вся бывшая растительность как котловины, так равно и окрестных гор, а также зоны в несколько километров вокруг них, несет характерные следы равномерного сплошного ожога, не похожего на следы обычного пожара». Обожженная область, по словам летчиков, выделялась бурым пятном на темно-зеленом фоне тайги и имела диаметр 12-15 км [Астапович, 1951], в то время как следы ожога распространялись, постепенно ослабевая, на 15-20 километров от эпицентра.

Город Киренск располагается на расстоянии 500 км от эпицентра. С учетом кривизны Земли для наблюдателя почти 20 км над поверхностью Земли скрыто за линией горизонта. В солнечный день вспышка огня может быть замечена наблюдателем (учитывая высоту растительности у линии горизонта), если она произойдет не ниже 6-7° над горизонтом. Для того чтобы огонь поднялся над горизонтом на  $\alpha = 6-7^\circ$ , столб огня должен иметь высоту 70-80 км. Дым же был выброшен, по словам очевидцев, еще выше. Кроме Киренска, пламя взрыва Тунгусского метеорита наблюдалось в Нижне-Карелинском (удаленность от эпицентра около 450 км), Нижне-Илимске (около 400 км) [Вознесенский, 1925], в деревне Верхне-Калинина (360 км), поселке Преображенка (350 км), деревне Мога (340 км) и поселке Ербогачен (330 км), расположенных по реке Нижняя Тунгуска [Коненкин, 1967]. В таблице приведены расчеты скрытой за горизонтом части столба ( $H^*$ ) и максимальный угол видимости пламени ( $\alpha$ ) для Киренска, Ербогачена и Ванавары в предположении, что высота столба равнялась 80 км (см. рис. 2).

Таблица

Место	Расстояние от эпицентра, км	$H^*$ , км	$\alpha$ , град
Киренск	500	19,5	7
Ербогачен	330	8,5	12
Ванавара	65	0,3	51

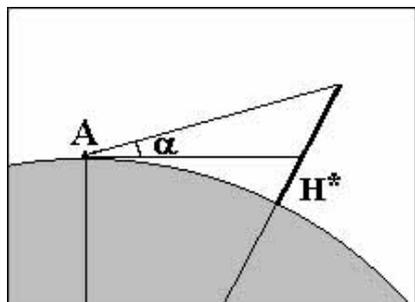


Рис. 2. Наблюдение удаленного объекта. А – положение наблюдателя,  $H^*$  – скрытая от наблюдателя часть объекта,  $\alpha$  – угол видимости верхней части объекта.

Важно отметить, что угол видимости пламени на фактории Ванавара совпал с наблюдениями очевидцев, записанными И. С. Астаповичем [1951]: «Широко и высоко (до  $50^\circ$ !) над лесом появился огонь, который охватил всю северную часть неба». Полученная для Ербогачена высота пламени  $\sim 12^\circ$  находится в хорошем согласии с высотой деревьев в отдалении («взметнулось пламя столбом на высоту не менее двух деревьев»). Для того чтобы пламя ( $\sim 7^\circ$ ), наблюдавшееся в Киренске, казалось столбом, да еще и объемным (см. выше), его ширина должна быть не менее  $1^\circ$ . Это дает нам диаметр излучающей поверхности не менее 10 километров.

Оценив высоту, на которую должно было быть выброшено пламя, чтобы его можно было увидеть в Киренске, ряд исследователей выдвинули предположение, что очевидцы приняли за огненный столб спускающееся к горизонту тело. Однако количество «ошибившихся» людей получается слишком большим, кроме того, в Нижне-Илимске, Нижне-Карелинском, как и на Нижней Тунгуске, люди наблюдали сначала полет космического тела, а затем световую вспышку. Приходится особо подчеркнуть, что А. В. Вознесенский, Л. А. Кулик и И. С. Астапович, первые исследователи Тунгусской катастрофы, непосредственно общавшиеся с очевидцами,

не сомневались в том, что местные жители наблюдали именно пламя, сопутствовавшее взрыву метеорита, а не что-либо еще.

### 3. Последовательность событий

Однако, значительная высота, на которую было выброшено пламя, является не единственной особенностью Тунгусской катастрофы. Если обратиться к рассказам очевидцев, находившихся в непосредственной близости к эпицентру (рис. 3) и в той или иной мере пострадавших во время этой катастрофы, то можно обнаружить, что выделение световой энергии произошло через некоторое время после взрывов. Следует оговориться, что опрос очевидцев был сделан спустя несколько десятков лет после события, поэтому некоторая неопределенность и путаница в последовательности происходивших событий неизбежна, однако это не мешает представить общую картину.

Во время взрыва Тунгусского метеорита в зоне разрушения (чуть более 30 км от эпицентра) оказался чум эвенков. Рассказ Акулины из рода Мачакугырь был записан И. М. Сусловым [1967] в следующем виде: «В чуме нас было трое – я с мужем моим Иваном и старик Василий, сын Охчена. Вдруг кто-то сильно толкнул наш чум. Я испугалась, закричала, разбудила Ивана, мы стали вылезать из спального мешка. Видим, вылезает и Василий. Не успели мы с Иваном вылезти и встать на ноги, как кто-то опять сильно толкнул наш чум, и мы упали на землю.

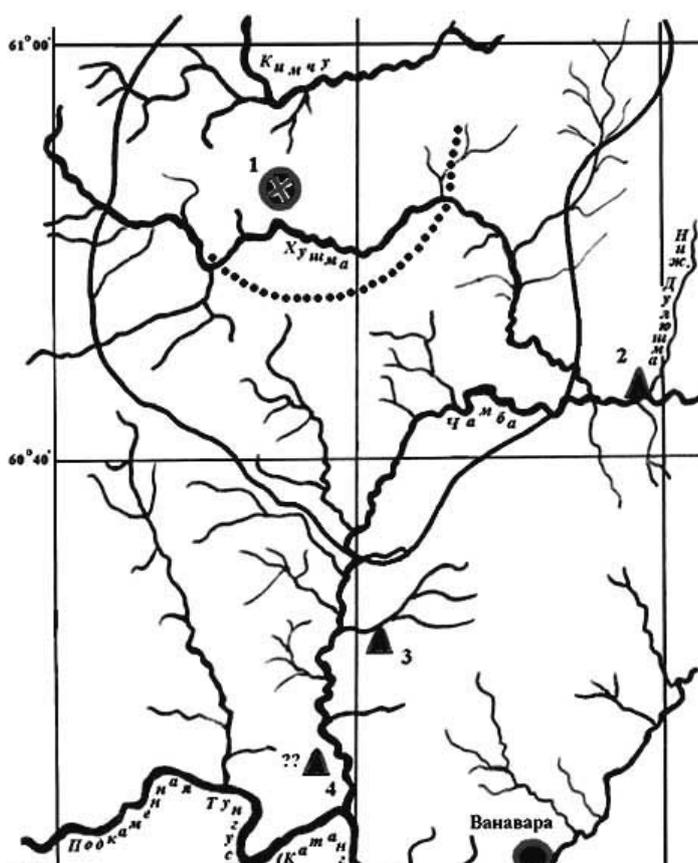


Рис. 3. Расположение ближайших очевидцев Тунгусской катастрофы. Обозначения: 1 – эпицентр взрыва; 2 – чум Акулины; 3 – чум братьев эвенков; 4 – предположительное местоположение чума Люрбумана из рода Шанягирь. Непрерывной линией показана граница сплошного вывала леса по В.Г. Фасту и др.[1976], пунктиром – зона ожога по И.С. Астаповичу [1951].

Свалился на нас и старик Василий, будто его кто-то бросил. Кругом был слышен шум, кто-то гремел и стучал в эллюн (замшевая покрывка чума). Вдруг стало очень светло, на нас светило яркое солнце, дул сильный ветер. Потом кто-то сильно стрелял, как будто зимой лед лопнул на Катанге, и сразу налетел Учир-плясун (смерч), схватил эллюн, закрутил, завертел и утащил куда-то».

В рассказе Акулины можно проследить следующую последовательность событий (она приведена в виде условных обозначений на рис. 4а): сначала две серии толчков (вторая, более сильная, вызывает падение людей), затем световая вспышка – «вдруг стало очень светло», и еще через некоторое время налетел смерч.

Сделаем некоторые предположения. Во-первых, сотрясение почвы – толчки – были связаны с прохождением сейсмических волн землетрясения, которые вызвали ударные волны взрывов, соприкоснувшись с землей. Если бы это была ударная волна от летящего космического тела, то она не смогла бы уронить старика, не повредив покрывку чума. Во-вторых, допустим, что световая вспышка – это выделение энергии в виде излучения. В-третьих, ударная волна самого мощного взрыва сорвала с чума покрывку и отбросила мужа Акулины на 40 метров, повредив ему руку.

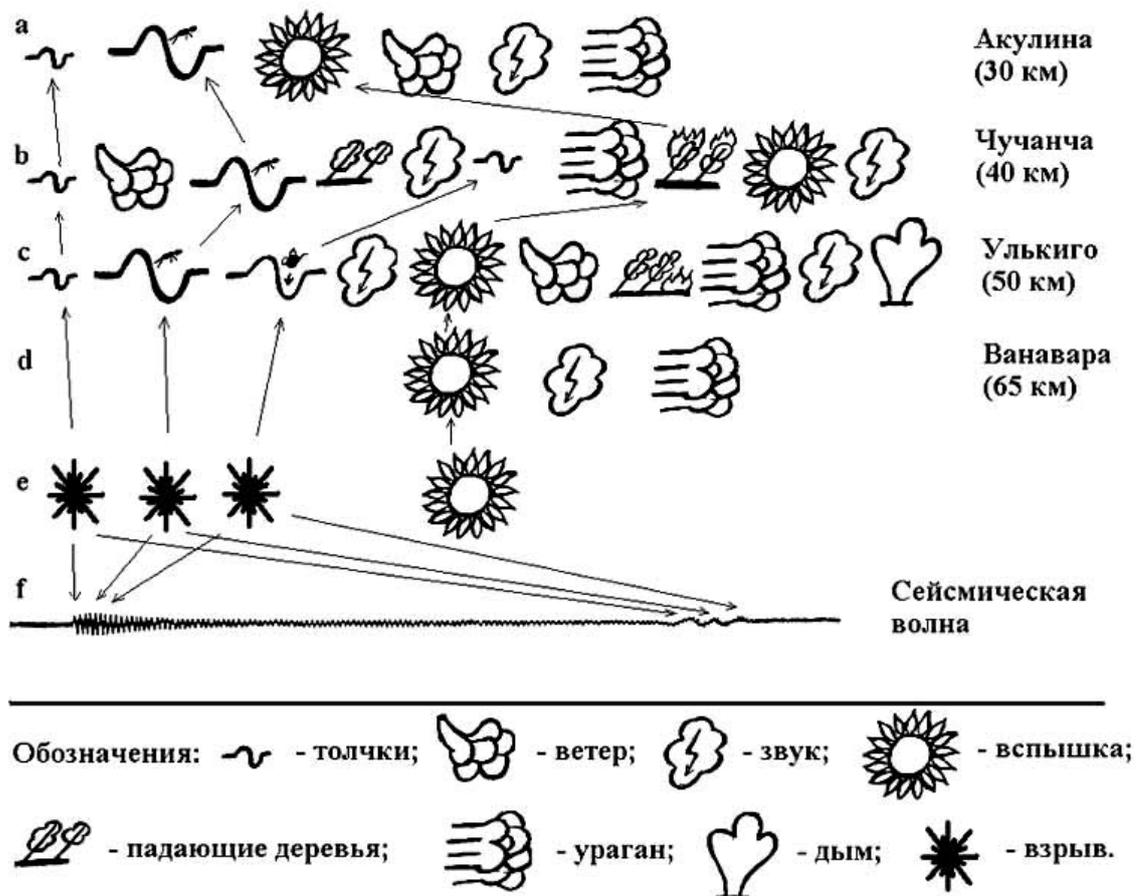


Рис. 4. Последовательность событий, представленная по рассказам Акулины (а), Чучанчи (b), Улькиго (c) и Косолапова (d); e – восстановленная последовательность событий; f – запись сейсмографа Иркутской обсерватории [Зоткин, Цикулин, 1966].

Братья-эвенки Чучанча и Чекарен, из рода Шанягирь, находились в момент катастрофы в чуме, расположенном на расстоянии около 40 км от эпицентра [Суслов, 1967]: «Вдруг проснулись сразу оба: кто-то нас толкал. Услышали мы свист и почували сильный ветер. Чекарен еще крикнул мне: “Слышишь, как много гоголей летает или крохалей?” Мы были ведь еще в чуме, и нам не видно было, что делается в лесу. Вдруг меня кто-то опять толкнул, да так сильно, что я ударился головой о чумовый шест и упал потом на горячие угли в очаге. Я испугался. Чекарен тоже испугался, схватился за шест... За чумом был какой-то шум, слышно было, как лесины падали. Вылезли мы с Чекареном из мешков и уже хотели выскочить из чума, но вдруг очень сильно ударил гром. Это был первый удар. Земля стала дергаться и качаться, сильный ветер ударил в чум и повалил его. Меня крепко придавило шестами, но голова моя не была покрыта, потому что эллюн задрался. Тут я увидел страшное диво: лесины падают, хвоя на них горит, сушняк на земле горит, мох олений горит. Дым кругом, глазам больно, жарко, очень жарко, сгореть можно. Вдруг над горой, где уже упал лес, стало сильно светло, и, как бы тебе сказать, будто второе солнце появилось, русские сказали бы: вдруг неожиданно блеснуло, глазам больно стало, и я даже закрыл их. Похоже было на то, что русские называют – молния. И сразу же был агдылян, сильный гром. Это был второй удар. Утро было солнечное, туч не было, наше солнце светило ярко, как всегда, а тут появилось второе солнце! С трудом мы с Чекареном вылезли из-под шестов и эллюна. После этого мы

увидели, будто сверху, но уже на другом месте, опять сверкнуло, и сделался сильный гром. Это был третий удар. Налетел на нас ветер, с ног сбил, о поваленную лесину ударил. Следили мы за падающими деревьями, видели, как ломались вершины их, на пожар смотрели. Вдруг Чекарен закричал: “Смотри вверх”, – и показал рукой. Посмотрел я туда и опять увидел молнию, блеснула она и опять ударила, агдылян сделала...». Начало последовательности событий со слов Чучанчи представлено на рис. 4б.

Старик Улькиго – сын Люрбумана, из рода Шанягирь [там же], рассказал следующее (рис. 4с): «Чум моего отца Люрбумана стоял на берегу реки Чамба, недалеко от ее устья. В чуме жили отец мой, я с женой и четверо наших детей. Вдруг рано утром собаки завывали, дети заплакали. Жена, я и старик проснулись и диво увидели, слушать стали, кто-то стал стучать в землю под нами, качать чум. Выскочил я из мешка и одеваться стал, вдруг кто-то сильно толкнул землю. Я упал и закричал, ребята закричали, заплакали, выскочили из спальных мешков. Маленько ранее кто-то шибко стрелял из ружей. Старик Люрбуман говорил, однако-то у ручья Чугрима скала упала. Вдруг опять кто-то будто в землю ударил, стукнул шибко, в чуме с шеста медный чайник упал, и кто-то ангарский гром сделал. Оделся я скоро и выбежал из чума. Утро было солнечное, безоблачное, жарко! Стал смотреть я вверх, на гору Лакуру. Вдруг на небе шибко сверкнуло, и ударил гром. Я испугался и упал. Гляжу, ветер лесины роняет, на земле огонь сушняк палит. Слышу, шум где-то. Вскочил я на ноги, вижу, бегут к Катанге два сохатых с теленком и два оленя. Страшно стало, пошел я к своему чуму. В это время налетел Учир (ураган), схватил эллон и бросил к речке, остался только дюкча (остов). Около него сидели на поваленной лесине мой старик, жена моя и челядишки (ребятишки)».

Очевидец с фактории Ванавара П. П. Косолапов описал очередность событий во время Тунгусской катастрофы так (рис. 4д): «В июне 1908 года часов в 8 утра я собирался на сенокос, и мне понадобился гвоздь. Я вышел во двор и стал вытаскивать гвоздь щипцами из наличника окна. Вдруг мне что-то как бы сильно обожгло уши. Схватившись за них и думая, что горит крыша, я поднял голову и сразу же побежал в избу. Но только я вбежал в нее и хотел сесть, как раздался удар, посыпалась с потолка земля, вылетели из русской печи заслонка и стекла из окна. Затем раздалась звуки, наподобие раскатов грома...» [Кринов, 1963].

Из рассказов эвенков делаем заключение о том, что произошло 3 серии толчков, причем вторая серия была наиболее сильной, т.к. после прохождения второй сейсмической волны люди валились с ног. Следовательно, толчкам предшествовали три взрыва (или три серии взрывов). Именно они породили ударные волны, которые определили направление вывала леса, сорвали покрышки с чумов, отбросили мужа Акулины на 40 метров, а С. Б. Семенова из Ванавары на 6,5 метра. После взрывов последовала световая вспышка, от которой загорелась хвоя и сушняк (рис. 4е).

Приборы Иркутской обсерватории зафиксировали сейсмическую волну тунгусского взрыва (рис. 4ф). Согласно А. В. Вознесенскому [1925], для этого землетрясения усиление амплитуды колебаний происходило в течение 1÷2 минут. Можно предположить, что все три взрыва укладываются в этот временной интервал. Принимая во внимание рассказы эвенков, что люди в перерыве между толчками успевали проснуться, разбудить окружающих, но не успевали выбраться из спальников и встать на ноги, будем исходить из того, что взрывы следовали один за другим с интервалом около 1/2 минуты.

Принято считать, что взрыв Тунгусского метеорита произошел на высоте 5-10 километров. По оценкам Уиппла [Whipple, 1930], сейсмические волны, вызванные этим взрывом, распространялись со средней скоростью 3 км/с. Не вдаваясь в вопрос о скорости распространения ударной волны взрыва в воздушной среде, приблизительно оценим временной интервал  $\tau$  между началом землетрясения и световой вспышкой.

Из рассказа Акулины заключаем, что световая вспышка произошла после двух сейсмических толчков, но до прихода звука от первого взрыва, то есть

$$40 \text{ с} < \tau < 75 \text{ с}$$

В рассказе Чучанчи отмечается, что деревья падали уже горящими, следовательно, световая вспышка произошла близко по времени к приходу звука от первого взрыва, третьей сейсмической волны и урагана от второго взрыва. Получаем следующее условие:

$$75 \text{ с} < \tau < 105 \text{ с}$$

По рассказу Улькиго находим, что вспышка произошла между приходами звуковых волн от первого и второго взрывов:

$$135 \text{ с} < \tau < 165 \text{ с}$$

Для фактории Ванавара можно записать только одно условие  $\tau < 180 \text{ с}$ . В этом случае звуковая волна первого взрыва пришла после световой вспышки. Таким образом, проанализировав наблюдения очевидцев, находившихся вблизи эпицентра, можно сделать следующие выводы:

- Световой вспышке предшествовало несколько взрывов.
- Временной интервал между началом землетрясения и световой вспышкой составлял:  $\tau = 2 \pm 1$  минута.

#### 4. Местоположение источника излучения

Результаты многочисленных экспедиций, исследовавших эпицентр взрыва Тунгусского метеорита, подтвердили последовательность событий, полученную нами на основе анализа сообщений очевидцев. Процесс разрушения космического тела проявился в особенностях поражения деревьев в эпицентре. На всех концах обломанных ветвей у сухостоя наблюдался уголек, причем самый излом всегда был направлен книзу и шел косо, напоминая птичий коготок. Исследователи отмечали, что «нет излома без ожога» [Кринов, 1949; Кулик, 1927]. На основании этого ученые уверенно определили, что ожог произошел **после** действия ударной волны [Флоренский и др., 1960].

Кроме этого, оказалось, что точка, над которой разрушилось космическое тело, не совпадает с областью выделения световой энергии. Положение источника излучения ученые определяли несколькими способами. Среди 400 переживших катастрофу деревьев вблизи эпицентра взрыва, осмотренных Г. М. Зенкиным с сотрудниками [Зенкин и др., 1963], 200 имели повреждения стволов в виде вертикальных и закручивающихся щелей длиной от 10-30 см в верхней части ствола до 3-7 метров ближе к основанию дерева. По этим поражениям исследователи определяли направление на источник излучения (усредненные по группам деревьев азимуты повреждений показаны на рис. 5). Согласно заключению Г. М. Зенкина с коллегами [Зенкин, Ильин, 1964], наиболее вероятное расположение «центра лучеиспускания» находилось в 1,5 км к юго-востоку от эпицентра разрушений на высоте около 5 км (рис. 5).

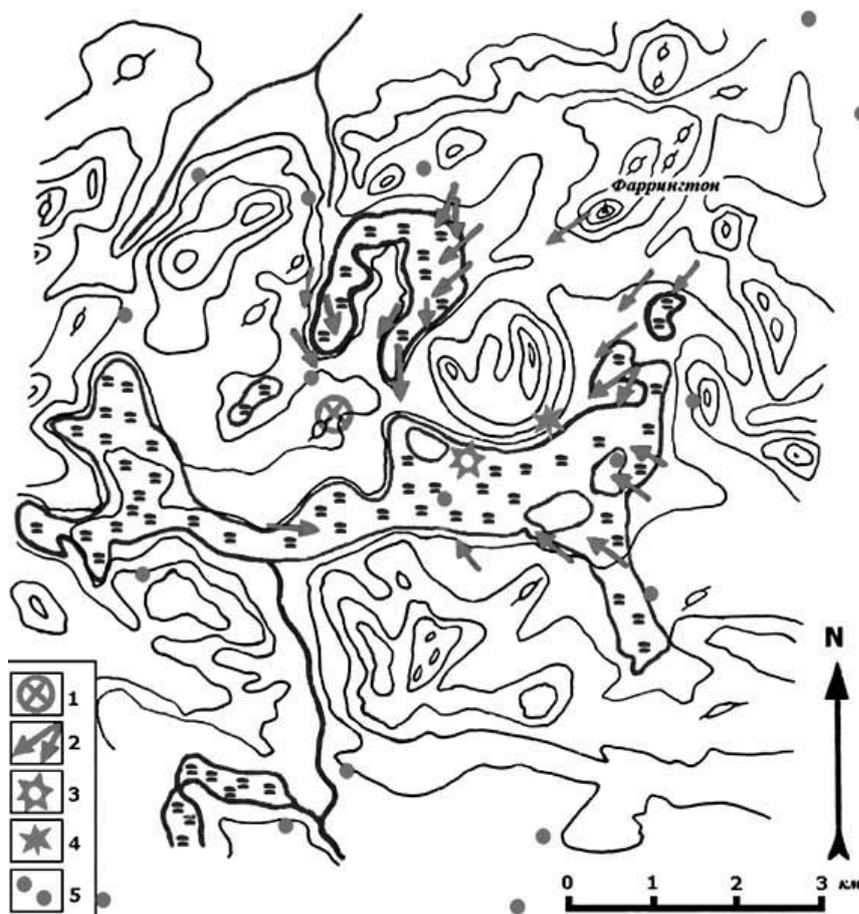


Рис. 5. Место Тунгусской катастрофы.  
1 – эпицентр взрыва; 2 – усредненные по группам живых деревьев направления на источник излучения [Зенкин и др., 1963]; 3 – расположение источника излучения, полученное Г. М. Зенкиным и А. Г. Ильиным [1964]; 4 – расположение эффективного центра свечения согласно В. А. Воробьеву и Д. В. Демину [1976]; 5 – расположение деревьев с максимальным ожоговым

поражением ветвей [Львов, Васильев, 1976].

Еще одни координаты эффективного центра свечения получили В. А. Воробьев и Д. В. Демин [1976]. В этом случае проекция эффективного источника поражения расположена в 2,5 км от особой точки вывала на высоте 7 км (рис. 5). Основываясь на эллипсоидной, вытянутой с запада на восток форме области ожога, В. А. Воробьев и Д. В. Демин сделали вывод, что тело двигалось, взрываясь, на протяжении, по крайней мере, 15-20 км. Ю. А. Львов и Н. В. Васильев [1976], в свою очередь, склонны полагать, что источником поражающего излучения была обширная и относительно плоская поверхность, а сама излучающая область имела скорее форму цилиндра, чем шара.

Таким образом, несколько независимых групп исследователей пришли к заключению, что положение источника излучения, сопровождавшего разрушение Тунгусского метеорита, пространственно не совпадает с эпицентром взрыва, определенным как центр распространения ударной волны, вывалившей

лес. Кроме этого, форма излучающей поверхности отличалась от сферической, ученые определили ее как «обширную», «плоскую» и «протяженную».

Считается, что метеорит летел с юго-востока на северо-запад или, в крайнем случае, с востока на запад. Обратившись к рис. 5, следует отметить, что эпицентр взрыва космического тела (точка 1), который привел к образованию сейсмических волн и вывалу леса, находится значительно дальше на траектории полета тела, чем центр испускания световой энергии (точки 3 и 4). Однако исследования показали, что метеорит сначала взорвался, а световая вспышка произошла на 1÷3 минуты позже. Как это может быть? Ответ на этот вопрос будет рассмотрен ниже, а сейчас можно только отметить, что в течение этих нескольких минут происходила подготовка условий для «включения» источника излучения.

Исследования, проведенные в эпицентре, показали, что Тунгусская катастрофа произошла на месте древнего палеовулкана. Однако наибольшее удивление вызвал тот обнаруженный нами факт, что основной канал выделения энергии излучения пришелся именно на центральное жерло вулкана.

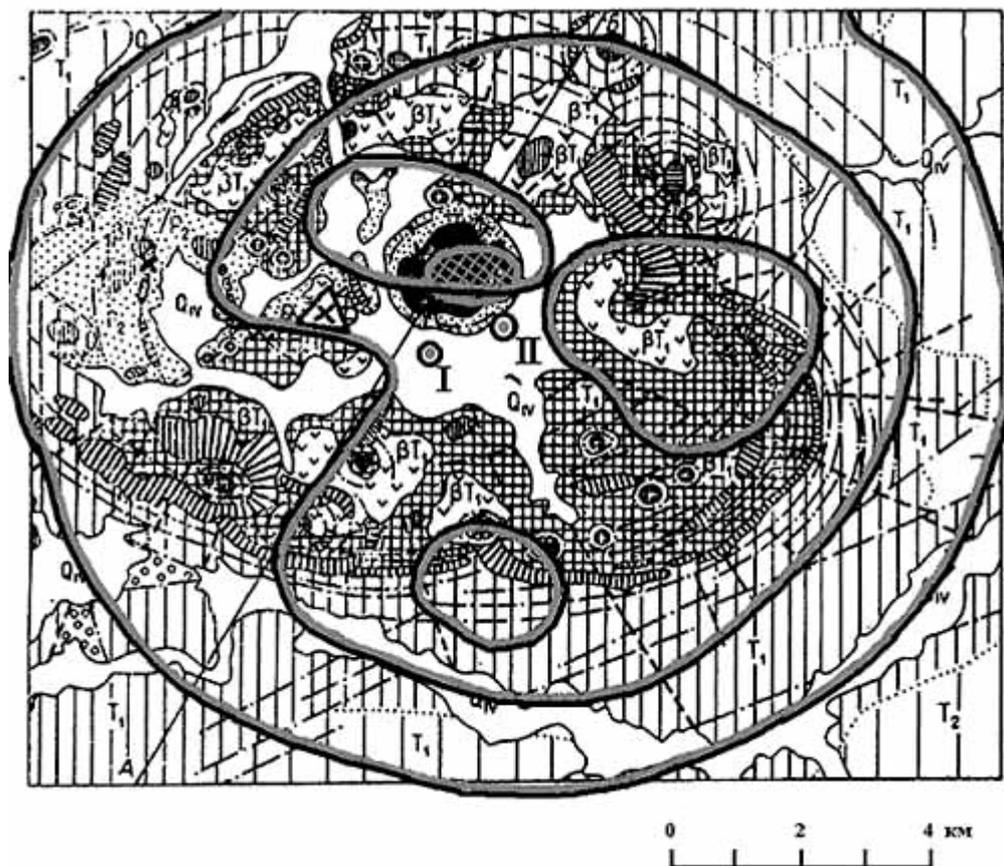


Рис. 6. Эпицентр.

Двойные линии – изолинии, окружающие источники излучения на высоте 2 км, переходящие на больших высотах к системе замкнутых линий вокруг центральной части (заштрихованный контур) по С. А. Разину [1976]. Значки: I – расположение источника излучения, полученное Г. М. Зенкиным и А. Г. Ильиным [1964]; II – эффективный центр свечения согласно В. А. Воробьеву и Д. В. Демину [1976]; X в треугольнике – эпицентр взрыва по В. Г. Фасту и др.[1976]. X – место взрыва метеорита по Н. Л. Сапронову и В. М.Соболенко [1975].

На рис. 6 на расположение палеовулкана, полученное Н. Л. Сапроновым и В. М. Соболенко [1975], нанесены результаты основных работ по определению местоположения источника излучения. Результаты Г. М. Зенкина и А. Г. Ильина [1964] (точка I) и В. А. Воробьева и Д. В. Демина [1976] (точка II) уже упоминались ранее. Обратим внимание на результаты, полученные С. А. Разиным [1976], который представил объемную модель источника лучистой энергии, создающего на поверхности Земли распределение освещенности, наиболее точно соответствующее интенсивности поражений ветвей. Он изучил более чем 1500 спилов ветвей деревьев и по расположению пораженных участков на ветвях определил ориентацию в пространстве источника лучеиспускания. И если на высоте 2 км очертания светящейся области достаточно расплывчаты (структура изолиний для  $h=2$  км показана на рис. 6), то на больших высотах они преобразуются в систему замкнутых вложенных друг в друга линий, имеющую центральную область, также показанную на рис. 6 (заштрихованный контур). Зона наиболее эффективного свечения, по расчетам С. А. Разина находится на высоте 5-7 км.

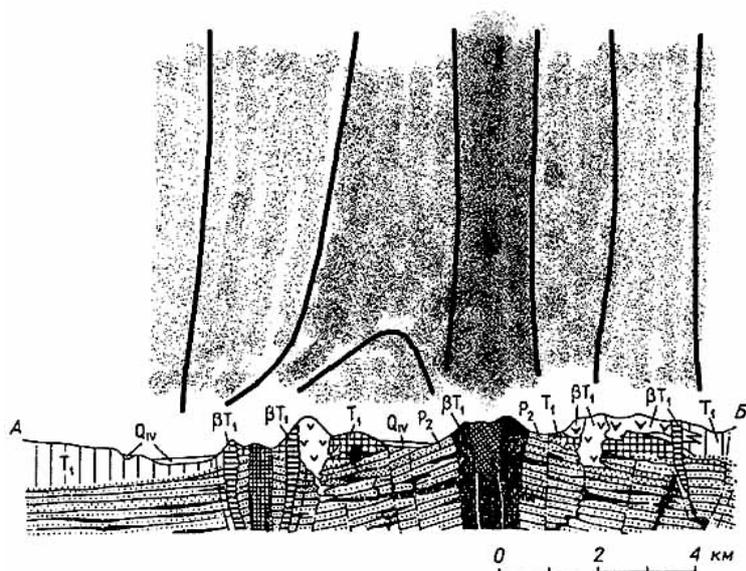


Рис. 7. Схематическое представление области свечения над эпицентром.

По результатам С. А. Разина [1976] было схематически восстановлено положение области свечения над разрезом палеовулкана (рис. 7).

Оказалось, что область максимального свечения излучающего столба, построенная по ожоговым поражениям ветвей, расположена, практически, точно над центральным каналом остывшего вулкана. Таким образом, исследования, проведенные в эпицентре разрушения Тунгусского метеорита, показали следующее.

- Местоположение эпицентра взрыва Тунгусского метеорита, определенное по вывалу леса, отличается от центра выделения энергии излучения.
- Расположение основного канала выделения лучистой энергии связано с жерлом потухшего вулкана.

### 5. Источник излучения Тунгусской катастрофы

Самая поразительная особенность воздействия излучения на деревья – избирательность этого воздействия. Ю. А. Львов и Н. В. Васильев [1976] провели детальное изучение живых деревьев (120 лиственниц), находившихся в эпицентре взрыва, и обнаружили, что ожоговые повреждения встречаются не на всех переживших катастрофу деревьях, а только на тех, которые, будучи молодыми, выходили в то же время в верхний ярус леса. Их тонкие и гибкие ветви не были сломаны ударной волной, тогда как кроны более старых деревьев с толстыми ветвями были изломаны и разрушены. Пораженные излучением ветви составляют определенный ярус кроны. Расположенные ниже ветви массовых повреждений не несут: видимо, они были экранированы верхними. Кроме того, пораженная поверхность вытянута полосой вдоль ветви преимущественно с верхней ее стороны. Ближе к стволу, по мере увеличения диаметра ветви, она сужается и сходит на нет. На концах веточек, где диаметр мал, а кора очень тонкая, пораженная область иногда превышала половину периметра веточки. На одном и том же дереве встречаются повреждения разной интенсивности: от еле заметных «скобочек» (опробковавшегося и потемневшего, видимо, из-за перегрева участка камбия, слоя 1908 года) до сильных поражений, когда повреждены и разрушены даже более глубоко лежащие слои.

На рис. 5 (точки) показано размещение деревьев с максимальным поражением ветвей, т.е. обожжены ветки диаметром свыше 10 мм. Ю. А. Львов и Н. В. Васильев [там же] отмечают, что вблизи эпицентра рядом с деревьями, несущими явные следы термических поражений, встречаются деревья, на которых подобных следов обнаружено не было. Кроме этого, в пределах Южного болота обнаружили пару уцелевших лиственниц. Одну из них срубили в конце 50-х годов. Ее возраст соответствовал 104 годам. Оказалось, что это здоровое, совершенно нормальное дерево без всяких следов ожога [Флоренский и др., 1960]. С другой стороны, в центральной части области ожога была обнаружена лиственница с исключительно сильным поражением ветвей. У нее максимальный диаметр обожженной ветки равнялся 17 мм [Львов, Васильев, 1976].

Учитывая последовательность событий, можно предположить, что в результате воздействия ударной волны первых взрывов на поверхность болота оказались поднятыми в воздух брызги и пыль. Они увеличили влажность поверхности деревьев и создали «завесу из брызг», поглотившую основную часть теплового излучения кратковременной световой вспышки, поскольку известно, что инфракрасное излучение хорошо поглощается парами воды. Образование защитного экрана из брызг, пыли и рассеянного вещества взорвавшегося тела объясняет не только существование необожженных деревьев в эпицентре, но и сравнительно небольшую степень ожога ветвей деревьев на расстоянии до 10 км, в то время как на 30-40 км от эпицентра излучение было так велико, что деревья падали горящими.

Еще одной непонятной особенностью, которой обладал источник излучения Тунгусской катастрофы, была длительность его существования. И. С. Астапович [1951] утверждал, что очевидцы охарактеризовали «длительность взрыва», точнее длительность световой вспышки, словом «мгновенная». Громадный огненный столб существовал очень короткое время, меньшее, чем время реакции человека на сильный внешний раздражитель (С. Б. Семенов даже не успел сбросить с себя рубашку, которая, как ему показалось, загорелась). Это подтверждается и рассказами эвенков, находившихся вблизи эпицентра. Кроме того, в котловине в 4 км от центра взрыва были обнаружены столбы лабазов (сараев). Они были

обожжены настолько, что их поверхность казалась сильно обугленной. Несмотря на это, столбы не сгорели, хотя и были, надо полагать, сухими. То, что сухая древесина даже не успела загореться, подтверждает кратковременность действия высокой температуры [Кринов, 1949; Астапович, 1951]. Кратковременность теплового излучения подтвердили и результаты обследования ветвей деревьев. Часто на дереве, особенно на его вершине, ученые находили расположенные рядом толстый и совсем тонкие сучки, обломанные с концов и имеющие угольки. По мнению Е. Л. Кринова [1949], это свидетельствует о мгновенном действии ожога. При обычном лесном пожаре тонкий сучок сгорел бы дотла, если пламя было такой силы, что обожгло расположенный рядом толстый сучок.

Суммируя все вышесказанное, можно сделать предположение о природе источника излучения. Что же это было? Братья-эвенки охарактеризовали это явление словом «молния». Они были не одиноки в своем предположении. По свидетельству И. С. Астаповича [1951], инженер В. П. Гундобин, живший в 1920-1922 годах на Подкаменной Тунгуске, также собирал сведения о необычайном случае «грозы при безоблачном небе», случившейся 30 июня 1908 г. Таким образом, гипотеза, что Тунгусская катастрофа сопровождалась гигантским электрическим разрядом, не кажется неожиданной. Возможность электрического разряда между заряженным телом, каковым мог являться Тунгусский метеорит, и поверхностью Земли была рассмотрена в работе А. П. Невского [1978]. Однако, учитывая высоту огненного столба, приходится утверждать, что мы имеем дело не только с разрядом между метеоритом и Землей, но и с разрядом значительно большего масштаба, соединившим поверхность Земли с ионосферой.

Итак, разумно предположить, что источником излучения во время Тунгусской катастрофы был электрический разряд. В последнее время интенсивно изучаются электрические разряды, возникающие над полем грозовых облаков [Roussel-Dupre, Gurevich, 1996; Pasko et al., 1997]. Это спрайты (red sprites и blue jets) – светящиеся образования, в некоторых случаях определяемые как колонны, которые появляются на высотах от 50 до 90 км. За два последних десятилетия спрайты удалось сфотографировать, измерить интенсивность излучения и построить модели [Rairden, Mende, 1995; Sentman et al., 1995; Pasko et al., 1995; 1997; Fukunishi et al., 1996; Hampton et al., 1996; Wescott, Sentman et al., 1998]. Разряд, имевший место во время Тунгусской катастрофы, имеет много общего со спрайтами, однако его мощность многократно превышала мощность спрайтов.

Подтверждение тому, что световая вспышка представляла собой гигантский молниевый разряд, дают результаты многочисленных исследований, проведенных в эпицентре. В первую очередь, это повреждения переживших катастрофу деревьев. «Живые свидетели», согласно заключению Г. М. Зенкина с сотрудниками [1963], как правило, несут на себе следы повреждений, полученных ими в момент катастрофы. Вершины их чаще всего сломаны или отсохли. Часто встречаются повреждения коры в виде щелей, трещин и ожогов. Еще во время первых экспедиций Л. А. Кулик [1927] отметил, что «вершины стоящих на корню деревьев всегда обожжены сверху». Известно, что деревья являются природными проводниками молний. Засохшие, лишенные коры вершины деревьев, так же как трещины и щели, являются доказательством того, что токи от молниевых разрядов протекали по дереву. Тот факт, что основной канал разряда спроецировался на главный канал палеовулкана, вероятно, связано с проводимостью пород. С другой стороны, протеканием гигантских токов и наведенными магнитными полями можно объяснить изменение магнитных свойств пород в эпицентре. Согласно заключению А. П. Бояркиной и С. Д. Сидораса [1974], искажение вектора остаточной намагниченности, подобное тому, что было обнаружено в образцах горных пород из района эпицентра Тунгусской катастрофы, возникает при воздействии внешнего магнитного поля напряженностью 25-30 Эрстед, то есть превышавшего земное в 50-60 раз. Кроме этого, облучением поверхности Земли коротковолновым излучением можно объяснить обнаруженный в эпицентре Тунгусской катастрофы мутационный эффект, термолюминесценцию пород и наведенную радиоактивность. Ю. А. Львов и Н. В. Васильев [1976] сравнили площади распространения эффекта ожога ветвей, мутационного эффекта и эффекта термолюминесценции пород в эпицентре и обнаружили сходство формы и размеров области их распространения, вплоть до наличия участка с крайне слабым проявлением этих эффектов.

Основной вывод этой работы следующий:

- Источником излучения во время Тунгусской катастрофы был электрический разряд между Землей и ионосферой.

## **6. Уточнение интервала между событиями**

Сейсмограмма Иркутской обсерватории зафиксировала землетрясение, вызванное взрывом метеорита, а также прохождение волн, распространявшихся по воздуху и, вместе с тем, вызвавших колебания поверхностных слоев Земли. На сейсмограмме (рис. 8b) это три волны в конце записи. В Иркутске (970 км от эпицентра) эти колебания давления звуковой волны продолжались 6,9 минуты [Вознесенский, 1925]. В Англии (расстояние 5740 км от эпицентра) эти же колебания длились 21 минуту [Whipple, 1930]. Если считать, что увеличение длительности колебаний линейно зависит от расстояния, то начальную длительность звуковых колебаний можно оценить как 4 минуты.

Уиппл получил интересную форму колебаний для звуковой волны Тунгусского взрыва (рис. 8с).

Он предположил, что звуковая волна отражает два явления: первая часть колебаний порождена прохождением метеорита через атмосферу, а вторая – его столкновением с поверхностью земли [там же].

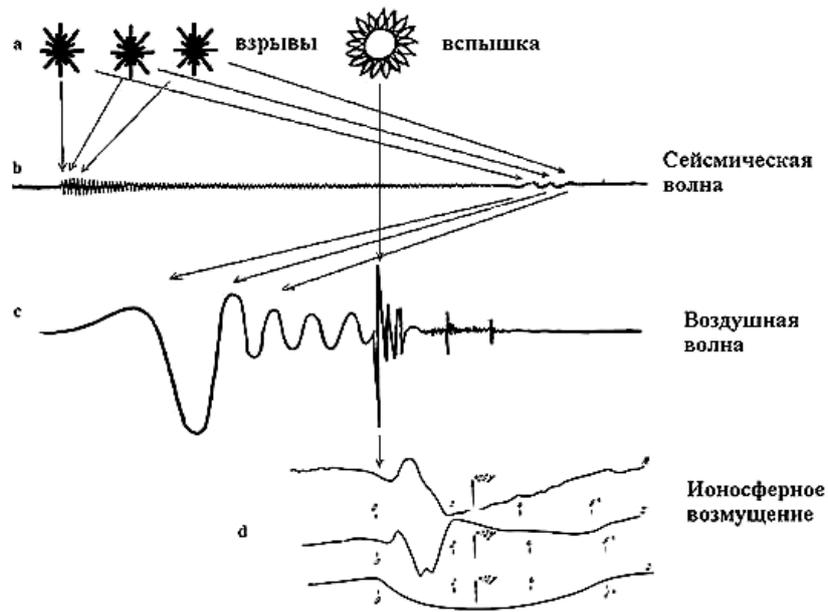


Рис. 8. Запись Тунгусской катастрофы самописцами обсерваторий:  
**a** – последовательность событий;  
**b** – сейсмограмма Иркутской обсерватории [Зоткин, Цикулин, 1966];  
**c** – воздушная волна Тунгусского взрыва, зарегистрированная в Петерсфильде [Whipple 1930];

Поскольку теперь известно, что столкновения с Землей не было, можно предположить, что взрывы вызвали начальную стадию колебаний, в то время как последующие сильные и быстрые осцилляции обязаны своим происхождением разряду. В этом случае интервал между началом землетрясения и световой вспышкой  $\tau \approx 3$  минуты. Эта величина укладывается в тот временной интервал, который был определен на основе рассказов очевидцев.

Еще одну оценку интервала между первой и второй стадиями разрушения Тунгусского метеорита можно сделать на основе анализа геомагнитного эффекта, вызванного катастрофой (см. рис. 8d). При сравнении воздействия Тунгусской катастрофы на магнитное поле Земли с воздействием ядерных взрывов было обнаружено много общих черт, из которых ученые сделали заключение о тождественной природе этих эффектов. Установлено, что геомагнитный эффект ядерного взрыва тесно связан с резким повышением проводимости (дополнительной ионизацией) атмосферы на значительной площади. Был сделан вывод, что изменение состояния геомагнитного поля после взрыва Тунгусского метеорита произошло также вследствие локального повышения проводимости ионосферы над территорией Восточной Сибири [Иванов, 1964]. Известно, что во время ядерных взрывов основную роль в дополнительной ионизации атмосферы играет коротковолновое излучение (рентгеновские и  $\gamma$ -лучи). Единственным агентом, способным вызвать резкое повышение уровня ионизации на значительной площади во время Тунгусской катастрофы, является коротковолновое излучение разряда. Установлено, что одновременно с атмосферными электрическими разрядами, как во время грозы, так и во время спрайтов происходят вспышки  $x$ -лучей и  $\gamma$ -лучей [McCarthy, Parks, 1992; Taranenko, Roussel-Dupre, 1996]. Следовательно, можно допустить, что разряд Тунгусской катастрофы не явился исключением.

В случае ядерных испытаний изменение состояния геомагнитного поля отмечалось сразу же после взрыва, в то время как воздействие взрыва Тунгусского метеорита на геомагнитное поле произошло с запаздыванием на 2,8 минуты ( $\pm 1,2$  минуты) после момента взрыва метеорита, определенного по сейсмическим данным [Плеханов и др., 1961]. Согласно К. Г. Иванову [2002], этот интервал составил  $4,8 \pm 0,2$  минуты, а В. А. Бронштэн [2002] считает, что  $\sim 6$  минут. Таким образом, получаем интервал от начала землетрясения до вспышки равным

$$1,5 \text{ минут} < \tau < 6 \text{ минут.}$$

Результат, полученный Плехановым и др. [1961], укладывается во временной интервал, найденный по наблюдениям очевидцев. Обобщая все вышесказанное, делаем следующее заключение:

- Между моментом взрывного разрушения Тунгусского метеорита, определенным по сейсмическим данным, и электрическим разрядом был временной интервал  $\tau = 2,5 \pm 1$  минута.

## 7. Физический механизм

На настоящий момент можно только в самых общих чертах обрисовать процессы, которые привели к возникновению столь мощного электрического разряда. Согласно наблюдениям эвенков, которые отметили три серии толчков, разрушение Тунгусского метеорита происходило в три этапа. В результате подавляющая часть массы метеорита распалась на мелкие частицы. Максимальный диаметр обнаруженных остатков метеорита не превышал несколько сотен микрон [Кирова, 1961], основную же массу составили частички размером  $10^{-3}$ – $10^{-5}$  см [Фесенков, 1949; Васильев и др., 1965].

Вопросы взрывного разрушения метеорита подробно рассматриваются в работах [Григорян, 1979; Chuba et al., 1993; Hills, Goda, 1993]. Мы будем исходить из того предположения, что метеорит распался на небольшие частицы. Масса Тунгусского метеорита составляла минимум несколько миллионов тонн [Фесенков, 1949], поэтому частицы образовали достаточно плотное облако. Мелкие частички Тунгусского метеорита должны были быть заряженными. Существует множество механизмов, объясняющих образование зарядов на частицах, движущихся в атмосфере, например трение частиц о воздух и друг о друга, движение частиц в природном магнитном поле и т.д.

В составе вещества Тунгусского метеорита были обнаружены щелочные металлы [Долгов и др., 1973; Колесников и др., 1976], которые легко отдают электроны, поэтому можно допустить, что более крупные частицы оказались заряженными положительно, а мелкие – отрицательно. Это предположение подтверждается результатами экспериментальных работ, которые показали, что при дроблении кристаллических тел мелкие осколки заряжаются отрицательно, а крупные – положительно [Бронштэн, 1991]. Поскольку тяжелые частицы стали опускаться вниз, в облаке произошло разделение зарядов (см. рис. 9).

По аналогии с процессами, протекающими в грозовых облаках, можно предположить, что когда положительный заряд начал стекать на землю, в облаке остался нескомпенсированный отрицательный заряд. Это привело к усилению напряженности электрического поля над облаком. R. Roussel-Dupre и A.V. Gurevich [1996] утверждают, что как только величина напряженности поля  $E$  превышает пороговую величину электрического поля для пробоя на убегающих электронах  $E_t$  начинается процесс лавинообразного увеличения количества электронов. Величина  $E_t$ , необходимая для пробоя, равна

$$E_t = 218 (p/p_0) \text{ кВ/м,}$$

где  $p$  - атмосферное давление, а  $p_0$  – давление на уровне моря. В случае Тунгусской катастрофы образование лавин электронов могло привести к электрическому разряду, достигшему ионосферных высот.

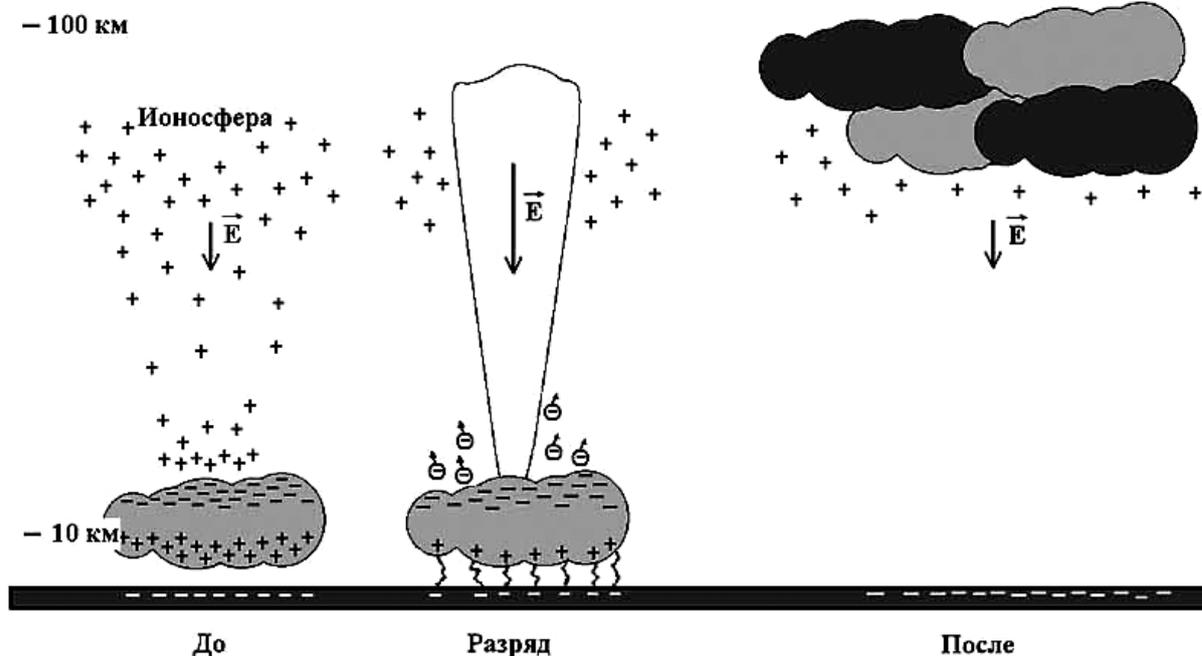


Рис. 9. Механизм формирования электрического разряда Земля – ионосфера

Электрический разряд во время Тунгусской катастрофы оказался настолько мощным и настолько разогрел атмосферу, что конвективные потоки вынесли на ионосферные высоты мелкодисперсное облако частиц, оставшееся после полного распыления метеорита. Согласно оценкам К. П. Флоренского [1963] и А. П. Бояркиной с соавторами [1976], в непосредственной близости от эпицентра в виде силикатных и магнетитовых оплавленных частиц осело лишь несколько тонн вещества. Предположение о распылении метеорита хорошо согласуется с наблюдениями очевидцев, видевших над местом падения тела поднимающиеся вверх клубы черного дыма (см. рис. 1). Помимо частиц, на ионосферные высоты

поднялись значительные объемы воды в парообразном состоянии, что обусловило появление аномально большого поля серебристых облаков, наблюдавшегося в течение двух суток после катастрофы.

### Литература

- Астапович, И. С.** Большой тунгусский метеорит. История исследования [Текст] / И. С. Астапович // Природа. – 1951. – № 2. – С. 23-32.
- Астапович, И. С.** Большой тунгусский метеорит. Результаты исследований [Текст] / И. С. Астапович // Природа. – 1951. – № 3. – С. 13-23.
- Бояркина, А. П.** Палеомагнитные исследования в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / А. П. Бояркина, С. Д. Сидорас // Геология и геофизика. – 1974 – № 3. – С. 79-84.
- Бронштэн, В. А.** Магнитный эффект Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Бронштэн // Геомагнетизм и аэрономия. – 2002. – № 42(6)б. – С. 854-856.
- Бронштэн, В. А.** Электрические и электромагнитные явления, сопровождающие полет метеоров [Текст] / В. А. Бронштэн // Астрономический вестник 1991. – 25 (2).
- Вознесенский, А. В.** Падение метеорита 30 июня 1908 г. в верховьях р. Хатанга [Текст] / А. В. Вознесенский // Мирознание. – 1925. – № XIV, № 1. – С. 25-38.
- Воробьев, В. А.** Новые результаты исследования термических поражений лиственниц в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Воробьев, Д. В. Демин // Вопросы метеоритики: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 58-63.
- Григорян, С. С.** О движении и разрушении метеоритов в атмосферах планет [Текст] / С. С. Григорян // Космические исследования. – 1979. – № 17(6). – С. 875-893.
- Зенкин, Г. М.** О лучевом ожоге деревьев в районе взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / Г. М. Зенкин, А. Г. Ильин // Метеоритика. – 1964. – № 24. – С. 129-140.
- Зоткин, И. Т.** Моделирование Тунгусского взрыва [Текст] / И. Т. Зоткин, М. А. Цикулин // Природа. – 1966. – № 6. – С. 81-98.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1964. – № 24. – С. 141-151.
- Иванов, К. Г.** Еще раз о проблеме моделирования геомагнитного эффекта Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 2002. – № 42(6). – С. 857-858.
- К оценке вещества Тунгусского метеорита в районе эпицентра взрыва** [Текст] / А. П. Бояркина, Н. В. Васильев, Т. А. Менявцева и др. // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 8-15.
- Кирова, О. А.** О минералогическом изучении проб почв из района падения Тунгусского метеорита, собранных экспедицией 1958 г. [Текст] / О. А. Кирова // Метеоритика. – 1961. – № 20. – С. 32-39.
- Колесников, Е. М.** Нейтроноактивационный анализ некоторых элементов в силикатных шариках из торфа района падения Тунгусского метеорита [Текст] / Е. М. Колесников, А. Ю. Люль, Г. М. Иванова // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 87-99.
- Коненкин, В. Г.** Сообщения очевидцев о Тунгусском метеорите 1908 года [Текст] / В. Г. Коненкин // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 31-35.
- Кринов, Е. Л.** Вестники Вселенной [Текст] / Е. Л. Кринов. – М. : ГИГЛ, 1963. – 144 с.
- Кринов, Е. Л.** Тунгусский метеорит [Текст] / Е. Л. Кринов. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – 196 с.
- Кулик, Л. А.** К истории болида 30 VI 1908 [Текст] / Л. А. Кулик // Доклады Академии Наук СССР. – 1927. – С. 393-398.
- Львов, Ю. А.** Лучистый ожог деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Ю. А. Львов, Н. В. Васильев // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 53-57.
- Невский, А. П.** Явление положительного стабилизируемого электрического заряда и эффект электроразрядного взрыва крупных метеоритных тел при полете в атмосферах планет [Текст] / А. П. Невский // Астрономический вестник. – 1978. – № 12 (4). – С. 206-215.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г. Ф. Плеханов. – М. : Наука, 1965. – 112 с.
- О влиянии взрыва Тунгусского метеорита на геомагнитное поле** [Текст] / Г. Ф. Плеханов, А. Ф. Ковалевский, В. К. Журавлев, Н. В. Васильев // Геология и геофиз. – 1961. – № 6. – С. 94-96.
- Предварительные результаты работ Тунгусской метеоритной экспедиции 1958 г.** [Текст] / К. П. Флоренский, Б. И. Вронский, Ю. М. Емельянов, И. Т. Зоткин, О. А. Кирова // Метеоритика. – 1960. – № 19. – С. 103-134.
- Разин, С. А.** Оценка координат источника ожоговых повреждений по распределению интенсивности поражающего воздействия в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / С. А. Разин // Космическое вещество на Земле: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 66-71.
- Сапронов, Н. Л.** Некоторые черты геологического строения Куликовского палеовулкана нижнетрастового возраста [Текст] / Н. Л. Сапронов, В. М. Соболенко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1975. – С. 13-19.

- Состав микросферул из торфов района падения Тунгусского метеорита** [Текст] / Ю. А. Долгов, Н. В. Васильев, Н. А. Шугурова и др. // Метеоритика. – 1973. – № 32. – С. 147-149.
- Суслов, И. М.** К розыску большого метеорита 1908 г. [Текст] / И. М. Суслов // Мироведение. – 1927. – № 16 (1). – С. 13-18.
- Суслов, И. М.** Опрос очевидцев Тунгусской катастрофы в 1926 г. [Текст] / И. М. Суслов // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 21-30.
- Фаст, В. Г.** О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фаст, А. П. Баранник, С. А. Разин // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 39-52.
- Фесенков, В. Г.** Помутнение атмосферы, произведенное падением Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. [Текст] / В. Г. Фесенков // Метеоритика: сб. ст. – 1949. – № 6. – С. 8-12.
- Флоренский, К. П.** Предварительные результаты Тунгусской метеоритной комплексной экспедиции 1961 г. [Текст] / К. П. Флоренский // Метеоритика: сб. ст. – М., 1963. – вып. 23. – С. 3-29.
- Характеристика деревьев, переживших Тунгусскую катастрофу в ее эпицентре** [Текст] / Г. М. Зенкин, А. Г. Ильин, А. И. Егоршин и др. // Труды Географ. Общ. СССР, Том. отд-е. – 1963. – № 5. – С. 84-86.
- Chuba C.F., Thomas P.J., Zahnle K.J.** The 1908 Tunguska explosion: atmospheric disruption of a stony asteroid. // Nature 1993, 361(6407), p. 40-44.
- Hampton, D.L., Heavner M.J., Wescott E.M., Sentman D.D.** Optical spectral characteristics of sprite. // Geop. Res. Lett. 1996, 23 (1), p. 89-92.
- Hills J.G., Goda M.P.** The fragmentation of small asteroids in the atmosphere. // Astronomical Journal 105(3), 1993, p. 1114-1144.
- Fukunishi, H. et al.** Elves: Lightning-induced transient luminous events in the lower ionosphere. // Geoph. Res. Lett., 1996, 23 (16) p. 2157-2160.
- McCarthy M.P., Parks G.K.** On the modulation of X ray fluxes in thunderstorms. // J. Geoph. Res. 1992, 97 (D5), p. 5857-5864.
- Pasko, V.P., Inan U.S., Taranenko Y.N., Bell T.F.** Heating, ionization and upward discharges in the mesosphere due to intense quasi-electrostatic thundercloud fields. // Geoph. Res. Lett. 1995, 22 (4), p. 365-368.
- Pasko, V.P., Inan U.S., Bell T.F., Taranenko Y.N.** Sprite produced by quasi-electrostatic heating and ionization in the lower ionosphere. // J. Geoph. Res. 1997, 102 (A3) p. 4529-4561.
- Rairden, R.L., Mende S.B.** Time resolved sprite imagery. // Geoph. Res. Lett. 1995, 22 (24) p. 3465-3468.
- Roussel-Dupre, R., Gurevich A.V.,** On runaway breakdown and upward propagating discharges. // J. Geoph. 1996, Res. 101 (A2) p. 2297-2311.
- Sentman, D.D., Wescott E.M., Osborne D.L., Hampton D.L., Heavner M.J.** Preliminary results from the Sprites94 aircraft campaign: 1. Red sprites. // Geoph. Res. Lett. 1995, 22 (10) p. 1205-1208.
- Taranenko, Y., Roussel-Dupre R.** High altitude discharges and gamma-ray flashes: a manifestation of runaway air breakdown. // Geoph. Res. Lett. 1996, 23 (5) p. 571-574.
- Wescott, E.M., D.D. Sentman et al.** Blue Jets: their relationship to lightning and very large hailfall, and their physical mechanisms for their production. // J. Atm. Solar-terr. Phys., 1998, 60, p. 713-724.
- Wescott, E.M., Sentman D.D. et al.,** Observations of ‘Columniform’ sprites. // J. Atm. Solar-terr. Phys., 1998, 60, p. 733-740.
- Whipple F.J.W.** The great Siberian meteor and the waves, seismic and aerial, which it produced. Quarterly J. of the Royal Meteorological Society 1930, 56 (236), p. 287-301.

А. А. СИМОНОВ (Ташкент, Узбекистан)

## ВОЗМОЖНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И РАДИАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ТУНГУССКОГО ФЕНОМЕНА 1908 ГОДА НА ОСНОВЕ МГД ТЕОРИИ ПЛАЗМЕННЫХ ЯВЛЕНИЙ

### Введение

Утром 30 июня 1908 г. многие жители Сибири наблюдали, как по небу пролетел гигантский дневной болид. Пролет тела, наблюдавшийся на расстоянии до 400 км от района катастрофы, сопровождался мощными звуковыми явлениями, которые были слышны на расстояниях до 1000 км.

Как заметил Н. В. Васильев в своей статье «Парадоксы проблемы Тунгусского метеорита» [15]: «Главной специфической чертой Тунгусского феномена является его многогранность, и это обстоятельство должно учитываться при построении любой концепции, претендующей на объяснение данного явления в целом».

Анализ каталога показаний очевидцев катастрофы [11], общее число которых достигает нескольких сотен, выявляет не разъясненное до настоящего времени обстоятельство, состоящее в том, что громоподобные звуки наблюдались не только после пролета болида, но и во время пролёта, и даже до него.

Второе, достаточно странное, обстоятельство связано с направлением движения тела. Анализ показаний свидетелей, собранных по горячим следам события, и позже, в 20-е — 30-е годы, 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 изучение векторной структуры повала леса, вызванного ударной волной Тунгусского метеорита, дает азимут  $114^\circ$ , а поле ожоговых повреждений — даже  $95^\circ$ , 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.

Кульминацией пролета Тунгусского метеорита был взрывоподобный энергетический разряд, тротиловый эквивалент которого составлял от 10 до 40 мегатонн.

Начиная с экспедиций Л. А. Кулика, поисками вещества Тунгусского метеорита было занято несколько поколений исследователей. 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.

Много вопросов вызывают биологические последствия Тунгусского взрыва, в особенности обнаруженный методами генетики эффект увеличения генотипической изменчивости у сосны в районе катастрофы. Эффект этот статистически высоко достоверен, тяготеет к эпицентру и проекции траектории и несводим к действию пожара 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 фоновую радиоактивность на периферии района. Изучение изменений термолюминесцентных свойств горных пород и почв, являющихся индикатором радиационного воздействия на объекты в прошлом, выявили сложную картину, не противоречащую представлению о возможном присутствии во время Тунгусского взрыва ионизирующей радиации.

Кроме локальных аномальных явлений 30 июня 1908 г. в Центральной Сибири лето 1908 г. ознаменовалось комплексом оптических аномалий ночного и сумеречного неба, достигших кульминации в ночь с 30 июня на 1 июля и экспоненциально уменьшившихся по интенсивности в последующие 2-3 дня [15].

Это далеко не полный список загадок Тунгусского феномена.

Для начала, предположим, что Тунгусский метеорит всё-таки относился к одному из трёх известных классов метеоритов, а именно, к каменным, железным или к железокремнистым метеоритам.

В рамках предлагаемой автором статьи гипотезы магнитогидродинамического (МГД) взаимодействия крупных метеорных тел с атмосферой и ионосферой ферромагнитный состав метеороида может существенно усилить проявление ряда интересных эффектов, которые будут рассмотрены далее. Но следует отметить, что большинство МГД плазменных процессов проявятся и при падении каменных метеоритов (возможно даже, при падении ядра кометы), но в меньшей степени, чем у железных метеоритов. Кроме того, проявление радиационных процессов при падении крупных метеороидов, практически, не зависит от состава метеорного тела.

В дальнейшем, как будет показано в этой статье, более полно событиям 30 июня 1908 года соответствует, возможно, железокремнистый метеорит, подкласса мезосидирит. Мезосидириты состоят наполовину из силикатов, наполовину из металла. Поры силикатной губки заполнены никелистым железом. [12].

В конце июня 1988 г. в г. Красноярске автором настоящей работы был сделан доклад на юбилейной конференции, посвящённой 80-летию Тунгусского метеорита на тему: «Механизм магнитогидродинамического взаимодействия крупных метеорных тел с атмосферой планет». Впервые основы предлагаемой в данной статье гипотезы были предложены в качестве докладов в мае 1985 года в Томске и в Новосибирске, а также опубликованы в 1984 г. [40].

Рассмотрим магнитогидродинамические (МГД) явления при взаимодействии крупных метеорных тел с атмосферой Земли.

Как следует из классической метеоритики, при взаимодействии с набегающим потоком воздуха происходит его разогревание и ионизация. Газовая подушка, образующаяся перед метеороидом и состоящая из смеси воздуха, плазмы и метеорных паров, называется метеорной комой. Обтекание любого крупного тела ниже 80 км становится турбулентным, причем числа Рейнольдса в случае тела диаметром 1 м, летящего на высоте 50 км, достигают  $10^6$  [12].

Турбулентность возникает и в ионном следе болида, а это приводит к тому, что силовые линии геомагнитного поля, пронизывающие след, закручиваются, а магнитное поле в следе усиливается. [4,11].

### Постановка задачи

**В предлагаемой статье будет рассмотрен процесс усиления геомагнитного поля в плазменном окружении каменных метеороидов. На основе магнитогидродинамических (МГД) процессов, возникающих при падении метеорных тел, предложен эффективный механизм усиления собственного магнитного поля ферромагнитных метеорных тел (железных и железокремнистых). Также предложен механизм эффективной перекачки кинетической энергии падающего метеороида во внутреннюю энергию плазменных структур комы и ионного следа метеороида. Рассмотрена модель, объясняющая интенсивные радиационные процессы (гамма-излучение, рентгеновское и нейтронное излучение), инициированные метеорным телом. Полученные результаты будут использованы для анализа парадоксов Тунгусского феномена.**

Отметим, что в физике турбулентной плазмы механизм усиления магнитного поля за счёт запутывания силовых линий магнитного поля называется эффектом динамо.

В 1983 г. в *Астрономическом вестнике* В. А. Бронштэном была опубликована статья «Магнитодинамический механизм генерации собственных радиоволн ярких болидов» [11]. В. А. Бронштэном была предложена теория механизма генерации собственного радиоизлучения ярких болидов. Эта теория основана на том, что в результате турбулентных движений в ионном следе метеора происходит запутывание силовых линий геомагнитного поля, приводящее к его усилению до значений порядка  $10^3$  Э. Показано, что необходимые для этого магнитные числа Рейнольдса  $Re_m \geq 10$  реализуются только в случае очень ярких болидов. Рассчитано время нарастания и время затухания поля, а также мощность выделяемой при затухании поля энергии. Показано, что даже если только  $10^{-3}$  этой энергии переходит в радиоизлучение, а  $10^{-3}$  энергии радиоволн преобразуется в звук, то этого достаточно для объяснения природы электрофонных болидов [2, 39]. Теория, предложенная В. А. Бронштэном, рассматривала только один механизм – излучение радиоволн за счёт диссипации магнитного поля и не была экстраполирована на случай особо крупных метеорных тел, где процесс усиления магнитного поля может быть существенно сильнее. Также им был рассмотрен процесс усиления геомагнитного поля исключительно в ионном следе метеороида [11]. При этом совершенно не затрагивались процессы, происходящие в плазменной коме метеорного тела.

Вначале рассмотрим важное ограничение по отношению к процессу усиления магнитного поля. Это ограничение связано с тем, что метеорный след можно рассмотреть, как квазицилиндрический, т.е. имеющий осевую симметрию.

Но в публикациях [7, 52] было показано, что движения, обладающие высокой степенью симметрии (двумерные, осесимметричные, центрально-симметричные) не способны генерировать поле. Существует ряд запретов на симметричные модели (Каулинг [52], Брагинский [7], Зельдович [24]), т.е. осесимметричные модели должны были быть отвергнуты. В случае осесимметричной турбулентности динамо-процесс не работает или работает очень неэффективно. В работах [14] и [61] было показано, что простая изотропная или анизотропная турбулентность вызывает лишь турбулентную диффузию магнитного поля. Только гиротропная (отражательно неинвариантная) турбулентность, в которой преобладает либо правовинтовое, либо левовинтовое движение, способна работать как генератор поля.

Используя понятие о вмороженности магнитного поля, можно указать конкретный пример быстрого динамо-механизма. Вообразим проводящий жидкий тор, в котором имеется начальное тороидальное (параллельное плоскости экватора) магнитное поле (рис. 1, а). Далее, нетрудно вообразить движение, переводящее тор в «восьмерку» (рис. 1, б). Следующий этап — это совмещение окружностей восьмерки (рис. 1, в). На (рис.1, в) видно, что поток магнитного поля удвоился. Если повторять подобные движения

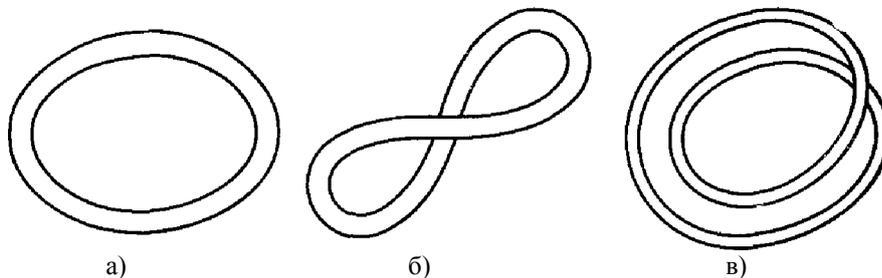


Рис. 1. Динамо-механизм усиления магнитного поля.

$n$  раз, то мы получим усиление в  $2^n$  раз; таким образом, поток возрастает экспоненциально. Надо заметить, что поле не просто удваивается – кроме тороидальной составляющей появляются еще «лишние поля», которые могут быть уничтожены конечной диффузией. Итак, не отказываясь от вмороженности поля, можно получить неограниченное нарастание упорядоченного потока. Ясно также, что поле скоростей в рассмотренном примере, в целом, не обладает цилиндрической симметрией.

Заметим, что все динамо-механизмы Паркера, Пономаренко, Штеенбека и Краузе – сводятся к одному и тому же: отщепление петли от основного поля и поворот ее таким образом, что она становится параллельной начальному полю, так что, возможно, к «восьмерке» (рис.1) сводятся все механизмы генерации.

Гиротропная турбулентность может быть эффективным генератором магнитных полей в быстро вращающихся объектах. При этом инкремент нарастания довольно велик – он всего лишь в несколько раз меньше частоты вращения. В других случаях одного действия гиротропной турбулентности (или, как назвал это Штеенбек,  $\alpha$ -эффекта) недостаточно. В помощь  $\alpha$ -эффекту необходимо привлекать регулярные движения, например дифференциальное вращение, действующее в «ту же сторону», что и  $\alpha$ -эффект.

Наряду с нарастанием потока происходит некое изменение более тонких топологических свойств линий тока. В этом смысле, для того, чтобы получить точное воспроизведение всех деталей поля при усилении, некое нарушение вмороженности все же необходимо. Поле скоростей стационарно в среднем

по циклу, но не в каждый момент времени. Аналогичный приведенному механизм и необходимость конечной диффузии для динамо были указаны ещё Дэвисом [51].

Несмотря на обилие механизмов, дающих генерацию, к настоящему времени существуют только две общепризнанные динамо-модели (т. е. модели, используемые непосредственно для объяснения солнечного цикла, земного динамо и т. п.). Это модель Паркера [58], в которой упомянутая выше спиральная конвекция служит генератором полоидальной компоненты из тороидальной (тороидальная же «вытягивается» дифференциальным вращением из полоидальной), и модель Брагинского [7] – почти симметричное динамо.

Было отмечено, что движение, отклоняющееся от симметрии и дающее генерацию, обладает свойством спиральности, т. е. скорость  $v$  имеет корреляцию с  $\text{rot } v$ . Ниже у нас будет возможность убедиться в том, что корреляция  $v \text{ rot } v$ , т. е. винтовые движения, играет большую роль в теории генерации. Так, в работе Робертса [59] рассматривается поле скорости  $v = (\cos y - \cos z, \sin z, \sin y)$ , которое, как легко проверить, является винтовым:  $v \sim \text{rot } v$ .

Ю. Б. Пономаренко получил нестационарное, т. е. экспоненциально растущее, решение для винтовой модели [37].

Одним из способов запуска этого механизма может являться, в данном случае, вращение падающего метеорного тела, которое приведёт, в свою очередь, к закрутке следа тела и к простым, но эффективным моделям Паркера и Пономаренко для генерации магнитного поля. Поэтому не все яркие болиды являются электрофонными. Только те, которые вращаются при вхождении в атмосферу или начинают вращаться уже в атмосфере. Астрономические наблюдения доказали, что наблюдаемые в космосе астероиды имеют переменную яркость, что говорит об их вращении. При вхождении в атмосферу такие крупные метеорные тела могут вызвать эффект динамо-усиления магнитного поля. При этом они не являются обязательно железными метеоритами, а могут быть, например, каменными.

Следует отметить, что метеорное тело, которое не вращается, тоже может иметь винтовую составляющую плазменного следа за счёт проявления его турбулентности, но мощность этого явления винтовой «закрутки» существенно меньше, чем от вращающегося тела. Следовательно, в этом случае динамо-эффект существенно слабее, чем в предыдущей модели.

В дальнейшем будет показано, что в случае достаточно крупных метеорных тел (более 1 метра в поперечнике), обладающих ферромагнитными свойствами (железные и железокремниевые метеориты), существует механизм эффективной «закрутки» набегающего потока плазмы вдоль оси движения метеорного тела. При этом возможна и генерация вращения таких тел в атмосфере. В этом случае само метеорное тело запускает процесс усиления магнитного поля вне зависимости от того, вращается оно или нет при вхождении в атмосферу.

### Процессы усиления магнитного поля в плазменном окружении каменных метеоритов

Рассмотрим процесс усиления магнитного поля в плазменном следе метеорного тела, обладающего предполагаемыми параметрами Тунгусского метеорита.

Следует отметить, что приведенный ниже анализ процессов усиления магнитного поля относится как к каменным, так и к железным метеоритам.

Известно, что индуцированное магнитное поле равно:

$$\mathbf{B}_i = \text{Re}_m \cdot \mathbf{B}_0 \quad (1)$$

где  $B_0$  – начальное магнитное поле,  $B_i$  – индуцированное магнитное поле,  $\text{Re}_m$  – магнитное число Рейнольдса. Таким образом, магнитное число Рейнольдса показывает, во сколько раз может увеличиться магнитное поле в турбулентной проводящей среде.

Известна формула расчёта числа Рейнольдса [38]:

$$\text{Re}_m = 4\pi\sigma_r V_T L / c^2, \quad (2)$$

где  $V_T$ ,  $L$  – скорость и масштаб турбулентных движений,  $\sigma_r$  – проводимость плазмы в электростатических единицах,  $c$  – скорость света.

Оценим предполагаемые значения  $V_T$  и  $L$  для Тунгусского метеорита. Например, определим эти данные для высоты 20 км.

Возможная скорость  $V_T = 20 \text{ км/сек} = 2 \cdot 10^6 \text{ см/сек}$ . При предполагаемой массе в 200 тысяч тонн средний диаметр метеорного тела будет 38 метров для железного метеорита и 48 метров, если метеорит был каменный.

Как было отмечено в статье [11] и согласно экспериментальным данным [48], диаметр дальнего следа при больших числах Маха на порядок превышает диаметр тела, т.е. в нашем случае он будет составлять от 380 до 500 метров. Плазменная оболочка становится в несколько раз больше, чем реальный диаметр самого метеорного тела, т.е. можно определить масштаб турбулентных движений, не менее  $L \approx 500 \text{ м} = 5 \cdot 10^4 \text{ см}$ . Скорость 20 км/сек соответствует температуре в плазменном следе  $\sim 7000 - 8000 \text{ К}$ .

В соответствии с публикациями С. И. Брагинского и В. А. Бронштэна [8,11], электропроводность плазмы равна:

$$\sigma_r = 9,14 \cdot 10^7 T_e^{3/2} / \lambda \quad (3),$$

где  $\lambda = \ln(324 \cdot T_e / n_e^{1/3})$ . Используя параметры  $T_e = 8000$  К и  $n_e = 10^{17}$ , получим следующее значение для электропроводности:  $3,8 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .

Подставив, все необходимые значения в формулу (2), найдём значение  $Re_m \approx 50000 = 5 \cdot 10^4$ .

Учитывая среднее значение напряжённости магнитного поля Земли, определим, что процесс быстрого динамо в следе метеорного тела может локально усилить это магнитное поле минимум в пятьдесят тысяч раз и поднять его до 25 тысяч гаусс.

Для винтового динамо известна оценка времени нарастания магнитного поля [60]:

$$T \approx Re_m^q \cdot R/V \quad (4),$$

где  $q \approx 1/2 - 1/3$  есть параметр, зависящий от профиля скорости в потоке,  $R = 250$  м – эффективный радиус потока,  $V = 20\,000$  м/с – скорость потока,  $Re_m \approx 50\,000$  – магнитное число Рейнольдса.

Подставив параметры  $R$ ,  $Re_m$  и  $V$  мы получим, что время нарастания магнитного поля не более 3 сек, при  $q \approx 1/2$ . Не более 0,5 секунд, при  $q \approx 1/3$ . Таким образом, можно сделать вывод, что при прочих благоприятных условиях, винтовой динамо эффект может усилить магнитное поле крупного метеороида за 0,5 – 3 секунды до максимального значения.

### Процессы усиления магнитного поля в плазменном окружении железных метеоритов

Следует рассмотреть очень интересный случай – когда метеорное тело относится к железным или к железокремнистым метеоритам.

Для железного или железокремнистого метеороида существует возможность проявления сдерживающих намагничивание факторов магнитной вязкости и вихревых токов в проводящем метеорном теле. Магнитная вязкость – это отставание во времени изменения намагниченности ферромагнетиков от изменений напряжённости внешнего магнитного поля. Следует отметить, что для намагничивания больших объёмов ферромагнетика требуется достаточно много времени, но это касается именно магнитотвердых материалов.

Как известно, железные метеориты состоят, в большинстве случаев, из железно-никелевых сплавов, которые относятся к магнитомягким материалам. Они весьма эффективно намагничиваются в относительно слабых магнитных полях. Магнитотвердые материалы намагничиваются преимущественно за счет вращения векторов намагничивания. В магнитомягких материалах намагничивание происходит, в основном, за счет смещения границ доменов, поэтому разница в коэрцитивной силе  $H_c$ , по сравнению с магнитотвердыми материалами, достигает очень большого значения. Так, для магнитотвердых материалов наибольшая коэрцитивная сила  $H_c = 800$  кА/м, а для магнитомягких материалов наименьшая коэрцитивная сила  $H_c = 0,4$  А/м, т.е. различие составляет  $2 \cdot 10^6$  раз.

Известно, что в сильных магнитных полях действие магнитной вязкости для магнитомягких материалов незначительно, т.е. для усиления магнитной индукции внутри метеорита внешним намагничивающим полем не требуется много времени. Для магнитомягких материалов проблема времени магнитного отклика, практически, не критична [17].

Так как Тунгусский метеорит летел под углом  $10^0$ , то с предполагаемой высоты начала активной генерации магнитного поля он пролетел порядка 1400 км в ионосфере и в атмосфере, примерно за время от 1-ой до 2-х минут. С учётом всего вышесказанного, можно сделать вывод, что хотя магнитная вязкость и токи Фуко могут замедлить процесс намагничивания метеороида, но, тем не менее, за минуту полёта метеороида намагниченность тела может достичь достаточно больших значений. К тому же намагничивание объекта имеет значение только для объяснения эффекта «связывания» магнитосферы метеороида с самим метеороидом.

Железно-никелевый метеорит подобен, в некотором приближении, трансформаторному железу. В случае железокремнистого метеорита, отсутствие сплошного массива железа ещё более делает похожим его на сердечник огромного трансформатора, состоящий из отдельных пластин.

Можно также представить модель, похожую на гигантский электромагнит, где магнитно-плазменная оболочка представляет, в некотором роде, модель индуктивной обмотки – соленоида, а метеорное тело – аналогию магнитного сердечника. Магнитное поле соленоида действует таким образом, что сердечник из ферромагнитного материала стремится втянуться в область максимального поля. Эта сила обеспечивает создание единого структурного образования из замагниченной плазменной оболочки и ферромагнитного метеорного тела. Магнитная вязкость определяет только скорость развития этого эффекта, но не важна для процесса усиления магнитного поля и генерации радиационных полей, так как эти эффекты связаны только с плазменными явлениями.

Начальное поле метеорита может составлять несколько гаусс, что позволит ему активно взаимодействовать даже с верхними слоями ионосферы. Температура в районе ударной волны перед метеороидом может достигать несколько десятков тысяч градусов, в коме метеороида до 20 000 К. Известно, что концентрация ионов в ионосфере максимальна на высоте 250 км и достигает значения  $n_e = 10^6$  [36] летом для ионосферного слоя F2

Применив формулу (3) и учитывая вышеприведённые параметры, получим значение электропроводности плазмы  $\sigma_r = 2,33 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$  в плазменной оболочке метеороида. Тогда, для этой высоты можно определить число  $Re_m \approx 6 \cdot 10^4$ . Следовательно, магнитное число Рейнольдса в ионосфере может даже превышать свои значения по отношению к более плотным слоям атмосферы.

Даже если естественное магнитное поле метеорита будет всего 2-5 Гс, оно довольно быстро увеличится до 25 тысяч Гс (2,5 тесла), дойдя до значений насыщения метеоритного железа. За счёт большой мощности МГД процесса вокруг метеорита напряженность внешнего намагничивающего поля может подняться до 25 - 40 тысяч эрстед.

Таким образом, небольшое начальное магнитное поле метеорного тела, может запустить динамо-процесс усиления поля в окружающей плазме. Внешние поля создадут большую магнитную индукцию в теле метеороида, которая ещё более ускорит генерацию внешнего магнитного поля. Этот процесс может стать источником начального «затравочного» поля для плазменного следа («хвоста») метеорного тела. Замагниченная плазма будет «сдуваться» в «хвост» метеороида и там участвовать в процессе несимметричного динамо-усиления поля.

Вокруг метеорита возникнет плазменная магнито-энергетическая оболочка, некое подобие магнитосферы Земли, только в уменьшенном масштабе и с большими магнитными полями. (см. рис. 2). Возражение, заключающееся в том, что нагревание может привести к пропаже магнитных свойств метеороида не существенно, так как зона прогрева составляет всего несколько миллиметров у каменных метеоритов и немногим больше сантиметра – у железных. Внутри же метеорита его температура в течение всего времени остаётся такой же, какой она была перед самым вторжением тела в атмосферу Земли.

Как было определено выше, динамо-процесс усиления магнитного поля плазменного окружения метеороида эффективно происходит уже на высоте 250 км. Для железоканного метеорита, обладающего массой 200 000 тонн, эффективный радиус составляет 22 - 24 метра. Если магнитное поле увеличилось до 25 000 э, то тогда на расстоянии в 100 метров от центра болида оно могло иметь напряжённость в 100 э, на расстоянии в 500 метров – 8 э, и на расстоянии 1000 метров – 1 э. На таких высотах плотность кинетической энергии набегающего потока ионов составляет сотые и десятые доли эрга на кубический сантиметр. Это соответствует плотности энергии для магнитного поля в 0,5 эрстеда. Таким образом, получается, что «магнитосфера» метеорного тела с параметрами Тунгусского метеорита, на расстоянии до 1 километра обеспечивает вмороженность магнитного поля в плазму. Это приведёт к увеличению эффективного миделя метеороида в  $(R_{\text{магн}}/R_0)^2 = (1000/24)^2 \approx 1740$  раз! Естественно, что в более плотных слоях атмосферы объём «магнитосферы» существенно уменьшится из-за аэродинамического давления потока воздуха, при одновременном увеличении плотности замагниченной плазмы.

Такой плазменный «парашют» будет значительно интенсивней взаимодействовать с разреженной ионосферой. Конечно, этот эффект возможен только с достаточно крупными метеорными телами, у которых  $Re_m \gg 100$ . Увеличение эффективного сечения метеорного тела более чем в тысячу раз вызовет увеличение размеров наблюдаемого плазменного объекта и интенсивности его свечения. В рамках классических метеорных теорий нельзя было объяснить «возгорание» метеоров на таких высотах.

В соответствии с предлагаемым МГД механизмом, появляется возможность разрешить так называемый «Кежемский парадокс», «примилив» южную траекторию Астаповича с восточной траекторией Тунгусского метеорита.

Как написал Н. В. Васильев в своём послесловии к книге Б. Вронского «Тропой Кулика»:

«Показания очевидцев, проживающих в 1908 г. в русских сёлах на Ангаре, однозначно свидетельствуют о том, что в районе посёлка Кежма (среднее течение Ангары) Тунгусский болид был виден на угловой высоте Солнца (28°) в 7 часов утра 30 июня почти на востоке... С другой стороны, анализ структуры вывала и лучистого ожога показывают, что они симметричны относительно оси, направленной ВЮВ на ЗСЗ под углом 95°. Как указывалось выше, эту ось логичнее всего отождествить с проекцией траектории метеорита... Между тем, если это действительно так, то видеть болид из Кежмы «высоко в небе» на угловой высоте, равной примерно угловой высоте солнца в 7 часов утра, местные жители никоим образом не могли, ибо возгорание дневных болидов на высоте более 120 км нереально».

В соответствии с предлагаемой в настоящей работе моделью, метеороид стал светиться на высоте 250 км, и, поскольку его плазменная оболочка имела огромные размеры, то он вполне мог наблюдаться из Кежмы достаточно высоко над линией горизонта.

В более плотных слоях атмосферы набегающий поток воздуха стал деформировать и сжимать плазменную «магнитосферу» метеорного тела. При этом магнитное поле могло ещё более увеличиться при общем уменьшении объёма плазменно-энергетической оболочки метеороида.

Следует отметить наличие важного механизма, так называемого эффекта «Головного эха», позволяющего ионизировать компоненты воздуха до контакта с поверхностью метеорного тела и с его «магнитосферой». Этот механизм стал особенно важным, когда метеороид вошёл в плотные неионизированные слои атмосферы.

### Эффект «Головного эха»

Явление головного эха было открыто независимо друг от друга двумя группами исследователей: Дж. Хеем, С. Парсонсом, Дж. Стюартом в 1946 г. [10] и П. Миллманом и Д. Мак-Кинли в 1949 г [57]. В отличие от основного эха, возникающего в результате отражений радиоволн ионным следом метеора, головное

эхо образуется источником, движущимся вместе с метеором. Д. Мак-Кинли и П. Миллман тогда же выдвинули гипотезу о том, что этим источником является «сгусток ионизации», образующийся впереди метеорного тела под действием сильного ультрафиолетового излучения ударной волны [10].

Можно согласиться с Мак-Кинли и Миллманом, что «сгусток ионизации» образуется впереди метеорного тела под действием сильного ультрафиолетового излучения ударной волны [57]. При температурах плазмы порядка 20000 К, несомненно, возникает ультрафиолетовое излучение. В следующей части этой статьи будут предложены и рассмотрены эффекты, приводящие к сильным радиационным процессам вдоль плазменного следа метеорита. При этом происходит излучение рентгеновских лучей, гамма-лучей, ускоренных электронов и нейтронного излучения. Эти потоки радиации могут внести весьма существенную добавку к ионизации ультрафиолетом в области головного эхо.

Таким образом, крупный метеороид направленным вперёд ионизирующим излучением широкого спектра и высокой проникающей способности ионизирует набегающий слой воздуха ещё до соприкосновения с самим метеорным телом. В нашем случае, это позволит ионизированным компонентам воздуха активно взаимодействовать с «магнитосферой» железного или железокремнистого метеороида.

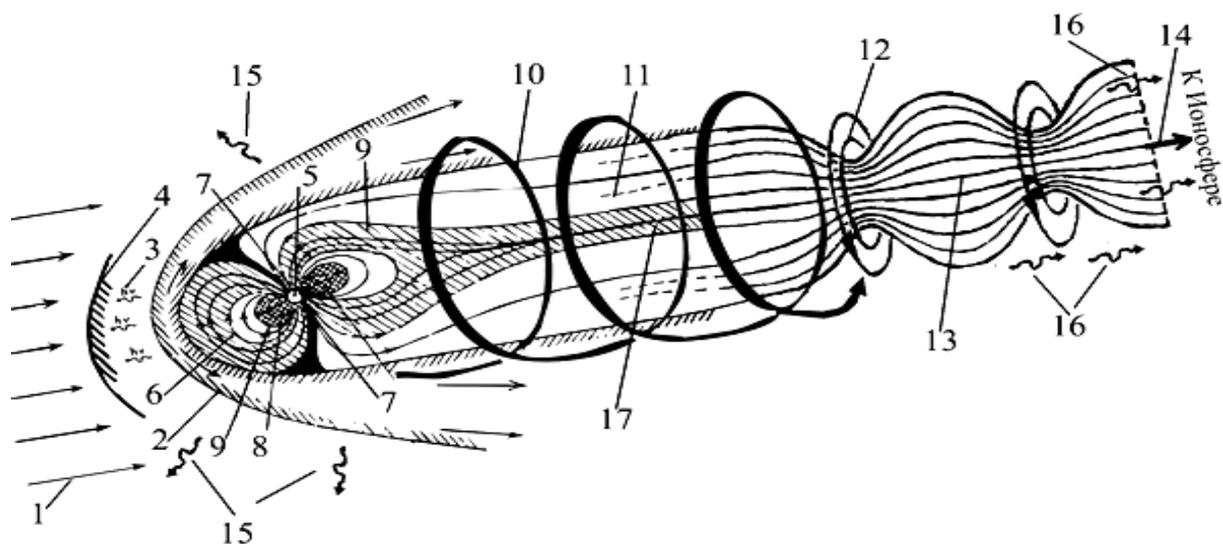


Рис. 2. Структура магнито-энергетической оболочки метеорного тела и его плазменного следа.

1 –набегающий поток воздуха; 2 – ударный фронт; 3 – ионизирующее излучение (ультрафиолетовое, рентгеновское); 4 – зона предионизации набегающего потока; 5 – метеорное тело; 6 – область частично замагниченной плазмы, Холловский МГД - генератор; 7 – магнитные полюса системы, состоящей из метеорного тела и прилегающей плазменной оболочки; 8 – область сильно замагниченной плазмы, где плотность энергии магнитного поля существенно превышает плотность кинетической энергии набегающего воздуха; 9 – область динамо-процесса генерации магнитного поля внутри плазменной комы метеорного тела; 10 – область начала винтовой закрутки ближнего метеорного следа, за счёт векторной составляющей оси вращения, направленной вдоль линии полёта метеороида; 11– зона интенсивной генерации магнитного поля в плазменном следе метеороида; 12– кольцевые магнитные поля; 13 – дальний плазменный след метеороида; 14 – электрические токи плазменного канала; 15 – радиоизлучение и СВЧ-излучение комы метеороида и плазменного следа; 16 – СВЧ-излучение распространяющегося вдоль поверхности плазменного волновода метеорного следа; 17 – центральный плазменный канал, где происходит ускорение электронов.

На рис.2 показана ориентация магнитного диполя структуры «метеороид – плазменная облачка», сориентированного примерно под углом в  $70^{\circ}$  к направлению полёта метеороида. Возможны другие ориентации. Например, метеороид мог лететь изначально так, что его магнитная ось могла оказаться параллельной вектору полёта метеорного тела. Далее будет показано, что при падении метеорита должны возникать огромные электромагнитные силы взаимодействия набегающего потока плазмы с магнитным полем железного метеороида.

По мере развития МГД процессов, эти силы могут постепенно развернуть метеороид из положения, показанного на рис. 2, одним из магнитных полюсов вперёд, так как сопротивление потоку будет в таком положении меньше, чем при других ориентациях. Это может произойти в плотных нижних слоях атмосферы.

В этом случае лобовая часть метеороида будет находиться под прямым напором набегающего потока воздуха и плазмы, что может, помимо других причин, способствовать дроблению тела в плотных слоях атмосферы.

В случае метеоритов, обладающих ферромагнитными и ферримагнитными свойствами, возможны активные процессы генерации и усиления поля непосредственно в плазменной оболочке метеорного тела. Этому способствует, как было отмечено выше, эффект «головного эхо» или предионизации. Также

важно наличие предварительной намагниченности метеороида. Процесс усиления магнитного поля может быть замедлен насыщением железа метеорита, но не остановлен полностью. Например, известен очень мощный электромагнит со стальным магнитопроводом (массой в несколько десятков тонн), работающий в Упсальском университете в Швеции и создающий поле в 7 Тл (70 000 Гс). Это поле существенно выше (в три раза) поля насыщения для железа.

### Возможные параметры Тунгусского метеорита

Температура в коме метеорного тела достигает 20 000 К и, способствуя высокой электропроводности плазмы, увеличивает эффективность динамо процесса.

Известно, что удельная сила на единицу объёма, тормозящая газ, равна [38]:

$$F_x \approx \sigma_r V B^2, \quad (5)$$

где  $\sigma_r$  – проводимость ионизированного газа сименс/м,  $V$  – скорость набегающего потока, в м/с,  $B$  – величина магнитного поля, в единицах Тесла.

Воспользовавшись известными данными о проводимости ионизированных газов при разных температурах и давлениях [38], можно определить исходные параметры:  $\sigma_r \approx 500$  сименс•м,  $V = 10^4$  м/с,  $B_0 = 2$  Т (= 20 000 Гс). При проведении компьютерного моделирования по всему объёму магнитосферы метеороида было получено, что суммарная сила, действующая на магнитосферу, примерно равна  $2-4 \cdot 10^{11}$  н.

Она привела бы к торможению метеороида массой 200000 тонн с максимальным ускорением  $1-2 \cdot 10^3$  м/с<sup>2</sup>. Причём равномерность этого магнитодинамического торможения менее выражено зависит от плотности Земной атмосферы, чем чисто аэродинамическое торможение. Тунгусский метеорит находился в относительно плотных слоях атмосферы (ниже 150 км) около минуты, если считать угол наклона его полёта  $10^0$ , а максимальную скорость 40 км/сек. Тогда можно сделать вывод, что в зону большой напряжённости магнитного поля набегающая плазма практически не проникала. Иначе магнитогидродинамические силы торможения могли уменьшить его скорость практически до нуля за время вдвое меньшее, чем время его полёта.

Таким образом, у метеороида существовал некоторый объём сильно замагниченной плазмы, в который набегающий поток ионизированного воздуха практически не мог попасть.

Мощность, которую затрачивает плазменный поток при прохождении через магнитное поле, равна:

$$P_T \approx \sigma_r V^2 B^2 \quad (6)$$

При помощи цифрового интегрирования в компьютере можно посчитать, что максимальная мощность МГД – электростанции под названием Тунгусский метеорит, была не менее  $2 \cdot 10^{15}$  Вт, при скорости полёта 10 км/сек. Эта энергия использовалась для **увеличения магнитного поля, ионизации плазмы оболочки и следа метеорита, а также мощного радиоизлучения**. Таким образом, можно сделать вывод, что в случае падения крупных метеорных тел эффективно работает механизм перекачки кинетической энергии метеорного тела во внутреннюю энергию огромного плазменного образования, состоящего из замагниченной плазменной оболочки и плазменного следа метеороида.

Когда движущаяся плазма находится в магнитном поле, то она начинает работать как источник бетатронного радиоизлучения. Электроны совершают вращательное движение в плоскости, перпендикулярной полю, и это вращение должно, согласно законам электродинамики, приводить к появлению бетатронного излучения, которое в основном принадлежит к области радиочастот. При напряжённости магнитного поля порядка  $10^9$  э излучение будет относиться к диапазону сантиметровых волн, а при  $H \approx 10^4$  э – к миллиметровому диапазону (СВЧ) [1].

В энергию радиоволн может перейти до  $10^{-3}$  всей выделяемой при падении болида энергии [11]. Поэтому следует ожидать, что многими очевидцами Тунгусский метеорит наблюдался как электрофонный болид.

Под термином «электрофонный болид» понимается такой болид, полёт которого сопровождается аномальными акустическими явлениями, воспринимаемыми очевидцем синхронно с полётом болида, а иногда и до наблюдения болида. Этот феномен необъясним с позиций обычного слухового восприятия звуковых волн, так как звук не может мгновенно преодолеть десятки километров, отделяющих болид от наблюдателя. Анализ каталога показаний очевидцев катастрофы [16], выявляет не разъясненное до настоящего времени обстоятельство, состоящее в том, что громopodobные звуки наблюдались не только после пролета болида, но и во время полёта, и даже до него. Объяснением природы такого явления является предположение, что при очень мощном излучении болида в диапазоне коротких радиоволн, их прямое воздействие на человека может приводить к звуковым ощущениям [11]. Как показано выше, Тунгусский метеорит мог быть источником радиоизлучения огромной мощности, поэтому электрофонные явления могли возникнуть даже до наблюдения самого огромного болида.

Таким образом, Тунгусский метеорит работал как сверхмощная радиостанция в широком диапазоне частот: от метрового диапазона до миллиметрового (СВЧ-излучение). Часть СВЧ-излучения могла направляться по плазменному следу метеорного тела в ионосферу. В случае СВЧ-частот такой след может рассматриваться как своеобразный плазменный волновод [32] для электромагнитных волн сверхвысоких частот диапазона. Естественно, что часть мощного радиоизлучения метеорита будет интенсивно поглощаться этим шнуром, индуцируя в нем высокочастотные электрические поля,

в которых, как считал академик П. Л. Капица, плазменный шнур удерживается гораздо лучше, чем в магнитном поле [28].

В нашем случае, это соответствует хорошей поперечной устойчивости плазменного следа.

В плазме могут возникать и распространяться различные виды колебаний и волн. Они проявляются в периодических изменениях напряженности электрического или магнитного поля. Известны Ленгмюровские электронные колебания и ионный звук. С ними связано возникновение продольных электрических полей. В плазме также могут распространяться обычные электромагнитные волны. В плазменной оболочке метеороида должны возбуждаться поперечные электромагнитные волны, которые распространяются вдоль силовых линий, как вдоль упругих нитей. Такие колебания называют волнами Альфвена.

Также известны необыкновенные электромагнитные волны, распространяющиеся по азимуту вдоль границы плазмы в цилиндрических волноводах. За ними закрепилось название азимутальных поверхностных волн. Все эти волны могут принимать активное участие в энергоинформационных процессах, происходящих в плазменном окружении метеороида, и в дальнейшем необходимо более полное исследование их роли в физике метеорных явлений.

Как следует из формулы (4), в потоке ионизированного газа, пересекающем магнитные силовые линии, возникает тормозящая сила  $F_x$ . Эта сила приложена, главным образом, к электронам, которые, естественно, тормозятся. Возникает продольное электрическое поле, благодаря чему эта сила передаётся ионам. В результате ионы и электроны начинают вместе двигаться относительно нейтральных молекул газа со скоростью скольжения  $W_c$ . Именно проскальзывание ионов является преобладающим процессом, с помощью которого сила  $F_x$  передаётся от носителей заряда газу в целом. В сильных магнитных полях заряженные частицы успевают между соударениями сместиться (в плоскости, перпендикулярной магнитному полю), такое направленное смещение заряженных частиц приводит к тому, что появляется дополнительное электрическое поле, так называемое поле Холла, направленное параллельно потоку газа.

При учёте холловских эффектов в плазме следует отметить, что в результате взаимодействия холловского продольного тока с магнитным полем возникает градиент давления, перпендикулярный к потоку [38]. Этот градиент давления приводит к тому, что поток плазмы начинает двигаться вокруг метеорного тела. Что приводит к усилению работы механизма неосесимметричной винтовой динамо-генерации и усилению магнитного поля. Через взаимодействие с магнитосферой метеорита момент силы кольцевого движения передаётся метеорному телу. Поэтому вполне возможен эффект раскручивания метеороида.

При большом увеличении напряжённости магнитного поля его тормозящая сила возрастает настолько, что, в конце концов, может привести к остановке заряженных частиц. Реально этот эффект проявляется в том, что значительная часть ионизированных компонентов набегающего потока не может проникнуть в зону наиболее повышенного магнитного поля. Перед магнитосферой метеорного тела возникает область новой ударной волны, размеры которой превышают в несколько раз зону ударной волны без МГД процессов, т.е. мидель метеорного тела существенно увеличивается.

Магнитное поле впереди метеороида деформируется и уплотняется. За счёт этого эффекта возможно дополнительное усиление напряжённости магнитного поля. Магнитоплазменная оболочка метеорного тела увеличивает площадь взаимодействия тела с атмосферой и приводит к более интенсивному торможению. Возникает некоторое подобие магнито-плазменного «парашюта». Сообщения очевидцев о небольшой скорости ТМ в конце траектории падения и отсутствие массового полосового вывала леса в районе Тунгусской катастрофы подтверждают это положение.

### **Особенности взаимодействия крупного железного метеорита с атмосферой**

При взаимодействии ферромагнитного крупного метеорного тела (железного или железокремнистого метеороида) с атмосферой Земли возникает мощный процесс генерации и усиления магнитных полей как в плазменной коме, так и в плазменном следе метеороида. Плотность энергии магнитного поля соизмерима с плотностью кинетической энергии набегающего потока воздуха. Сечение взаимодействия метеорного тела с атмосферой увеличивается в несколько раз.

За счёт эффектов проскальзывания ионов и эффекта Холла возможен процесс запуска вращения метеорного тела, усиливающего в свою очередь динамо-эффект генерации и усиления магнитных полей.

Следует отметить, что мощные электромагнитные процессы могут происходить и с чисто каменными метеорными телами.

**Отличие каменных метеороидов от ферромагнитных заключается, в том, что не происходит стимулированного вращения метеорного тела и нет прямого взаимодействия магнитных полей, генерируемых турбулентной плазмой, с метеорным телом.**

Процесс перекачки кинетической энергии во внутреннюю энергию плазменного облака происходит и в этом случае. Внутренняя энергия плазменного образования состоит из трёх главных компонент, а именно: энергии ионизированных компонент воздуха, энергии магнитного поля, тепловой энергии нагретой плазмы и нейтральных компонент воздуха. Предположим, что энергетической основой взрыва, приведшего к Тунгусскому феномену, была суммарная энергия ионной рекомбинации и диссипации магнитного поля. Ионная рекомбинация внесла основной вклад в световую составляющую тунгусского взрыва (10 % от общей энергии взрыва). Следовательно, интересующая нас внутренняя энергия плазмоида составляет:

$$W = W_{\text{ион}} + W_{\text{магн}} \quad (7)$$

Средняя энергия ионизационного потенциала воздуха 14 эВ, это соответствует  $1,32 \cdot 10^6$  Дж/ моль, при 100 % ионизации. Следует учесть, что помимо температурных факторов ионизации, при полёте ТМ присутствовали факторы ионизации ультрафиолетовым, рентгеновским и гамма-излучением (радиационные механизмы будут рассмотрены ниже). Поэтому при температуре плазмы в 20 000 К, ионизация может быть достаточно высокой.

На предполагаемой высоте эпицентра Тунгусского взрыва удельная энергия рекомбинации:  $W_{\text{ион}} = 5 \cdot 10^6$  Дж/ м<sup>3</sup>. Теперь посчитаем объёмную плотность магнитного поля:

$$W_m = \mu H^2 / 8\pi \quad (8),$$

где  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость среды,  $H$  – напряжённость магнитного поля. Напряжённость поля может достигнуть  $2-4 \cdot 10^4$  э. Тогда его объёмная плотность будет примерно равна  $2,5 - 5 \cdot 10^7$  эрг/см<sup>3</sup>  $\approx 5 \cdot 10^6$  Дж/м<sup>3</sup>. Суммарная энергия объёмной плотности магнитного поля и энергии ионизированных компонентов воздуха равна:  $W_s = W_{\text{ион}} + W_m \approx 10^7$  Дж/м<sup>3</sup>.

Если взять общепринятую оценку энергии Тунгусского взрыва:  $E_{\text{ТМ}} = 10^{17}$  Дж, то можно определить объём источника Тунгусского взрыва:

$$V = E_{\text{ТМ}} / W_s = 10^{10} \text{ м}^3 \quad (9)$$

То есть, этот объём эквивалентен объёму шара с диаметром 2,68 км. На самом деле, в эпицентре взрывался не плазменный шар, а, скорее, плазменный цилиндр с квазисферическим утолщением на конце.

В подтверждение этого вывода следует привести заключение статьи Ю. А. Львова и Н. В. Васильева [33]:

«Форма области, в которой прослеживается лучистый ожог, даёт основание сделать вывод о том, что излучающая область имела скорее форму цилиндра, чем шара, что противоречит модели «единого центрального точечного взрыва»».

Объём плазменного цилиндра, примыкающего к главному плазмоиду, составлял не менее  $10 \text{ км}^3$ . Тогда объём главного плазмоида можно уменьшить, как минимум, на половину, поскольку существовала энергетическая «поддержка» Тунгусского взрыва энергией, запасённой в ближайшей части плазменного следа. Кроме того, следует учесть сжатие плазменной оболочки метеороида встречным потоком воздуха. При этом напряжённость поля тоже увеличивается обратно пропорционально изменению объёма. Поэтому, не исключено, что диаметр плазменного шара мог быть порядка 1-1,5 км.

Рассмотрим более подробно процессы, происходящие в плазменном «хвосте» метеороида. Роль этого плазменного образования в тунгусском феномене очень велика. Согласно экспериментальным данным [48], диаметр дальнего следа при больших числах Маха на порядок превышает диаметр тела. Так, в нашем случае, начальный диаметр плазменного следа метеороидного тела может достигать не менее 500 метров.

Ниже будет приведён анализ форм Тунгусского феномена (А. Н. Дмитриев и В. К. Журавлёв) [21].

В показаниях многих очевидцев присутствует информация о том, что форма тела представляла собой цилиндр, «хвостатую» и «змееподобную» структуру, «светополосу», «огненный столб» и «пламя». В сумме такие показания составляют 65 % от всего числа показаний очевидцев. Рассказы части очевидцев о том, что форма тела – это «шар» и «округлая» форма, занимают всего 18,8 % от их общего числа.

Можно сделать вывод, что в показаниях очевидцев превалирует протяжённая форма. Предположим, что «светополоса» имела отношение длины к ширине 10:1, тогда её длина может достигать 5–0 км. Это визуальное наблюдение светящейся (за счёт неравновесных процессов) замагниченной плазмы, внутренняя энергия которой состоит из энергии ионизированных компонентов воздуха и энергии магнитных полей. С ней составлял одно целое не светящийся, но ионизированный след метеороидного тела.

В случае метеороидных явлений, абляция и сдувание с поверхности метеороида вещества может привести к интенсивной генерации микрочастиц в следе метеороида.

Можно гипотетически предположить ещё наличие «магнитной абляции» поверхности ферромагнитного метеороида. В основе этого процесса может лежать эффект, открытый в конце 19 века Джоном Гопкинсоном, заключающийся в резком возрастании намагниченности ферромагнетиков вблизи точки Кюри. Об этом эффекте редко вспоминают. Упоминание о нём встречается в книгах А. П. Латышева («Основы ферромагнетизма, магнитостатики и магнитодинамики»), Бозорта (без упоминания имени Гопкинсона), В. И. Почтарёва и Б. З. Михлина («Тайна намагниченной земли»). В нашем случае, этот эффект приведёт к резкому усилению намагниченности тонкого слоя метеороидного железа на расстоянии нескольких сантиметров от раскалённой поверхности метеороида. Взаимодействие этого сверхнамагниченного слоя с внешним полем «плазменного» солениоида может привести, за счёт пондеромоторных магнитных сил, к вырыванию мелких кусков поверхности тела. Также это явление можно назвать эффектом «магнитной эрозии» метеороидного тела.

Этот процесс может резко стимулировать генерацию мелкодисперсных ферромагнитных частиц, попадающих в огромном количестве в плазменный след метеороидного тела.

**Для объяснения некоторых эффектов в метеоритике автор настоящей статьи предполагает привлечь внимание читателей к новому направлению в современной науке, а именно, к физике плазменных кристаллов или пылевой плазмы.**

В 1986 г. была издана работа [54], автор которой показал, что пылевые частицы приобретают в плазме отрицательные заряды, на несколько порядков превосходящие заряд иона, а температуру имеют близкую к комнатной и поэтому вполне могут формировать «кристаллы», доступные для наблюдения в лабораторных условиях. Таким образом, было введено понятие «плазменного кристалла» и пылевой плазмы.

Благодаря относительно большим размерам пылевых частиц в плазме (от долей микрона до нескольких десятков и сотен микрон), их заряд может иметь чрезвычайно большую величину – превышать элементарный заряд в сотни и даже в сотни тысяч раз. В результате средняя кулоновская энергия взаимодействия частиц (пропорциональная квадрату заряда) может намного превосходить их среднюю тепловую энергию, что означает возникновение сильнонеидеальной плазмы. Теоретические расчеты равновесных свойств такой плазмы показывают, что при определенных условиях сильноэлектростатическое взаимодействие частиц приводит к возникновению пространственно-упорядоченных структур в расположении частиц, аналогичных структурам в жидкости или твердом теле и к переходам между ними, аналогичным фазовым переходам типа плавления и испарения. Такие кристаллические структуры, сформированные заряженными макрочастицами в плазме, получили название кулоновского или плазменного кристалла.

Пылевая плазма представляет собой ионизованный газ, содержащий частицы конденсированного вещества, которые либо самопроизвольно образуются в плазме в результате различных процессов, либо вводятся в плазму извне. Нагретые до высокой температуры, частицы испускают (эмитируют) электроны, повышая их концентрацию в плазме, сами при этом заряжаются положительно. Холодные частицы, наоборот, поглощают электроны из плазмы, заряжаются отрицательно и уменьшают концентрацию свободных электронов. Пылевая плазма – одна из наиболее бурно развивающихся областей физики. За последнее десятилетие было обнаружено большое количество интересных явлений в пылевой плазме, таких как пылевой звук, плазменно-пылевые кристаллы, пылевые вихри и когерентные солитонно-подобные структуры. Многие из этих явлений еще ждут своего объяснения. Но даже те, по которым есть аналитические модели, могут быть описаны лишь качественно.

Например, в работе А. Г. Башрикова [50] исследован эффективный потенциал заряженной микрочастицы, движущейся в пылевой плазме. Потенциал имеет отрицательную кильватерную часть, порождающую притяжение между одноименно заряженными микрочастицами. Оказывается, что глубина этого потенциала достаточна, чтобы обеспечить устойчивость кристаллической структуры, составляемой микрочастицами, а также существенное поверхностное натяжение границы запыленной области. Оно зависит от ориентации поверхности относительно потока ионов: максимально и положительно для поверхности, ортогональной потоку ионов, и минимально и отрицательно для поверхности вдоль потока ионов. Эти его свойства обеспечивают устойчивость «пузыря» в пылевой фазе, свободного от отрицательно заряженных пылевых частиц.

Граница плазмы и пылевой плазмы характеризуется повышенной плотностью пылевых частиц. В нашем случае, это свойство пылевой плазмы может привести к тому, что в центре метеорного плазменного следа образуется чисто плазменная область без пылевой фракции. К краям же плазменного шнура концентрация структурированной пылевой фракции резко возрастёт. К тому же, время сохранения этой структуры может увеличиться за счёт поверхностного натяжения границ запылённой области.

Известно, что в условиях замагниченности электронов магнитные поля существенно влияют на параметры пылевого кристалла и его динамику.

Установлено, что знак заряда пылевых частиц, составляющих серебристые облака, зависит от материала, из которого частицы состоят. Как правило, частицы состоят из льда. В их составе возможны примеси металлов. В случае если в состав пылевой частицы входит существенная доля металлов, частица может приобрести положительный заряд. Для частиц же, состоящих из чистого льда, заряд отрицательный.

Пылевая плазма представляет собой сложную открытую систему с постоянным обменом вещества между плазменными и пылевыми компонентами. Многие экспериментальные факты свидетельствуют о том, что силы между макрочастицами в плазме могут носить притягивающий характер [47].

Один из механизмов притяжения связан с тем, что любое поглощающее макроскопическое тело (например, пылевая макрочастица) формирует сходящийся поток плазмы, который, в свою очередь, увлекает за собой другие тела. В результате, между любыми макро- или микроскопическими телами в плазме возникают эффективные силы притяжения, подобные гравитации по характеру зависимости от расстояния [25]. Эти силы могут уравновесить электростатическое отталкивание и привести к формированию пылевого облака с резкой границей. Недавно существование притяжения между макроскопическими телами в плазме было продемонстрировано экспериментально [23].

Эти процессы могут играть главную роль в формировании объемных пылевых структур. Наконец, следует отметить, что даже в равновесной плазме сильно нелинейная дебаевская экранировка может приводить к притяжению одноименных зарядов.

Известно, что макрочастицы типа кластеров ионизируются более охотно. В нашем случае мелкодисперсные частицы метеорного тела могут создавать в плазме компактные сгустки и сильно влиять на свойства плазмы. Например, способствовать возникновению падения потенциала вдоль следа.

**Основным препятствием образованию больших электрических полей является высокая электрическая проводимость ионосферы, которая определяется коэффициентом диффузии заряженных частиц.**

Приведённые ниже работы покажут, что российскими и зарубежными учёными были экспериментально получены результаты, показывающие, что в пылевой плазме могут существовать процессы, позволяющие скомпенсировать большую проводимость плазмы и создать условия для существования очень больших электрических полей. В начале 70-х годов новосибирскими учёными Ю. А. Брагиным, А. А. Тютиным, А. А. Кочеевым в экспериментах на метеорологических ракетах были обнаружены в средней атмосфере на высотах от 50 до 70 км очень большие электрические поля (до 10 В/м), приблизительно на три порядка превышающие предсказываемые традиционной теорией [44].

В дальнейшем эти результаты были подтверждены ракетными экспериментами НАСА, а также новыми работами вышеназванных исследователей. К настоящему времени в мире проведено более пятидесяти ракетных экспериментов по исследованию электрических полей в мезосфере. Большие электрические поля наблюдались примерно в половине этих экспериментов [64]. Вертикальные поля с напряженностью примерно в один вольт на метр наблюдались также в верхней мезосфере на высотах 82,5 – 84,5 км в окрестности серебристых облаков [63]. Имеются экспериментальные свидетельства существования положительно и отрицательно заряженных пылевых частиц, как в нижней, так и в верхней мезосфере [53; 56].

Для объяснения наблюдаемых в мезосфере вертикальных электрических полей А. М. Задорожным и А. А. Тютиным было предположено одновременное существование в мезосфере положительных и отрицательных многократно заряженных пылевых частиц различного размера [65].

В этой модели можно рассмотреть пылевую плазму, как состоящую из отрицательных и положительных заряженных аэрозольных частиц, окруженных, соответственно, облаками положительных ионов или электронов. Скорость падения отрицательных пылевых частиц должна быть больше для более часто наблюдаемого положительного вертикального электрического поля. Это значит, что отрицательные пылевые частицы должны быть более массивными.

Таким образом, можно сделать вывод, что вышеприведённая информация об экспериментальном открытии больших электрических полей в мезосфере и новые данные о свойствах пылевой плазмы позволяют предполагать возможность наличия мощных электрических полей той же природы вдоль плазменного следа метеорных тел, особенно, крупных. Для Тунгусского метеорита длина плазменного канала от мезосферных высот до высоты эпицентра взрыва достигает 400 км, с учётом угла падения метеорного тела. Если предположить, что в среднем напряжённость электрического поля вдоль плазменно-пылевой структуры может достигать 10 В/м, то тогда на эту длину метеорного следа разность потенциалов может достигнуть не менее 4 миллионов вольт. При замыкании плазменного следа метеороида на землю раскалёнными продуктами взрыва, вполне мог возникнуть мощный множественный электрический разряд.

После пролёта метеороида плазма в его следе стала остывать на периферии и стягиваться в более узкий плазменный шнур. Граница замагниченной плазмы обладает свойствами, похожими на поверхностное натяжение. Часть пылевой компоненты оказалась в малопроводящем облаке, окружающем плазму сердцевины. Возникла коаксиальная структура, состоящая из двух цилиндрических образований: в центре – плазменного с высокой проводимостью, снаружи – наэлектризованного пылевого образования, обладающего низкой электрической проводимостью. Во внешней пылевой фракции возможна работа так называемого электрического динамо, преобразующего турбулентные движения прилегающей атмосферы в электрические поля. Таким образом, механизмы, похожие на динамику грозового облака, могли работать на внешней границе следа метеорита.

Важным отличием плазменного следа крупных болидов является энергетика существенно больших масштабов, чем у грозового облака.

В случае Тунгусского метеорита отношение его энергии к средним значениям энергии грозовых процессов достигало более  $10^6$  раз! Причём энергия электромагнитной составляющей механизмов, связанных с Тунгусским метеоритом, была больше, чем энергия электростатической компоненты этих механизмов. Но плазменный шнур следа метеороида находился в электрическом поле конденсатора «Ионосфера – Земля», к разряду которого могли присоединиться заряженные структуры периферии плазменного шнура. При этом мощность разряда могла существенно увеличиться.

Процесс создания электрического потенциала вдоль плазменного следа метеороида (ПСМ) помог запустить мощные радиационные процессы Тунгусского феномена, которые в дальнейшем оставили столько загадок для исследователей Тунгусского феномена. Кроме того, электрические поля способствовали возникновению эффекта гигантской грозовой деятельности в районе Тунгусской катастрофы. Колоссальные разряды могли продолжаться в течение десятков минут. Так как ТМ летел под углом в  $10^0$ , то длина ПСМ связывающего его с ионосферой Земли, могла составлять 250 – 300 км, а объём не менее  $250 \text{ км}^3$ . Даже если остаточная плотность энергии в ПСМ на 2 порядка меньше, чем в ближайшем плазменном окружении метеороида, то даже тогда суммарная энергия, запасённая в ПСМ, могла превышать значение  $10^{17}$  Дж.

Естественно, что если даже только часть этой энергии дополнительно разрядилась в эпицентре взрыва, то этот процесс мог добавить значительную часть энергии к главному взрыву ближайшей плазменной оболочки метеорного тела. Из-за огромных масштабов остаточного ПСМ время структурирова-

ния новых разрядов могло достигать нескольких десятков секунд на каждый большой разряд. И нескольких долей секунд на промежуточные, менее энергетические, разряды. Поэтому очевидцы ТМ могли слышать звуки похожие на отдельные орудийные выстрелы и, между ними, звуки похожие на пулемётную частую стрельбу.

Известна работа В. Ф. Соляника [41], где он предполагал, что Тунгусский метеорит был железным и, с помощью электризации, обрёл огромный электростатический заряд, раздробивший его в воздухе. Но вызывает сомнение эффективная мощность такой электростатической машины, где в процессе электризации участвовала только достаточно небольшая поверхность метеорита. Метеорит просто не мог накопить такой заряд (более ста кулон!), чтобы пондеромоторные электрические силы стали его дробить.

Процессы электризации с мелкодисперсной фракцией пылевой плазмы происходят гораздо эффективней, чем с поверхностью метеорного тела, так как отношение их суммарной площади к их объёму, несоизмеримо выше, чем у метеороида. Например, при предположении, что при падении расплылась половина массы метеороида, суммарная площадь частичек пыли могла увеличиться в миллионы раз по отношению к исходному объекту!

Описанная модель формально похожа на разряд молнии. В качестве грозового облака выступает возбуждённая пролётом метеороида ионосфера и часть плазменного следа, в качестве лидера – плазменная кома метеорного тела, в качестве молнии – ближайший плазменный след метеороида. Правда, основная энергия запасена не в «облаке» ионосферы, а метеорных плазмоидах. Данная структура может создать в плазменном следе направленный ток вдоль оси следа от ионосферы к Земле. При анализе проблемы стимуляции электрического тока вдоль плазменного столба квазинейтральной плазмы, необходимо применить новые данные из физики атмосферы, исследующей молнии.

Давно не секрет, что классическая теория газового разряда не позволяет объяснить быстрый переход облачной среды в проводящее состояние на предварительной стадии молнии. Недавно был предложен и исследован новый механизм этой стадии, связанный с достижением облаком режима самоорганизованной критичности [55].

В работе Е. А. Марева, В. И. Трахтенгерца [34] сообщается, что в модели электрических ячеек (с характерным размером ~1-30 м) со случайно растущим в пространстве и во времени потенциалом, отдельный мелкомасштабный пробой между парой ячеек способен вызвать «эпидемию» внутриоблачных микроразрядов – разыгрывается стохастический процесс фрактальной «металлизации» внутриоблачной среды.

В рамках трехмерной модели фрактальная динамика таких разрядов ведет к быстрому переходу облачной среды в состояние, напоминающее объемную паутину из динамичных проводящих нитей, на фоне которых и формируется видимый глазом лидерный канал молнии – проводящий плазменный канал, по которому переносится основной электрический заряд [26, 43, 45].

Следует обратить внимание на ещё один важный факт – что взаимодействие крупных заряженных частиц (с размерами 0.1-10 мм) с частицами микрометрового размера в движущейся проводящей газовой среде играет важную роль для электрического динамо. Известны теоретические модели такого взаимодействия в случае регулярного и турбулентного движения воздушной среды [35, 43, 55], и создана экспериментальная установка для лабораторного моделирования подобных явлений [45].

Следовательно, наличие пылевой компоненты в метеорном следе способствует развитию, так называемого, электрического динамо на внешней границе следа и приводит к трансформации энергии турбулентных потоков в электрическую энергию.

То есть могут сформироваться мощные электрические разряды вдоль плазменного следа, когда метеороид окажется в непосредственной близости от поверхности Земли. При этом следует подчеркнуть, что основополагающая энергетика Тунгусского метеорита была основана на магнитогидродинамических процессах. Объемная электростатика играла подсобную, хотя и очень важную роль в Тунгусском феномене.

Подтверждением того, что при падении особо крупного метеорного тела могут возникать огромные ионосферные молнии, являются удивительные открытия последних лет в физике атмосферы. Это так называемые спрайты (область свечения простирается от высот 50 км до 90 км над землей, а длительность вспышки составляет от единиц до десятков миллисекунд), эльфы (высоты – 70-90 км, продолжительность менее 100 микросекунд) и джеты (разряды, стартующие в верхней части облака и распространяющиеся порою до мезосферных высот со скоростью около 100 км/сек). Регистрация высотных разрядов и диагностика их характеристик осложнены из-за малого времени жизни и спорадической природы грозных разрядов. Отчасти, поэтому до сих пор физические модели спрайтов, эльфов и джетов остаются предметом дискуссий. Пожалуй, наибольшая информация к настоящему времени накоплена о спрайтах [20, 51]. Оптическая вспышка в мезосфере возникает через несколько миллисекунд после положительного разряда облака – земля, иногда на удалении несколько десятков километров по горизонтали от канала молнии.

Эти наблюдения являются хорошим обоснованием для подтверждения высокой скорости взаимодействия ионосферы и плазменно-энергетических образований, созданных Тунгусским метеоритом.

Подытоживая выше сказанное о последних достижениях в физике гроз, следует отметить, что природа успешно «решила» следующие сложные проблемы:

1) Молнии возникают в электрических полях значительно более слабых, чем поля при экспериментальных межэлектродных разрядах.

2) Сбор зарядов, переносимых молнией, происходит за тысячные доли секунды с миллионов мелких, изолированных друг от друга частиц, расположенных в объёме несколько км<sup>3</sup>.

Следует отметить, что разряды внутри грозных туч могут достигать длины до 150 км.

Возможно, возникнет вопрос, какое значение имеет информация о физике гроз для анализа механизма взаимодействия крупных метеорных тел с атмосферой Земли?

Можно с уверенностью заявить, что именно эта информация служит очень хорошим подтверждением предложенного в настоящей работе механизма взаимодействия Тунгусского метеорита с собственным плазменным следом и ионосферой, так как экспериментально подтверждает возможность генерации мощных молний вдоль плазменно-пылевого следа крупных метеороидов.

### Сверхстабильность плазменного следа крупного метеороида

Применив формулу из книги К. П. Белова и Н. Г. Бочкарёва [3] для расчёта характерного времени ухода поля из среды плазмы (т.е. изменения потока магнитного поля через контур, размера D), можно получить верхний предел времени распада следа:

$$t_0 \approx \mu_0 \sigma D^2 \quad (10),$$

где  $\mu_0 - 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная постоянная,  $\sigma - 5 \cdot 10^2 \text{ом}^{-1} \cdot \text{м}$  – проводимость плазмы. Приняв диаметр плазменного следа  $D = 500$  м, мы получим характерное время распада замагниченного плазменного следа. Оно будет равно примерно 150 секундам. Это среднее время существования магнитоструктурированного следа.

Существуют работы, предполагающие, что плазмоиды такого размера могут существовать гораздо большее время. Например, в книге А. Н. Дмитриева и В. К. Журавлева «Тунгусский феномен 1908 года – вид солнечно-земных взаимосвязей» предлагается гипотеза о существовании таких образований в космосе [21]. По мнению авторов, генерируемый солнцем плазменный коронарный транзит мог внедриться в атмосферу Земли в 1908 г., уплотнившись в тысячи раз. Затем трансформировавшись в плазмод, взорваться в районе Подкаменной Тунгуски. Можно полностью согласиться с тем, что взрыв был плазменный, но, как отметил в предисловии к этой книге академик Н. В. Васильев, «Проблематична возможность их глубокого проникновения в атмосферу планет, тем более учитывая постулируемую авторами космическую скорость плазмоидов».

**В гипотезе, предлагаемой в настоящей работе, плазмоиды, генерируемые метеороидом, возникают в плотных слоях атмосферы. При этом происходит преобразование кинетической энергии метеороида во внутреннюю энергию плазмоидов. Два взаимосвязанных плазмоида – это плазменная оболочка метеороида и его след.**

При распаде плазменного следа возможно появление меньших плазмоидов, которые в течение десятков секунд способны «вести самостоятельную жизнь» и могут взорваться не только в эпицентре главного взрыва. Существенно, что даже если метеорит «выпадет» из облака, плазменное образование может некоторое время (десятки секунд) существовать без него, чтобы в дальнейшем разрушиться с взрывом, но без самого метеороида.

Последнее предположение весьма гипотетично, но, тем не менее, и оно могло, с некоторой долей вероятности, иметь право на существование.

**Очень важный вывод заключается в том, что плазменный след не пропадает мгновенно, а медленно распадается в течение нескольких минут.** Тунгусский метеорит летел под углом  $10^0$  и пролетел с высоты 100 км (ионосфера) до эпицентра взрыва приблизительно 500 км примерно за 30-40 секунд. Это означает, что в момент взрыва плазменный след мог связывать его с ионосферой. Отсутствие свечения значительной части следа через некоторое время после пролёта метеороида легко объясняется тем, что свечение следа наблюдается лишь в случае, когда происходит процесс рекомбинации ионов с электронами. Но в равновесной и относительно плотной плазме значительная часть актов рекомбинации может приводить к возбуждению соседних молекул без явления высвечивания. Кроме того, интенсивность разрушения плазмы, когда она сильно замагничена может быть медленной (как было показано выше) и плазменный след метеороида может не проявлять себя ярким свечением, оставаясь ещё достаточно ионизированным и поддерживая электромагнитную связь плазменной оболочки метеороидного тела с ионосферой.

Подтверждением того, что даже для сравнительно небольших болидов, их плазменный след может существовать несколько секунд и при этом быть источником мощного электромагнитного излучения, являются исследования, проведённые Ю. Н. Хлюстовым в Заполярье. Он сообщил, что яркие метеоры с устойчивыми следами дают трески в радиоприёмнике, а затем шум, слабеющий по мере разрушения следа [46]. Это означает, что радиоизлучение продолжается ещё некоторое время после пролёта болида. А ведь масштаб этих метеорных явлений несоизмеримо меньше масштаба Тунгусской катастрофы.

Можно привести интересное сообщение Кринова об электрических явлениях при падении Сихотэ-Алинского метеорита. Монтёр, находившийся в момент падения метеорита на телеграфном столбе, при вспышке, предшествующей полёту болида, ощутил электрический удар от проводов, хотя линия была выключена. Эта информация приведена А. Ф. Ковалевским в статье [31].

## Радиационные эффекты Тунгусского метеорита

В данной статье предложена модель, объясняющая возникновение мощных радиационных процессов при взаимодействии крупного метеорного тела с атмосферой и ионосферой Земли. В случае Тунгусского метеорита эти процессы были наиболее интенсивны при его максимальном приближении к Земле.

Как известно, в ионизированной плазме, находящейся в достаточно сильном электрическом поле, реализуется режим убегания (или «просвиста») электронов, который характеризуется тем, что часть электронов на длине свободного пробега получает от поля больше энергии, чем теряет в упругих взаимодействиях, и электроны непрерывно ускоряются. Это, так называемый, эффект непрерывного разгона полем. В экспериментах подобного рода действительно удаётся наблюдать разгон определённой (сравнительно небольшой) группы электронов плазмы вплоть до энергий порядка несколько миллионов электрон-вольт при напряжении на плазменном витке всего лишь порядка нескольких десятков вольт [1].

Для того, чтобы такой разгон электронов можно было получить на опыте, следует обеспечить одно необходимое условие: длина плазменного проводника с полем должна быть достаточно велика. В случае плазменного следа большого метеорного тела плазменный канал может быть существенно длиннее канала среднестатистической молнии, и поэтому радиационные процессы могут иметь значительно больший размах. Можно сказать, электронам есть, где разогнаться!

Согласно оценке С. А. Каплана [30], заряженным частицам при ускорении изотропными полями передается до  $10^{-3}$  доли энергии турбулентного движения. Применяв этот вывод к нашему особому случаю ускорения частиц в метеорном следе, можно говорить о достаточно больших энергиях в потоках сверхускоренных электронов.

Известно, что в последнее время интенсивно разрабатывается физика так называемых кильватерных ускорителей. При взаимодействии поля мощного электромагнитного импульса (оптического или СВЧ) с плазмой, в ней может возникать ускорение части элементарных частиц до значений 1 ГэВ и более. Эффекты, наблюдаемые в кильватерных плазменных ускорителях, могут происходить и в плазменном следе метеороида, возможно, в значительно больших масштабах. Поэтому, при таких процессах, вероятен механизм генерации нейтронных потоков.

Примером природных явлений, похожих, во многих чертах, на процессы, связанные с крупными болидами, является грозная деятельность. Полученные в рамках физики атмосферы теоретические и экспериментальные результаты можно будет использовать для разработки надёжной модели электрических и радиационных явлений в физике ярких болидов. Учитывая, конечно, специфику метеорных явлений.

Приведём экспериментальные данные о наблюдении радиационных явлений во время разряда молний [34]. Измерения на воздушных шарах выявили аномальный рост интенсивности рентгеновского и гамма-излучения (на два-три порядка) в течение примерно минуты с максимумом спектра в области 50-60 кэВ. Наземные наблюдения так же обнаружили интенсивные вспышки рентгеновского излучения с энергией квантов в несколько сотен кэВ, появление которых совпадает с формированием лидера молниевой вспышки и стреловидного лидера триггерной молнии. Наконец, за последние несколько лет были опубликованы результаты наблюдений со спутников всплесков гамма-излучения (с энергией квантов порядка и более МэВ), рентгеновского и ультрафиолетового излучения атмосферного происхождения [18, 45].

Энергичные рентгеновские и гамма-кванты могут возникать в результате тормозного излучения быстрых электронов, взаимодействующих с молекулами воздуха.

На возможность ускорения электронов до релятивистских энергий в поле грозного облака указал еще Ч. Вильсон в 1925 г. О генерации релятивистских частиц и квантов высокочастотного излучения в атмосфере, коррелирующих с грозовой активностью, свидетельствует целый ряд экспериментов.

Интересно, что наличие ячеистой структуры электрического поля в грозном облаке с амплитудой, превышающей порог «убегания», оказывается существенным для процесса ускорения электронов до релятивистских энергий [13].

Случайно ориентированные электрические ячейки, наряду с ускорением, резко увеличивают время жизни релятивистских электронов в облаке, благодаря диффузионному характеру их траекторий. Это позволяет объяснить значительную продолжительность всплесков рентгеновского и гамма-излучений и характер их взаимосвязи с молниевыми вспышками [62].

**Эта информация подтверждает, что радиационные процессы должны возникать при падении крупного метеороида.**

При прохождении нарастающего электрического тока вдоль плазмы может возникнуть так называемый пинч-эффект. Пинч-эффект (от англ. pinch – сужение, сжатие) – эффект самостягивания разряда, свойство электрического токового канала в сжимаемой проводящей среде уменьшать своё сечение под действием собственного, порождаемого самим током, магнитного поля. Впервые это явление описано в 1934 году американским учёным У. Беннетом применительно к потокам быстрых заряженных частиц в газоразрядной плазме. Пинч-эффект способствует дополнительному удержанию плазмы метеорного следа. Но может, по мере нарастания процесса, буквально перерубить плазменную структуру.

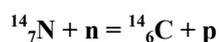
О силе пинч-эффекта свидетельствует тот факт, что иногда после ударов молнии в громоотвод, выполненный из металлических труб, последний превращается в сплошной стержень. Так велика сжимающая сила, действующая на проводник с током, от собственного магнитного поля тока.

Для мощных импульсных пинчей в плазме характерно, что при некоторых условиях они становятся источниками жёстких излучений (нейтронного и рентгеновского). Это явление впервые было обнаружено в СССР в 1952 году. Следовательно, можно ожидать излучения нейтронов вдоль плазменного следа метеорного тела.

**Закономерен вывод, что плазменный ускоритель на основе следа крупного метеороида может быть очень эффективным источником рентгеновского и гамма-излучения, возникающих при торможении сверхбыстрых электронов на поверхности метеорного тела, а также в поле ионов и пылевых частиц. Также возможно возникновение нейтронного излучения.**

Следует отметить, что ускорение сверхбыстрых электронов происходило там, где была наибольшая проводимость плазмы, т.е. в центре плазменного шнура, соединяющего метеорное тело с ионосферой. Причём, за счёт пинчевания плазменного следа нарастающим током разряда «ионосфера – Земля», этот шнур мог сузиться до размеров метеорного тела. В этом случае метеорное тело могло частично «заслонить» центральную часть района катастрофы от облучения радиационным потоком из рентгеновского и гамма-излучения, а также потока нейтронов. Судя по всему, диаметр ускоряющего канала был немного больше, чем метеороид, и поэтому в центре было произведено лишь частичное уменьшение радиационного облучения поверхности Земли. Поэтому в центре Тунгусского взрыва радиационное воздействие было меньше, чем в эллиптической (не строго кольцевой) зоне вокруг эпицентра. Максимум облучения был именно в этой зоне. Затем радиационное облучение, по мере увеличения расстояния от эпицентра, постепенно уменьшается. Возможно проявление эллиптической, вытянутой вдоль траектории, структуры радиационного облучения почв. Данное воздействие оказало влияние на термолюминесценцию грунтов в районе Тунгусской катастрофы. Этот результат имеет совпадение с данными, полученными при изучении термолюминесценции трапов Б. Бидюковым [5, 6] и В. Красавчиковым [6].

Как известно, нейтроны могут поглощаться путем захвата ядром азота:



При этом образуется изотоп углерода  ${}^{14}_6\text{C}$ , повышение концентрации которого и было обнаружено в зоне Тунгусской катастрофы. Возможно, радиационное воздействие могло быть и на последней сотне километров траектории полёта ТМ, но в существенно меньших масштабах, чем в эпицентре.

В зоне взрыва произошло мощное радиационное воздействие, приведшее к мутациям сосен, муравьёв, изменившее картину термолюминесценции трапов. Но заражения тяжёлыми изотопами ядерного взрыва там не произошло, поскольку не было ядерного взрыва. В наличии был большой природный ускоритель частиц, направленный под острым углом из ионосферы на Землю.

Далее произошёл мощный взрыв плазменного облака. Причём это был объёмный взрыв, а не взрыв из точки. Объёмный взрыв обладает, при равной мощности с точечным зарядом, существенно большим разрушающим эффектом.

### Модель взрыва Тунгусского метеорита

Теперь рассмотрим сам процесс Тунгусского взрыва.

На высоте 10 км плотность кинетической энергии набегающего потока воздуха становится больше, чем плотность энергии магнитного поля ближайшего плазменно-энергетического окружения метеороида.

Плазменная оболочка начала отрываться от метеорного тела. Нарушение установившейся магнитно-энергетической структуры привело к диссипации магнитного поля. В этот момент мог начаться мощный электрический разряд на Землю из энергетической «тучи», в которую сформировался плазменный след Тунгусского метеорита. Всё это могло в совокупности привести к ускорению диссипации и аннигиляции магнитного поля. В лишённой магнитного «скелета» перегретой плазме начался процесс массовой рекомбинации с выделением сильного оптического излучения. Мощная световая вспышка произошла преимущественно в области максимальных магнитных полей основной «магнитосферы» Тунгусского метеорита, там, где концентрировалась наиболее ионизированная плазма. Вероятно, что первичный электрический разряд тоже мог внести свой вклад в создание характерных ожогов тонких ветвей типа «птичий коготок», исследованных экспедициями КСЭ.

Цепная реакция диссипации магнитного поля и рекомбинации ионов стала распространяться по всему огромному объёму плазмоида (до  $2,7 \text{ км}^3$ ). За это время плазмодид мог вполне переместиться на два километра к западу. При таком объёмном взрыве эпицентр ударной волны не должен совпадать с эпицентром вспышки, приведшей к массовым ожогам деревьев.

В статье В. А. Воробьёва и Д. В. Дёмина [18] сообщается, что рассчитанная ими проекция эффективного источника ожогового поражения расположена в 2,5 км от особой точки вывала по азимуту  $95^\circ$ , что качественно полностью соответствует предложенной автором данной статьи модели магнитоплазменного взрыва.

Легко объясняется и другой парадокс. В той же статье [18] сообщается факт, что непосредственно под траекторией ожог гораздо слабее, чем в ближайшей окрестности. Это объясняется тем, что до взрыва магнитоплазменная оболочка метеорита было практически стабилизирована магнитным полем и её излучение было существенно меньше, чем в момент распада.

Средняя напряжённость магнитного поля, как было уже проанализировано, составила не менее 30 000 эрстед. Взрыв, по общепринятым в настоящее время оценкам, произошёл на высоте 10 км. Не претендуя на точное описание поля намагниченности на земле, можно определить приближённо максимальное магнитное поле в зоне взрыва не земле. Для этого используем следующую формулу:

$$H_R = V \cdot H_0 / R^3, \quad (11)$$

где  $H_0 \approx 2 \cdot 10^4$  э – напряжённость магнитного поля плазменной комы метеороида,  $R \approx 10^4$  м – расстояние центра источника поля от Земли,  $V \approx 1,5 \text{ км}^3 = 1,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ . Получаем, что  $H_R \approx 30$  эрстед. Конечно, эта цифра определяет только совпадение порядков величин и, с учётом этого замечания, вполне соответствует экспериментальным данным, полученным в 1969 году А. П. Бояркиной и С. Д. Сидорасом. Они обнаружили палеомагнитную аномалию, связанную с перемещением почв в зоне разрушений, вызванных Тунгусским взрывом. Оценка поля даёт величину  $H_R = 25 - 30$  э [3].

После первого взрыва главного плазменного облака произошёл разряд конденсатора «Ионосфера-Земля», поскольку проводящие плазменные структуры замкнули «обкладки» этого конденсатора.

Следует отметить, что ионосфера вдоль траектории метеороида была сильно «накачана» его электромагнитной энергией. Мощность природного электрического конденсатора существенно возросла. К разряду ионосферной молнии присоединились разряды периферийных пылевых структур следа, заряженные процессом электрического динамо.

Можно определить, что первый взрыв был самый сильный. Это был взрыв плазмоида, состоящего из плазменной комы метеороида и прилегающего к эпицентру замагниченного плазменного следа. Остальные взрывы были слабее. Это были грандиозные электрические разряды из плазменного следа и ионосферы. Известно, что скорость распространения молнии достигает от 10 тысяч км до 100 тысяч километров. Здесь таких главных молний было десятки. Причем, конечно, требовалось время для подготовки нового разряда. Энергетическая структура, состоящая из плазменного следа метеороида и ионосферы, должна была «подготовиться» для следующего энергетического сброса. На генерацию сверхмощных молний ушла энергия не только накачанная метеороидом в свой плазменный след, но также и энергия прилегающей части ионосферы. Не удивительно, что после такого разряда восточная, по отношению к эпицентру взрыва, часть ионосферы, не смогла светиться будущей ночью.

Можно заметить, что с эпицентром взрыва почти идеально совпала вулканическая трубка древнего кратера вулкана (палеовулкана), действовавшего миллионы лет назад. Известна гипотеза, что мантия Земли может нести на себе большой электрический заряд, т.е. выполнять функцию обкладки конденсатора «Ионосфера – мантия Земли». Целостность этого конденсатора была нарушена: на Земле – жерлом вулкана, в воздухе – Тунгусским метеоритом. Так что гигантским молниям было куда разряжаться.

Приведём выписку из каталога очевидцев [16] для сравнения с предложенной моделью Тунгусского взрыва. Братя Чучанча и Чекарен (3, стр.54). (Примечания в скобках даны автором настоящей работы.)

Эвенк Чучанча вместе с братом находился 30 июня 1908 г. в 40-45 км от центра катастрофы и при записи его рассказа в 1926 г. настаивал, что запомнил все абсолютно точно. Этот рассказ интересно сравнить с предложенной гипотезой, дополнив его соответствующими пояснениями.

«...Вдруг очень сильно ударил гром. Это был первый удар. Земля стала дёргаться и качаться, сильный ветер ударил в наш чум и повалил его (срыв баллистической ударной волны при резком торможении ТМ). Тут я увидел страшное диво: леса падают, хвоя на них горит... Жарко, очень жарко, стореть можно (световое излучение начавшей разрушаться от напора воздуха плазменной оболочки ТМ, взрыв основной плазменной оболочки метеорита)... Вдруг над горой, где уже упал лес, стало сильно светло, будто второе солнце появилось. Неожиданно блеснуло. Глазам больно стало, и я даже закрыл их. Похоже, было на то, что русские называют – молния. И сразу же был сильный гром. Это был второй удар... (Первая самая мощная молния, сформированная запасённой энергией плазменного следа метеорного тела). После этого мы увидели, будто сверху, но уже в другом месте, опять сверкнуло, и сделался сильный гром. Это был третий удар. (След части плазмоида, пролетевшего дальше эпицентра, возможно, с фрагментами метеорита). Налетел на нас ветер, с ног сбил, о поваленную лесину ударил. (Пришедшая ударная волна от взрыва основной плазменной оболочки). Следили мы за падающими деревьями, на пожар смотрели. Вдруг Чекарен закричал: «Смотри вверх!» – и показал рукой. Посмотрел я туда и опять увидел молнию, блеснула она и опять ударила. Это был четвёртый удар, как обычный гром. (Ионосферная молния: ионосфера – след метеорита – эпицентр взрыва). Теперь я хорошо вспомнил, что был еще один удар, пятый, но он был маленький и где-то далеко». (Отдаленный звук взрыва отделившегося плазменного облака или, может быть, повторная ионосферная молния, только гораздо слабее предыдущей).

Из показаний этих очевидцев несомненно вывод, что световых вспышек и ударов было несколько. Причем последующие явления они называют молния, а никак иначе.

#### **Приведём небольшую часть других показаний очевидцев Тунгусского метеорита:**

1. Андреева Е. Я., Стрелка Чуни (37, стр.109). «Гром был с интервалами в несколько минут».
2. Баншиков И. Г., д. Баншиково (11, стр.119). «Стреляло, как заряд, потом второй раз, затем третий, аж изба ходуном заходила, как гром. Между первым, вторым и третьим было много времени».
3. Кулаков П. Е., с. Иркиннеево (2331, стр.162). «Как ударило, я ужаснулся. Грохотало с полчаса. Все удары равномерные. Звук был в одном месте».

4. Брюханова И. И. с. Кежда (46, стр.127). «Как будто выстрелы. Минут 20 продолжалось».
5. Пушкинов С. Г. с. Кежда (стр. 126). «Стрельба большая. Землетрясение. С полчаса было».
6. Верхотурова А. Г., с. Алешкино (71, стр.131). «С полчаса гремело. Гремело как из ружья».

Редкие удары, стрельнет, немного погода еще».

7. Каверзин Е. М., с. Богучаны (126, стр. 141). «Когда упал, дрожание земли было. Между стуками промежутки 3-4 минуты».

8. Павлов Ф. И., д. Климино (174, стр. 154). «Загремело как гром, выскочил из амбара, увидел огромный столб. Гремело несколько раз как гром, звук был на севере, минут 5-7. Ветер, гнулись деревья».

9. Брюханов Г. И., д. Климино (175, стр. 155). «Вдруг задрожало на севере. Минут 10 брякало, думал гроза, а там, будто кто стреляет. Звук не перемещался».

10. Рукосоев С. Г., с. Яркино (193, стр.158). «Загремело. Стреляло раз 11. Немного помешкает и снова бух-бух. Стреляло минут 15-20, одинаковой силы звуки. Стреляло в одном месте».

Стоит обратить особое внимание на ещё одно показание:

11. Беловодов А. В., д. Кеуль (26, стр. 122). «Стреляло, как из орудий, потом как из пулемета. Звук продолжался с полчаса».

Здесь сказано, что стреляло в какой-то момент, как из пулемёта. Очень похоже по звуку на многократные электрические разряды, своеобразное высоковольтное искрение, но только огромной мощности. Многочисленные показания других очевидцев, тоже говорят о неоднократных ударах. Многие сравнивают звуковые явления с канонадой, стрельбой. Причём некоторые очевидцы говорили, что стреляло от 15 минут до получаса. Довольно трудно представить такое продолжительное взрывное разрушение метеорита или ядра кометы в соответствии канонам классической метеоритики. Локальный взрыв ограниченного твёрдого тела не мог продолжаться 15 минут! Метеорное тело не могло зависнуть в воздухе и полчаса понемногу взрываться. Наличие в эпицентре взрыва так называемых нижележащих и вышележащих деревьев говорит о нескольких центрах взрывных волн.

Теоретический механизм, предложенный автором предлагаемой статьи, объясняет этот феномен.

Количество громких ударов от 3-х до десятков. Это может быть подтверждением множественного разряда возбуждённой ионосферы и плазменного следа метеорита. После взрыва плазменной оболочки сверхметеорита, по плазменному следу начался сброс энергии оставшейся части плазменного облака и ионосферы данного участка Земли. Пока энергия данного участка не была вся растрачена, плазменно-ионосферная «гроза» не прекращалась.

Так как диаметр плазменного волновода, идущего от ионосферы до высотного эпицентра тунгусского взрыва, составлял многие сотни метров, то разряд внутри плазменного канала практически не мог наблюдаться свидетелями тунгусского падения. Поскольку этот разряд «размазывался» на большой диаметр следа, развивался процесс, похожий на механизмы, обычно протекающие в самом грозном облаке. С Земли трудно заметить, как электрические заряды собираются в точке инициации разряда молнии. В районе эпицентра, возникал уже видимый разряд, наблюдаемый из-за резкого сужения диаметра разрядного канала молнии.

Этот процесс, напоминает известный в физике гроз феномен возникновения молнии как бы ниоткуда, на расстоянии нескольких километров от грозного облака и имеющий название «гром среди ясного неба».

Как известно, траектория Тунгусского метеорита была направлена под небольшим углом к Земле. Поэтому возможно, что главный взрыв произошёл, когда часть плазмоида и метеорное тело пролетело над эпицентром Тунгусского взрыва. Тогда могла взорваться тыльная часть комы метеороида и ближняя часть плазменного следа.

Следует отметить, что на последнем участке траектории мощные поперечные силы магнитного поля могли начать разрывать метеорит на части.

Из книги С. Г. Калашникова «Электричество» [27] известно, что радиальное механическое напряжение соленоида (или любого магнитоактивного объекта) численно равно объёмной плотности энергии магнитного поля. Следует отметить, что магнитное поле за доли секунды до взрыва замагниченной плазменной оболочки метеорита обладало максимальным значением напряжённости и могло в зоне наибольшей замагниченности плазмы увеличить свою напряжённость за счёт сжатия, по крайней мере, в два раза. Учитывая это замечание и данные, полученные на основе формулы (7), можно определить механическое напряжение, возникающее в метеорном теле равным  $\approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ н/м}^2 = 15 \text{ 000 н/см}^2$ . Правда, это значение в 3 раз меньше, чем средние значения прочности на разрыв железного метеорита. С достаточно большой вероятностью можно предположить, что плазменный взрыв совпал с распадом метеорного тела. Эти напряжения в совокупности с механическими напряжениями, связанными с выделением энергии в момент взрыва, могли привести к сильному раздроблению железокремнистого метеорита, но не до состояния мелкодисперсной пыли, а на конечное число обломков.

Тогда общая парусность обломков могла резко увеличиться. Известно, что при распаде тела суммарная площадь обломков больше, чем площадь разрушенного тела. Коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличилась суммарная площадь обломков, можно определить по формуле:

$$K = N^{1/3} \quad (11),$$

где  $N$  – количество обломков. Например, если метеорит распался на 1000 обломков, то их суммарная площадь увеличилась в десять раз.

Выше было показано, что наиболее вероятен взрыв плазменного облака «отставшего» от метеорного тела за счёт аэродинамического сопротивления плотных слоёв атмосферы. Таким образом, ударная волна была направлена вслед пролетевшим обломкам, т.е. это явление нельзя назвать рикошетом. Это был именно мощный толчок вслед, который только немного изменил траекторию полёта метеорных тел. К увеличению вероятности этого события привел тот факт, что траектория Тунгусского метеорита имела небольшой наклон.

Основываясь на этом механизме, можно утверждать, что минимум вещества Тунгусского метеорита находится именно в эпицентре взрыва. Произошла экранировка ударной волной «Куликовского вывала» от обломков и метеоритной пыли.

Причём это был объёмный взрыв, а не взрыв из точки. Объёмный взрыв обладает, при равной мощности с точечным зарядом, существенно большим разрушающим эффектом. Второй важный аспект заключается в том, что происходит более медленное убывание давления ударной волны с расстоянием, по сравнению с обычным взрывом из локального объёма.

Получив мощный толчок от взрыва под некоторым углом к первоначальному вектору траектории, обломки метеорита смогли улететь по частично изменённой траектории на достаточно большое расстояние.

Н. В. Васильев отмечал [15]:

«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 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».

Плазменный след потянулся за фрагментами метеорита. Далее эти обломки могли выпасть из плазменного облака, которое через некоторое время, на западе, влетело опять в нижние слои ионосферы. Расчёты показывают, что это произошло где-то над Енисеем и примерно через 30-40 секунд после взрыва. В это время плазменный шнур, связывающий эпицентр взрыва с ионосферой, ещё не разрушился. И система ускорения электронов ещё действовала. Поэтому часть ускоренных электронов инжектировалась в западную часть ионосферы, в слои D и E, как бы «проколов» плотные слои атмосферы плазменной «иглой». Вместе с электронами в ионосферу могли также попасть мелкодисперсные фрагменты плазменно-кристаллической пылевой структуры. Эта инжекция привела к белым ночам на западе от взрыва, на той площади, насколько хватило энергии природного инжектора.

Возможен второй вариант инициации свечения неба. Поскольку, метеороид летел почти касательно к Земле, то инжекция в ионосферу произошла в слои D и E на 500 км восточнее эпицентра взрыва. Ускоренные электроны из плазменного окружения метеороида стали распространяться по эти слоям на запад. После взрыва энергия восточной к взрыву области ионосферы и некоторой части западного сегмента ионосферы была истрачена на энергетические разряды в эпицентре взрыва. Поэтому восточнее взрыва локальное обеднение заряженными частицами слоёв D и E не позволили восточным областям принять участие в аномальных оптических эффектах 30 июня.

Заряженные частицы вызвали мощные возмущения слоев ионосферы, приведшие к яркому свечению неба. Именно при таком процессе происходит вначале резкое усиление, а затем быстрый спад интенсивности свечения плазмы, что подтверждают документы Гринвичской обсерватории: «Яркость ночного неба ничем особенным не отличалась, и вполне обычной была даже ночь 29 июня 1908 года. Аномально большая яркость наступила именно 30 июня, то есть немедленно после Тунгусского падения...».

Через трое суток свечение исчезло. Рассмотренный выше естественный ускоритель мог вызвать явления, которые в рамках других гипотез считались парадоксальными.

### **Выводы:**

Следует осознать, что при попытке анализа событий, соизмеримых с масштабами Тунгусского феномена, необходимо учитывать связь этих явлений с глобальными механизмами и энергетикой общепланетарного масштаба. Даже тот факт, что при Тунгусском взрыве выделилась энергия минимум на 6 порядков превосходящая энергию, сосредоточенную в глобальном сферическом конденсаторе Земля – ионосфера, должен приводить к закономерному выводу о мощном энергоинформационном влиянии Тунгусской катастрофы на значительную часть атмосферы и, особенно, ионосферы.

Следует отметить, что огромный метеороид – это не просто увеличенный болид. Это качественно иное явление, которое может проявить себя не только в известных процессах, хорошо исследованных в классической метеоритике и разработанных для обычных метеорных тел. Могут в больших масштабах

проявиться процессы, которые были очень незначительными, в случае обычных метеороидов. Причём некоторые из них могут иметь пороговый критерий, при превышении которого будут демонстрироваться практически ненаблюдаемые в обычных случаях энергетические процессы.

Следовательно, стоит вопрос об использовании результатов анализа Тунгусского феномена для создания фундаментальной физической модели взаимодействия крупных метеорных тел с атмосферой планеты.

В данной ситуации, именно наиболее непонятные парадоксы Тунгусского феномена могут оказаться подсказкой для общего решения задачи.

Можно предположить, что, практически, любое достаточно крупное метеорное тело, превысив по своему размеру и кинетической энергии определённые критерии, может продемонстрировать большинство эффектов, связанных с Тунгусским феноменом.

#### **В настоящей работе автором были предложены несколько важных концепций:**

1. Подробно рассмотрено несколько моделей быстрого динамо-процесса усиления магнитного поля в плазменном следе метеорного тела. Обращено внимание на то, что только гиротропная (отражательно неинвариантная) турбулентность, в которой преобладает винтовое движение, способна работать как генератор поля. Сделаны выводы, что наиболее эффективно магнитный динамо процесс работает в случае крупных метеорных тел, обладающих моментом вращения вокруг оси. Проанализированы требования к магнитному числу Рейнольдса  $Re_m \gg 100$  и проведены расчеты для предполагаемых параметров Тунгусского метеорита, показывающие, что этот критерий для него превышен почти на три порядка. Следовательно, при падении Тунгусского метеорита мог очень эффективно работать динамо-процесс усиления магнитного поля. Показано, что вышеописанные процессы имеют место быть, как для железных, так и для каменных метеоритов.

2. Предложен механизм усиления собственного магнитного поля железных и железокремниевых метеороидов. Рассмотрен процесс усиления слабых полей в плазменной коме метеорного тела. Показано, что в результате взаимодействия холловского продольного тока с магнитным полем возникает градиент давления, перпендикулярный к потоку плазмы, приводящий к тому, что поток плазмы начинает двигаться вокруг метеорного тела. Рассмотрен возможный эффект инициации вращения метеороида. Эти процессы возможны только в случае железных и железокремниевых метеороидов.

3. Введено понятие «магнитосферы» для железных и железокремниевых метеороидов. Рассмотрено магнитное взаимодействие плазменной оболочки и самого ферромагнитного метеорного тела. Показано, что этот процесс приводит к созданию единой взаимосвязанной структуры, которая представляет собой одно целое, при взаимодействии с набегающим аэродинамическим потоком воздуха. Показано, что плазменная оболочка (кома) метеорита может быть рассмотрена, как огромный солениод (источник магнитного поля), а метеорное тело, как ферромагнитный сердечник, находящийся в центре диполя плазменного «солениода». Напряжённость магнитного поля такого диполя может превысить 25 000 э, достигнув в момент Тунгусского взрыва значения более 30 000 э.

4. Рассмотрена энергетика Тунгусского метеорита на основе теории МГД генераторов. Указана важность эффекта «головного эха» для усиления процесса ионизации плазмы и увеличения интенсивности электромагнитных явлений в плазменной коме метеороида. Рассмотрен плазменный след метеороида в качестве плазменного волновода для СВЧ излучения, возникающего в замагниченной плазме.

5. Показано, что плотность энергии магнитного поля для глубинной части магнитосферы Тунгусского метеорита превосходит плотность кинетической энергии набегающего потока воздуха вплоть до высоты 10 км. За счёт этого эффекта сечение взаимодействия метеорного тела с атмосферой увеличивается в несколько раз. Показано, что в случае магнитоактивного метеорита активное взаимодействие с ионосферой может начаться на высоте 250 км, при этом может наблюдаться свечение комы метеорного тела, что существенно выше высоты «возгорания» дневных болидов.

6. Показано, что время полного разрушения плазменного следа Тунгусского метеорита могло достигнуть 150-200 секунд. Предложена концепция возможности сохранения электрической связи для энергоинформационной структуры метеорита с ионосферой Земли.

7. Предложено применение физики плазменных кристаллов или пылевой плазмы для анализа процессов в плазменном следе метеороидов. Предложен возможный эффект «магнитной эрозии» поверхности метеорного тела.

8. Предложен механизм генерации рентгеновского и гамма-излучения за счёт процесса ускорения электронов и ионов вдоль плазменного следа метеорного тела. Предложен механизм, объясняющий неравномерность лучевого воздействия в зоне катастрофы, приведший к изменению термолюминесценции трапов. Рассмотрен возможный механизм генерации нейтронов, позволяющий объяснить повышение концентрации изотопа углерода  $^{14}_6C$  в зоне Тунгусской катастрофы.

9. Показано, что Тунгусский взрыв был объёмным и произошёл за счёт внутренней (не кинетической) энергии плазмоида, в который трансформировалась кинетическая энергия метеорита. Рассмотрен процесс разрушения метеорного тела за счёт совокупного воздействия магнитных пондеромоторных сил и ударных волн Тунгусского взрыва.

10. Предложен механизм развития электроразрядной активности после первичного взрыва главного плазмоида, которая могла продолжаться в течение 10- 30 минут. Эти разряды возникали за счёт внутренней энергии плазменного следа метеорного тела и за счёт энергии ионосферы Земли.

11. Предложен механизм инициации комплекса оптических аномалий ночного и сумеречного неба, возникших к западу от эпицентра Тунгусской катастрофы, за счёт инжекции естественным ускорителем (линейный плазменный след ТМ) электронов и ионизированных мелкодисперсных пылевых фракций в западную от эпицентра часть ионосферы.

12. Рассмотрена возможность экранировки ударной волной объёмного взрыва района «Куликовского вывала». Показано, что минимум вещества Тунгусского метеорита находится именно в центре «Куликовского вывала». Предложен механизм изменения траектории центра масс для обломков Тунгусского метеорита.

### Литература

- Арцимович, Л. А.** Элементарная физика плазмы [Текст] / Л. А. Арцимович – М: Атомиздат, 1969, 99. – С. 100 стр.
- Астапович, И. С.** Звуковые явления, одновременные с полетом болидов [Текст] / И. С. Астапович // Метеоритика: сб. ст. – М 1951. – Вып. вып. 9. – С. 71-101.
- Белов, К. П.** Магнетизм на Земле и в Космосе [Текст] / К. П. Белов, Н. Г. Бочкарёв. – М : Наука, 1983.
- Бояркина, А. П.** Палеомагнитные исследования в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / А. П. Бояркина и С. Д. Сидорас. – Геол. и геофиз. – 1974. – № 3. – С.79-84.
- Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентный анализ почв района Тунгусского падения [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 96-104.
- Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентные аномалии почв района Тунгусского падения [Текст] / Б. Ф. Бидюков, В. О. Красавчиков, В. А. Разум // Следы космического воздействия на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 88-108.
- Брагинский, С. И.** ЖЭТФ 47, 1084 (1964).
- Брагинский, С. И.** Явления переноса в плазме [Текст] / С. И. Брагинский // Вопросы теории плазмы. – М.: Атомиздат, 1963. – Вып. 1. – С. 183-272.
- Бреховских, Л. М.** Введение в механику сплошных сред [Текст] / Л. М. Бреховских, В. В. Гончаров. – М : Наука, 1982.
- Бронштэн, В. А.** Зелёная линия кислорода в спектрах метеоров и головное эхо [Текст] / В. А. Бронштэн // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1980. – С.218 – 227
- Бронштэн, В. А.** Магнитодинамический механизм генерации собственных радиоволн ярких болидов [Текст] / В. А. Бронштэн // Астрономический вестник. – 1983. – Т. 17, № 2. – С. 94 -98
- Бронштэн, В. А.** Метеоры, метеориты, метеороиды [Текст] / В. А. Бронштэн. – М : Наука, 1987.
- Бронштэн, В. А.** Проблемы движения в атмосфере крупных метеоритных тел [Текст] / В. А. Бронштэн. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 124 с.
- Вайнштейн, С. И.** О происхождении магнитных полей в астрофизике [Текст] / С. И. Вайнштейн, Я. Б. Зельдович // Успехи физических наук: сб. ст. – М. : Наука, март 1972. – Т. 106, Вып. 3.
- Васильев, Н. В.** Парадоксы проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев// Известия высших учебных заведений, №3, «Физика» – Том. отд-е ВАГО, 1992.
- Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский и др. – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНТИ 24.11.81, № 5350-81.17. Верников А.Я. Магнитные и электромагнитные приспособления в металлообработке. – М.: Машиностроение, 1984
- Воробьёв, В. А.** Новые результаты исследования термических поражений лиственниц в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Воробьёв, Д. В. Дёмин // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 58 -62
- Гайлитис, А., Фрейнберг Я.,** *ibid.*, № 1 37 (1974).
- Гуревич, А. В., Зыбин, К. П.** , УФН, 2001. – Т.171, No.11. – С.1177-1199.
- Дмитриев, А. Н.** Тунгусский феномен 1908 года – вид солнечно-земных взаимосвязей [Текст] / А. Н. Дмитриев, В. К. Журавлев. – Новосибирск : Изд-во. ИГиГ, 1984. – 144 с.
- Долгинов, А. З.,** Изв. АН СССР сер. физ. 39, 354 (1975).
- Дубинов, А. Е.** и др. Краткие сообщ. физ., 1997, 7
- Зельдович, Я. Б.,** ЖЭТФ 31, 154 (1956).
- Игнатов, А. М.,** Физика плазмы, 1996, 22, 648
- Иудин, Д. И., Трахтенгерц, В. Ю.** // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2000. No.5. С.317-329.
- Калашников, С. Г.** Электричество. Общий курс физики [Текст] / С. Г. Калашников. – М : Наука, 1970. – С. 236- 239.
- Капица, П. Л.** Свободный плазменный шнур в высокочастотном поле при высоком давлении [Текст] / П. Л. Капица // ЖЭТФ. –29-1969. – Т. 57. – С. 1801.
- Каплан, С. А.** Теория статистического ускорения заряженных частиц изотропными полями [Текст] / С. А. Каплан // Циркуляр Астрон. obs. Львов. гос. ун-та, 1957. – № 33.

- Ковалевский, А. Ф.** Сихотэ-Алинский метеорит и магнитное поле Земли [Текст] / А. Ф.Ковалевский - Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976.
- Кондратенко, А. Н.** Плазменные волноводы [Текст] / А. Н. Кондратенко. – М. : Атомиздат, 1976.
- Львов, Ю. А.** Лучистый ожог деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Ю. А. Львов, Н. В. Васильев // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита :сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 53-57.
- Мареев, Е. А.** Загадки атмосферного электричества [Текст] / Е. А. Мареев, В. И. Трахтенгерц // Природа. – 2007. –№ 3.
- Мареев, Е. А., Трахтенгерц, В. Ю.** // Известия вузов. Радиофизика. 1996. Т.39. №.6. С.797-814.
- Мизун, Ю. Г.** Ионосфера Земли [Текст] / Ю. Г. Мизун. – М : Наука, 1985.
- Пономаренко, Ю. Б.,** ПМТФ № 6, 47 (1973).
- Роза, Р.** Магнитогидродинамическое преобразование энергии [Текст] / Р.Роза. – М. : Изд-во Мир, 1970.
- Ромыг, М.** Аномальные звуки и электромагнитные явления, связанные с полетом болидов[Текст] / М. Ромыг , Д. Ламар //Метеорная материя в атмосфере Земли :сб. ст. – М. : Наука, 1966. – С. 38-68.
- Симонов, А. А.** Обычный метеорит в необычном месте Земли [Текст] / А. А. Симонов, С. А. Симонов // Комсомолец Узбекистана. – Ташкент, 1984. – 20 дек.
- Соляник, В. Ф.** Тунгусская катастрофа в свете электрической теории метеорных явлений [Текст] / В. Ф. Соляник // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей:сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 178 – 188.
- Сыроватский, С. И.** Магнитная гидродинамика [Текст] / С. И. Сыроватский // Успехи физ. наук. – 1957. – Т. 62, № 3. – С. 247-304.
- Трахтенгерц, В. Ю.** Актуальные проблемы электродинамики грозового облака [Текст] / В. Ю.Трахтенгерц, И. Д. Иудин // Известия вузов. Радиофизика, 2005. – Т.48, №.9. – С.810-821.
- Тютин, А. А.** Прямые измерения напряженности вертикального электрического поля атмосферы до 80 км [Текст] / А. А. Тютин, Ю. А. Брагин, А. А Кочев // Космические исследования. – 1974. – №12. – С 306 – 308.
- Физика атмосферы: электрические эффекты, радиофизические методы исследований:** Труды Совещания по Программе ОФН и ОНЗ РАН / Ред. Г. С.Голицын, Е. А.Мареев. Н. Новгород, 2003.
- Хлюстов, Ю. Н.** Влияние полета ярких метеоров на радиоприем [Текст] / Ю. Н. Хлюстов // Бюл. ВАГО, 1951. – № 10(17) . – С. 37-38.
- Цытович, В. Н.,** УФН, 1997, 167, 57
- Швец, А. И.** Газодинамика ближнего следа [Текст] / А. И. Швец, И. Т. Швец. – Киев: Наукова думка, 1976. – 384 с.
- Gurevich A.V., Zybin K.P.** // Physics Today. 2005. P.37-43.
- Bashkirov A.G.** // Phys. Rev. E. 2004. V. 69, 046410, 7 pages.
- Davis, L. Jr.,**—Electromagnetic Phenomena in Cosmical Physics (B. Lehnert, Ed.), Cambr. Univ. Press, Cambridge, 1958, p.27.
- Cowling T.G.,** Mon. Not. RAS 94, 39 (1933).
- Gelinas, L. J., K. A. Lynch, M. C. Kelley, S. Collins, S. Baker, Q. Zhou, and J. S. Friedman,** First observation of meteoric charged dust in the tropical mesosphere, Geophys. Res. Lett, 25, 4047 – 4050, 1998.
- Ikezi H.** Coulomb Solid of Small Particles in Plasmas //Phys. Fluids.-1986.- V.29.- P.1764-1766.
- Mareev E. A.** Turbulent electric dynamo in thunderstorm clouds // Proc. 11th Int. Conf. on Atmospheric Electricity. Huntsville, 1999. P.272-275.
- Mitchell, J. D.,** Electrical properties of the middle atmosphere, Adv. Space. Res., 10, 219 – 228, 1990.
- McKinley D.W., Millman P.M.** A phenomenological theory of radar echoes from meteors. – Proc. Inst, Radio Eng., 1949, V. 37, p. 364 -375
- Parker E. N.,** Astrophys. J. 122, 293 (1955).
- Roberts G. O.,** Phil. Trans. Roy. Soc. A271, 411 (1972).
- Ruzmaikin A. A., Sokoloff D. D., Shukurov A. M.** // J. Fluid. Mech., 1988. V.197. P. 39-56.
- Steenbeck F., Krause Zs.,** Naturforsch. 21a, 1285 (1966).
- Trakhtengerts V. Y., Iudin D. I., Kulchitsky A. V., Hayakawa M.** // Phys. Plasmas. 2003. V.10. No.8. P.3290-3296.
- Zadorozhny, A. M., A. A. Tyutin, G. Witt, N. Wilhelm, U. Wälchli, J. Y. Cho, and W. E. Swartz,** Electric field measurements in the vicinity of noctilucent clouds and PMSE, Geophys. Res. Lett., 20, 2299 – 2302, 1993.
- Zadorozhny, A. M. and A. A. Tyutin,** Universal diurnal variation of mesospheric electric fields, Adv. Space Res., 20, 2177 – 2180, 1997.
- Zadorozhny, A. M. and A. A. Tyutin,** Effects of geomagnetic activity on the mesospheric electric fields, Ann. Geophys., 16, 1544 – 1551, 1998.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ С ВЗРЫВОМ МЕТАНО-ВОЗДУШНОГО ОБЛАКА, ИНИЦИИРОВАННОГО НЕБОЛЬШИМ «МЕДЛЕННО» ЛЕТАЮЩИМ МЕТЕОРИТОМ

Многолетними усилиями ученых в многочисленных экспедициях и лабораторных исследованиях собран и систематизирован богатейший фактический материал, связанный с Тунгусским событием. Наиболее полное его описание и анализ выдвигавшихся гипотез приведены в недавно вышедших монографиях [Журавлев, 1994; Васильев, 2004].

В гипотезах, пытающихся объяснить природу Тунгусского события, недостатка не было, однако общепризнанного решения проблемы Тунгусской катастрофы до сих пор не получено. Рабочие гипотезы, связанные с неземным источником энергии взрыва, благодаря скрупулезным исследованиям, признаны несостоятельными [Зигель, 1983]. Как показывают численные расчеты [Коробейников, 1983], для объяснения характера вывала леса необходима достаточно крутая траектория полёта метеорита, что не согласуется с многими фактами и свидетельствами очевидцев. Уточнения механизма разрушения метеоритов [Григорян, 1996; Иванов, 1997] не снимают этого противоречия. Гипотеза [Тимофеев, 1984; 1988], вообще отрицающая существование метеорита и объясняющая катастрофу газовым взрывом, инициированным разрядом молнии в сотнях километров от эпицентра, несостоятельна как из-за невозможности существования такой длинной неразмытой струи, так и из-за отсутствия протяженного парового или дымного следа в атмосфере.

Впервые принципиальная возможность объяснения Тунгусской катастрофы взрывом метано-воздушного облака, инициированного метеоритом, высказана в [Nistor, 1989 (a), (b); 1996]. К сожалению, эта гипотеза не была подкреплена каким-либо анализом.

В нашей работе [Николаев, 1998 (a)] выдвинута более подробная гипотеза, согласно которой Тунгусская катастрофа 1908 г. представляла собой взрыв метано-воздушного облака, инициированного небольшим, относительно медленно и полого летящим каменным или железным метеоритом. Показано, что для этого необходим не уникальный по мощности разовый выброс приблизительно 200 кт метана в атмосферу в виде мощной газовой струи с образованием устойчивого тора. Для инициирования детонации достаточно пролета метеорита размером 3-6 метров со скоростью 1-2 км/с. Метеорит пересек облако метано-воздушной смеси, инициировал детонацию и упал в нескольких десятках километров от эпицентра. Эта гипотеза объясняла все основные характеристики явления: появление серебристых облаков (в том числе и до взрыва), световые, акустические и магнитные явления, отсутствие значительного количества метеоритного вещества в области эпицентра и не противоречила физическим законам.

В наших последующих работах [Николаев и Фомин, 1998 (b) – (d); Nikolaev and Fomin, 2000] проведен дополнительный анализ указанной гипотезы. Уточнены некоторые количественные оценки, проведены модельные эксперименты по вывалу и ожогу леса. Получено, что вывал проволочек в модельном эксперименте внешне похож на реальную картину вывала леса при Тунгусском взрыве (совпадение «бабочек» вывала, наличие «телеграфного» леса и «обратного» вывала). Представлены результаты численного расчета возможных траекторий метеорита, позволившего отобрать «подходящие» траектории, которые бы не противоречили свидетельствам очевидцев и объективным данным и благодаря этому сделана приближенная оценка наиболее вероятного места падения метеорита.

В предлагаемой ниже работе уточнена общая картина явления. Представлены результаты статистической обработки проведенного нами ранее эксперимента по вывалу леса. Показано, что вывал проволочек в модельном эксперименте похож на реальную картину вывала леса при Тунгусском взрыве не только чисто внешне, но и эквивалентен ей статистически (схожесть огибающих, наличие общей «закрутки» вывала и равенство порядков величин и знаков соответствующих отклонений от радиальности). Показана газогидратная природа наличия метана в районе эпицентра и указана область, откуда произошел выброс метана и «камней Джона». Приведены результаты дополнительных расчетов «подходящих» траекторий метеорита и уточнен расчет его наиболее вероятного места падения. Совокупность приведённых ниже и полученных нами ранее результатов позволяют идентифицировать Тунгусскую катастрофу со взрывом метано-воздушного облака, инициированного небольшим медленно летящим метеоритом. В силу того, что наши предыдущие статьи опубликованы в относительно малодоступных изданиях, настоящая статья дополнена сведениями, опубликованными нами ранее, что дает возможность получить всю необходимую информацию о проведенных нами работах без обращения к нашим предыдущим статьям.

### Общая картина явления

Схема события приведена на рис. 1. Эпицентр взрыва находился над вечно-мерзлотном каменноугольным бассейном [Тунгусский ..., 1977], богатом проявлениями углеводородов [Сапронов, 1975; 1986; 1988] и метано-гидратами [Кузнецов, 1998], конкретнее, над кальдерой древнего вулкана, изобилующего жерлами и тектоническими разломами [Сапронов, 1975; 1986; 1988].

Хронология события представляется следующей. Начиная с 20-х чисел июня 1908 г., в связи с резким повышением тектонической активности [Ольховатов, 1998 (а), (b)], недалеко от будущего эпицентра Тунгусской катастрофы начались прорывы метана в атмосферу. Поскольку метан легче воздуха, он всплыл в верхние слои атмосферы, и был перенесен ветрами в западном направлении. При подъеме на высоту выше 120 км, в начале термосферы, где температура повышается до сотен градусов [Справочник ..., 1965; Кикоин, 1976; Хргиан, 1986; Седунов, 1991], метан сгорает с образованием углекислого газа и паров воды. Водяной пар, диффундируя вниз, на высотах  $\approx 80$  км, где температура опускается до 150-170 К [Справочник ..., 1965; Кикоин, 1976; Хргиан, 1986; Седунов, 1991], сублимируется, образуя серебристые облака. Этим и объясняются аномальные оптические явления, наблюдавшиеся вплоть до Западной Европы за несколько дней до момента падения Тунгусского метеорита [Васильев, 1965; 2004; Журавлев и Зигель, 1994].

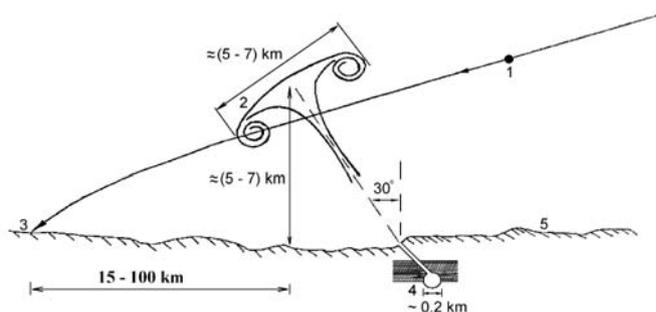


Рис. 1. Общая схема Тунгусской катастрофы. 1 - метеорит; 2 - газовый тор (метано-воздушная смесь); 3 - место падения метеорита; 4 – газогидратный слой и газовая камера; 5 - поверхность земли.

За несколько минут или десятков минут до прилета метеорита интенсивность утечки метана возросла, причем процесс носил характер разового выброса массы метана порядка 200 кт. Прорыв газов, вызвавший появление тора, привел к сопутствующему выбросу (и последующему выпадению на землю) древнего подземного углерода возрастом  $\approx 60$  тыс. лет, а также осколков породы типа «камня Джона» и редкоземельных металлов (иттербий) [Журавлев, 1994; Васильев, 2004]. Подземная

камера, содержащая сжатый метан, имела характерный размер порядка 200 м, а диаметр жерла, через которое произошел выброс, был порядка нескольких десятков метров. После выброса жерло и камера были залиты водой,

образовавшей впоследствии слой вечной мерзлоты. Поэтому поиск и идентификация жерла и камеры могут быть затруднены, тем более что территория кальдеры испещрена жерлами и тектоническими разломами. Период времени, соответствующий катастрофе, характеризуется повышением тектонической активности на всей планете и в районе Тунгусского взрыва в особенности [Ольховатов, 1998 (а), (b)]. Наличие свободного метана в камере может быть связано с разложением газогидратов, залегающих на глубинах нескольких сот метров под слоем вечной мерзлоты [Истомин, 1992; Кузнецов, 1998]. Метаногидраты могут существовать в узком диапазоне температур и давлений и изменение условий, например, из-за образования трещин при тектонических подвижках может вызвать бурную газификацию гидратов.

В результате выброса сформировался устойчивый тор, который за время  $\approx 1$  мин. [Действие ..., 1963] достиг высоты тропопаузы и завис на высоте 5 - 7 км в зоне инверсии температуры [Справочник ..., 1965; Действие ..., 1963; Кикоин, 1976; Хргиан, 1986; Седунов, 1991]. Выброс произошел не вертикально, и наклон тора к поверхности земли, по-видимому, составлял  $\approx 30^\circ$ . Точка выброса могла отстоять от центра проекции тора на землю на расстоянии 3-4 км. Внешний диаметр сформировавшегося тора составлял 5 - 7 км, а поперечное сечение 1 - 0.8 км.

Выброс метана сопровождался выбросом вещества из глубин порядка сотен метров. Только этим можно объяснить наличие в торфяных слоях, датированных 1908 г., древнего углерода и редкоземельных металлов [Журавлев и Зигель, 1994; Н. В. Васильев, 2004]. Но наиболее ярким доказательством наличия выброса являются «камни Джона» [Журавлев, 1994; Анфиногенов, 1998; Васильев, 2004]. Это – находящиеся на поверхности в районе эпицентра взрыва валуны, частично вросшие в землю и имеющие размер, достигающий нескольких метров. Они состоят из осадочных пород, в основном, прочного песчаника. Аналога подобным породам нет даже в отдаленной округе. Объяснить их появление на поверхности можно только выбросом из глубин нескольких сот метров, соответствующих дну древнего моря. По порядку величины эта глубина совпадает с глубиной залегания газовых гидратов (рис. 2, 3). Один из этих камней был раскопан. Вблизи него, на глубине около метра, нашли его осколок, идентифицированный по форме скола. По характеру скола и рикошета определено, что его скорость во время падения была около полукилометра в секунду [Анфиногенов, 1998 (а), (b)], что совпадает со скоростью звука в метане, а приблизительно с такой скоростью должно было выбрасываться вещество из жерла (так называемое критическое истечение газа [Станюкович, 1971]). Камень и его осколок лежат, практически, на оси симметрии вывала леса, а именно так и должно быть, если вывал был порожден взрывом метана, выброшенного из того же жерла. Это способствует идентификации места выброса. Вероятнее всего, оно находится в нескольких километрах от проекции эпицентра взрыва на землю, под поверхностью Южного болота. Учитывая, что во время катастрофы дул слабый попутный ветер, а время размытия облака составляет около часа, можно предположить, что облако могло быть несколько

снесено, и выброс произошел из одного из многочисленных жерл на восточно-юго-восточной части окаемки кальдеры, находящейся на расстоянии 5-7 км от проекции эпицентра взрыва на землю.

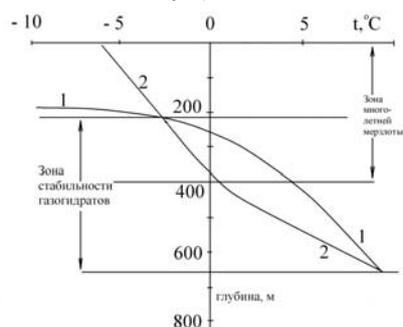


Рис. 2

Рис. 2. Расположение зоны стабильности гидрата метана на суше [Истомин, 1992]

1 – кривая равновесных условий гидратообразования метана; 2 – распределение температур по разрезу.

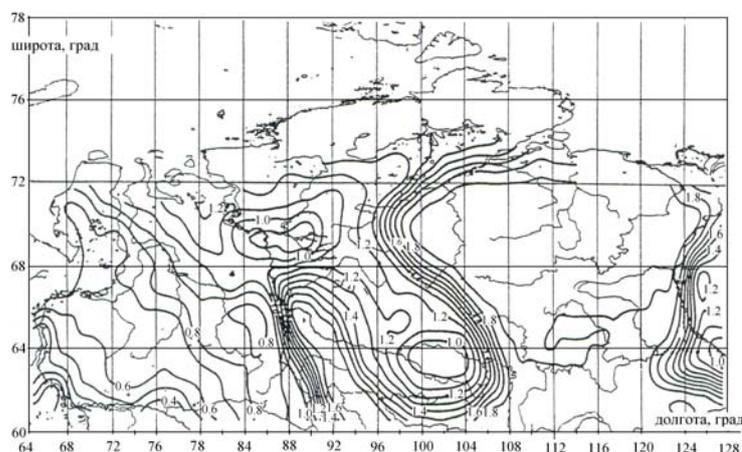


Рис. 3

Рис. 3. Вертикальная мощность области существования газогидратов на севере Сибири [Кузнецов, 1998].

В это время в атмосферу Земли вошел железный (или, что менее вероятно, каменный) метеорит размером порядка нескольких метров, прилетевший из пояса астероидов. Наклон плоскости орбиты метеорита к плоскости эклиптики составлял несколько градусов, и его невозмущенная притяжением Земли орбита была, практически, касательна к орбите Земли. Метеорит был догоняющим. Максимальная скорость его сближения с Землей составляла 12-14 км/с. Догоняя Землю, метеорит пересек плоскость эклиптики с северной стороны, а затем, под воздействием притяжения Земли, вновь пересек плоскость эклиптики, вошел во взаимодействие с атмосферой, двигаясь по географическому азимуту  $\approx 295^\circ$  (в районе катастрофы), пересек газовый тор, состоящий из смеси метана с воздухом. При этом его траектория была наклонена под небольшим (до  $25^\circ$ ) углом к поверхности земли. Имея скорость 1,5-3 км/с, метеорит пересек тор в, предположительно, нижней точке, вызвал детонацию газа, и, пролетев 15 - 100 км, упал в местности, изобилующей болотами. По-видимому (если метеорит был железный), он не разрушился при падении. Вследствие того, что болота носят мерзлотный характер, метеорит не мог глубоко погрузиться под поверхность земли или болота, и, вероятно, может быть найден без особых трудностей. Если метеорит был каменный, то он должен был развалиться на более мелкие куски, которые со временем обросли мхом. Тогда его найти будет много сложнее, ведь «камень Джона» лежал вблизи эпицентра взрыва, непосредственно рядом с тропой, по которой многие годы ходили исследователи, а обнаружен он был совершенно случайно.

Вследствие торможения метеорита атмосферой, его поверхность была раскалена до температуры выше температуры плавления. Поэтому с поверхности метеорита имел место срыв жидкой пленки в виде мелких капель размером порядка десятков микрон. Эти частицы после затвердевания были снесены ветром на расстояния в десятки и сотни километров и выпали длинным шлейфом на северо-запад от места катастрофы [Флоренский, 1963; Васильев и др., 1967; Журавлев, 1994; Васильев, 2004].

Детонация тора вызвала появление ударной волны, что явилось причиной вывала леса. Наклон тора к поверхности земли обусловил вид вывала в виде бабочки [Васильев и др., 1967; Фаст, 1967; 1976]. Из-за неоднородности состава газа в торе детонационная волна могла иметь различную интенсивность при распространении в разных направлениях, и, по-видимому, волна, распространявшаяся по часовой стрелке (при виде сверху), была более мощной, что обусловило регулярное отклонение вывала от радиального в том же направлении приблизительно на  $5^\circ$  [Васильев, 1967; Фаст, 1967; 1976]. Максимумы давления лежали на оси симметрии проекции кольца на землю, что и обусловило дополнительное осесимметричное отклонение от радиальности вывала [Васильев, 1967; Фаст, 1967; 1976]. Ударные волны, возникшие при распространении детонационных волн, при их столкновении между собой и при отражении волны сжатия от земли, создали звуковой эффект нескольких взрывов, а эхо породило последующие громоподобные раскаты [Суслов, 1967; Васильев, 1981]. В ближней от проекции тора на землю зоне, после отражения волны сжатия от земли, образовалась волна разрежения, приведшая и к «обратному» направлению вывала. Даже на больших расстояниях от эпицентра имели место небольшие вихревые зоны, в которых наблюдался беспорядочный вывал деревьев [Фаст, 1967; 1976; Журавлев, 1994; Васильев, 2004]. В указанной ближней от проекции тора на землю зоне хаотически направленный вывал также имел место и присутствовал стоячий («телеграфный») лес без крон [Флоренский, 1963; Журавлев, 1994; Васильев, 2004].

Химический состав газа в торе перед инициированием детонации был неравномерным: во внутренних областях тора ощущался недостаток кислорода. Поэтому при детонации образовалось много сажи, обладающей высокой светимостью при температуре  $\approx 3000$  К. Это вызвало ожог леса [Львов, 1976; Журавлев, 1994; Васильев, 2004], при этом эллипс ожога смещен относительно проекции центра тора вследствие наклона тора к поверхности земли. В результате взрыва образовалось облако огня и дыма [Коненкин, 1967; Васильев, 1981] от постепенно догорающего по мере поступления кислорода при смешении с воздухом.

Образовавшийся при взрыве водяной пар, даже после остывания имея плотность существенно ниже плотности воздуха, в течение нескольких минут [Действие ..., 1963] всплыл в верхние слои атмосферы. Затем, в зоне очередной инверсии температуры (начало термопаузы, высота 80-100 км [Справочник ..., 1965; Кикоин, 1976; Хргиан, 1986; Седунов, 1991]), паровое облако расплылось, расширившись в сотни миллионов раз, и накрыло площадь, соизмеримую с площадью поверхности Земного шара. Сублимация водяных паров вызвала появление серебристых облаков вплоть до Западной Европы [Н. В. Васильев и др., 1965; Журавлев и Зигель, 1994; Н. В. Васильев, 2004]. Очень мелкие частицы недогоревшего углерода могли достигнуть, за счет регулярных ветров, Калифорнии и обусловить возможность помутнения там атмосферы (данные обсерватории Маунт - Вильсон [Журавлев и Зигель, 1994]). При всплытии продуктов детонации тора D (высота 50 - 90 км) и E (высота 90 - 140 км) слои ионосферы были просто смыты, что обусловило возникновение кратковременной магнитной бури [Журавлев и Зигель, 1994]. Начало магнитной бури произошло после всплытия основной массы водяных паров (за время порядка нескольких минут [Действие ..., 1963]), что обусловило задержку начала магнитной бури относительно момента взрыва [Журавлев и Зигель, 1994].

### Моделирование и анализ явления

Согласно имеющимся численным оценкам, например [Коробейников и др., 1983, 1990], взрыв произошел на высоте нескольких километров и имел эффективную энергию порядка  $10^{16}$  Дж. Эти параметры были определены по характеру вывала и ожога леса. Такой энергии соответствует взрыв приблизительно 200 кт метана. При стехиометрическом смешении такого количества метана с воздухом на высоте нескольких километров взрывчатая смесь будет иметь объем порядка  $10$  км<sup>3</sup>, и, соответственно, размер порядка 2 км.

Выброс метана имел газогидратную природу. Напомним, что газовые гидраты – кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды и газа. При этом молекулы воды образуют каркас, полости в котором занимают молекулы газов, связанные с молекулами воды силами Ван дер Вальса [Истомин, 1992; Родионова, 1998]. Газовые гидраты известны более 180 лет. Исследования, проведенные после открытия возможности существования газовых гидратов в недрах Земли, показали, что запасы углеводородного сырья (в основном метана) в газогидратном виде заметно превышают запасы топлива во всех остальных видах вместе взятых [Кузнецов, 1997; Родионова, 1998]. Огромные количества газовых гидратов, в основном в виде гидратов метана, залегают в земной коре в полярных районах суши и на всех географических широтах Мирового океана [Кузнецов, 1997; Родионова, 1998]. Количество открытых газогидратных месторождений на Земле быстро растет, и данные даже двух-, трехгодичной давности зачастую оказываются сильно устаревшими.

Уравнение состояния гидрата метана таково, что он может существовать в довольно узком диапазоне температур и давлений (рис. 2). С увеличением глубины температура возрастает, вследствие чего под слоем гидрата всегда имеется слой свободного или растворенного метана, заполняющего поры в породе или имеющиеся полости. При изменениях давления, что возможно, например, при разгерметизации мерзлотного и гидратного слоев или повышении температуры, гидраты начинают разлагаться [Максимов, 1997; Нигматулин, 1998; 1999]. В результате возникают высокие пластовые давления, значительно превышающие давление гидроразрыва пласта, и происходит разрыв сплошности пород с образованием трещин. При этом возможно образование мощных выбросов метана, носящих взрывной характер. Через образовавшиеся каналы может произойти и последующий выброс свободного «подгидратного» метана.

Почти повсеместно в Сибири верхняя зона стабильности газогидратов располагается на глубине 100 – 150 м. Нижняя граница стабильности в восточной части Сибирской платформы опускается до 2 км [Кузнецов, 1998]. На рис. 3 приведена карта северной части Сибири с примыкающими к ней морями, на которой нанесена вертикальная мощность возможной области существования газовых гидратов [Кузнецов, 1998]. Видно, что и интересующий нас район Подкаменной Тунгуски перспективен на наличие газогидратных месторождений.

Важно, что эпицентр Тунгусского взрыва находился над кальдерой древнего вулкана. Она образовалась при оседании вулкана в пустоты, возникшие на заключительной стадии извержения вулкана. Часть пустот могла сохраниться и быть герметизирована слоем вечной мерзлоты. В результате разложения газогидратов подобные пустоты могут быть заполнены метаном. Вероятность прорыва газов увеличивается при увеличении сейсмической активности и при оттаивании ледяной «пробки» летом. Характерная величина давления метана при разложении газовых гидратов порядка 100 атм [Максимов, 1997; Нигматулин, 1999]. Отметим, что такой же порядок величины имеет давление в скважинах газовых месторождений. Следовательно, эквивалентный размер камеры, содержащей 200 кт метана, должен быть порядка 200 м. Отметим, что это количество газа невелико, так как составляет всего трехмесячный

свободный дебит мощной скважины. При таком давлении поток истекающего газа был звуковым [Станюкович, 1971], а поперечный размер жерла, обеспечивающего истечение указанного количества газа из камеры в течение нескольких минут, должен составлять десятки метров.

Отметим, что самопроизвольные выбросы подземных газов, в том числе и носящие взрывной характер – явление далеко не уникальное. Диссоциацией газовых гидратов объясняют действие подводных грязевых вулканов в прибрежье Панамы [Kvenvolden, 1994; Родионова, 1998], Каспийском [Гинзбург, 1992; Родионова, 1998] и Охотском морях [Зоненшайн, 1987; Родионова, 1998]. В последнем случае имеет место газовый факел, бьющий на глубине около 800 метров. Грязевые вулканы, имеющие гидратную природу, достаточно широко распространены в средних и высоких широтах суши Северного полушария. Разложение гидратов в прибрежных районах Саргассового моря приводит к освобождению огромных объемов газа, служащих, как полагают, одной из причин гибели кораблей и самолетов в районе так называемого «Бермудского треугольника» [The Bermuda, 1990; Englezos, 1993; Sloan, 1994; Родионова, 1998].

Одним из показательных примеров самопроизвольного мощного выброса подземных газов, имеющего газогидратную природу, служит подобный по мощности Тунгусскому выброс углекислоты в Камеруне в 1986 г. [Эттингер и Боярский, 1988; Rogers, 1996]. Тогда внезапный выброс газов из небольшого озера в кратере вулкана Камерун площадью около 1,5 км<sup>2</sup> и глубиной свыше 200 м привел к гибели более 1700 людей и 3000 голов скота. Накопление гидратов, более легких, чем вода, в поддонной части озера привело к всплытию этих пород. Углекислый газ, выделившийся из поддонных источников, смешался с сероводородом и сернистым газом из разложившегося гидрата, создав смертельное облако объемом (4-6)·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Другой пример взрывного выброса подземных газов – существование Патомского кратера (Иркутская область) [Кандыба и др., 1967]. «Кратер мог образоваться только в результате прорыва со значительной глубины газов или паров, которые... пробрили цилиндрическую трубку в участке, ослабленном тектоническими разломами» [Обручев, 1951]. И только мощным разовым выбросом метана можно объяснить такой загадочный феномен, как «Сибирская тьма», имевший место в начале осени 1938 г. [Емельянов, 1967, 1976]. Тогда на севере Сибири произошло обширное «затмение»: высоко в небе образовалось круглое облако размером около 300 км, местами абсолютно черное, местами красно-желтое. Перенос пепла от далеких лесных пожаров исключается, так как появление подобного облака не могло быть внезапным, и его путь неминуемо был бы прослежен от места возникновения. Вторжение в атмосферу облака космической пыли остается лишь ничем не подкрепленной гипотезой. Облако просуществовало всего несколько часов, и почти полное потемнение на земле сменилось временным просветлением, а затем вторичным потемнением. Это загадочное явление легко объяснить мощным разовым выбросом метана. Возникший тор не встретил на пути подходящего метеорита, и, сильно расширяясь, благополучно всплыл наверх. Достигнув термосферы на высоте порядка 120 км, где температура достигает нескольких сот градусов и воспламеняется атмосферный водород [Николаев и Фомин, 1997], он также воспламенился. Из-за недостатка кислорода при горении образовалось много сажи, постепенно догорающей по мере притока воздуха. Причудливая смена освещенности на земле связана с горизонтальным движением кольца. Скорость перемещения составляла 100 км/ч, что вполне можно объяснить ветрами.

В рамках рассматриваемой нами темы исключительный интерес представляют мощные выбросы в окрестностях острова Беннета (Новосибирские острова в Российском секторе Арктики в нескольких сотнях километров западнее острова Врангеля) [Englezos, 1993]. Из района указанного острова постоянно (до нескольких раз в год) происходят выбросы метана. Сносимые ветром облака метано-воздушной смеси часто приобретают размеры в десятки километров и хорошо видимы со спутников (спутники Ассоциации Национальной Океанографии и Атмосферы США). Такие большие размеры облаков дают основание полагать, что масса метана, инжектируемая при подобных выбросах, по порядку величины может быть сравнимой с массой метана, которая, по нашим оценкам, была выброшена в атмосферу перед Тунгусским взрывом.

### **Расчет возможных траекторий метеорита и места его падения**

Для определения возможных траекторий метеорита решалась обратная задача. Задавались угол и скорость встречи метеорита с поверхностью Земли. Задача решалась в два этапа. На первом этапе численно решалась двумерная задача. Учитывались: притяжение метеорита к Земле и ее вращение вокруг своей оси, аэродинамическое сопротивление движению метеорита в атмосфере и зависимость ее плотности от высоты, возможность дробления метеорита. На втором этапе (при высоте полета метеорита над Землей выше 180 км) численно решалась трехмерная задача, использующая в качестве начальных данных результаты расчетов первого этапа и учитывающая притяжение метеорита к Солнцу и Земле, а также движение Земли вокруг Солнца. В соответствии с рассматриваемой гипотезой явления ось симметрии вывала и ожога леса зависит только от ориентации тора (лежит в плоскости, перпендикулярной тору и проходящей через его центр), и мало зависит от места инициирования, то есть от траектории полета метеорита. Следовательно, определение азимута полета должно основываться преимущественно на показаниях очевидцев. Поэтому мы использовали в расчетах географический азимут 295° [Васильев, Журавлев и др., 1967]. Учитывались также широта и долгота эпицентра, дата и время суток падения метеорита.

Из всех возможных в качестве наиболее вероятных были выбраны траектории, удовлетворяющие следующим условиям:

- высота траектории в эпицентре взрыва составляла 5 - 7 км;
- высота полета на расстоянии 300 км от эпицентра не превышала 100 км (чтобы метеорит был наблюдаем);
- метеорит не испытал распада до соприкосновения с Землей;
- невозмущенная плоскость орбиты метеорита имела небольшой наклон к плоскости эклиптики и перигей и апогей, характерные для метеоритов из пояса астероидов (прилет метеорита из-за пределов Солнечной системы маловероятен).

Дополнительно на характерный размер метеорита и его скорость в момент встречи с газовым тором накладывались ограничения снизу: они должны были быть достаточны для инициирования детонации. При этом область, занятая взрывчатой смесью, должна иметь такие геометрические размеры, чтобы детонационная волна не затухла. Поясним это более подробно.

Детонационная волна представляет собой комплекс из ударной волны и зоны горения, разделенных зоной индукции, тепловыделение в которой практически отсутствует и идет экспоненциальное нарастание числа активных центров химической реакции. Зона индукции всегда неустойчива. В ней возникают поперечные волны, столкновение которых эквивалентно микровзрывам, порождающим новые поперечные волны. В результате, фронт детонационной волны распространяется в пульсирующем режиме, а характерный поперечный размер неоднородностей фронта носит название размера ячейки, величины, наиболее универсальным образом отображающей кинетические и детонационные свойства смеси [Войцеховский и др., 1963; Васильев и Николаев, 1976; Васильев и др., 1987; Николаев и др., 2003].

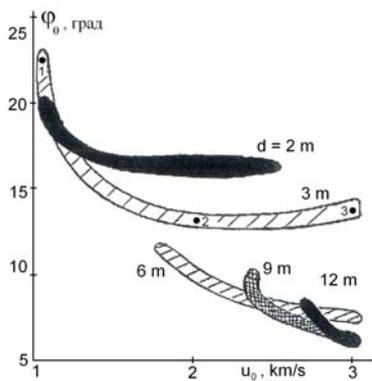


Рис. 4

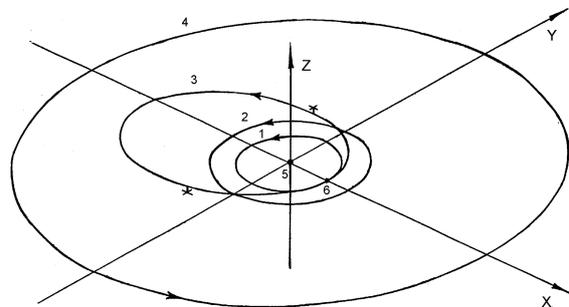


Рис. 5

Рис. 4. Область допустимых значений скорости  $u_0$  и угла  $\phi_0$  встречи с поверхностью Земли железного метеорита с диаметром  $d$ .

Рис. 5. Расчетное положение орбиты метеорита в Солнечной системе. Аксиометрия орбит: оси в плоскости эклиптики и перпендикулярно ей. 1 – орбита Земли; 2 – орбита Марса; 3 – характерная расчетная орбита метеорита; 4 – орбита Юпитера; 5 – Солнце; 6 – точка встречи Земли и метеорита. Маленькие крестики лежат в плоскости эклиптики в районах максимального удаления от нее метеорита. Размеры двух вертикальных отрезков соответствуют максимальной и минимальной высотам метеорита над плоскостью эклиптики.

Размер ячейки определяет такое важное свойство детонирующей смеси, как минимальный размер свободной струи взрывчатого газа, по которой может распространяться самоподдерживающаяся детонация. Этот минимальный диаметр для всех смесей равен  $\approx 60$  размерам ячеек [Васильев и Зак, 1986; Васильев и др., 1987]. Размер ячейки приблизительно обратно пропорционален давлению [Васильев и Николаев, 1976; Васильев и др., 1987; Николаев и др., 2003]. Для метано-воздушной стехиометрической смеси при нормальном давлении размер ячейки приблизительно равен 30 см [Васильев и др., 1987]. На высоте 5 - 7 км вследствие уменьшения давления он должен увеличиться до величины  $\approx 1$  м. Следовательно, для возможности распространения детонации по тору его толщина должна быть не менее 60 м, что в нашем случае заведомо выполняется.

Размер ячейки определяет минимальный размер и скорость быстро летящего тела, способного инициировать детонацию. Если детонация иницируется у переднего торца тела, летящего приблизительно со скоростью  $0.6D_0$ . ( $D_0$  - скорость детонации), то эффект быстролетящего тела эквивалентен цилиндрическому инициированию детонации. При распространении детонации в радиальном направлении от траектории тела она ведет себя так же, как при выходе детонации из плоского канала малой ширины в значительно более широкий канал. При этом для того, чтобы детонационная волна не затухла, необходимо, чтобы ширина узкого канала превышала 6 размеров ячейки [Васильев и др., 1987]. Если скорость тела больше  $0.6D_0$ , то из энергетических соображений следует, что минимальный размер тела уменьшается пропорционально его скорости. Скорость детонации стехиометрической метано-воздушной смеси составляет  $\approx 1.8$  км/с, а скорость газа за фронтом волны  $\approx 1$  км/с [Николаев и Топчян, 1977]. Следовательно, при скорости тела  $\approx 1$  км/с его минимальный размер, обеспечивающий инициирование

детонации в торе должен быть не менее 6 м, а при скорости 2 км/с – не менее 3 м. Мы использовали для оценок свойства стехиометрической метано-воздушной смеси, поскольку по сечению тора состав смеси меняется от очень бедной до сильно переобогащенной, а метеорит, пересекая тор, неминуемо пересечет область стехиометрии. Возникшая детонация может, распространяясь по тору, затухнуть, если в результате каких-либо неоднородностей химического состава размер легко детонирующей области станет меньше 60 м. Это может привести к несимметричному взрыву тора и преимущественной закрутке потока продуктов детонации. Этим может быть объяснено наличие регулярного отклонения вывала от радиальности.

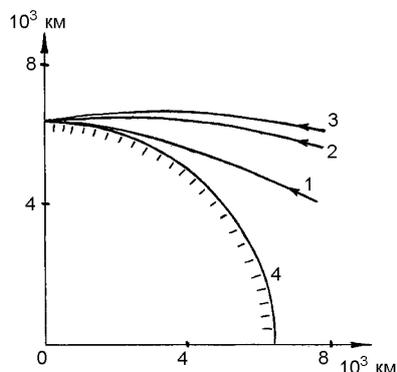


Рис. 6

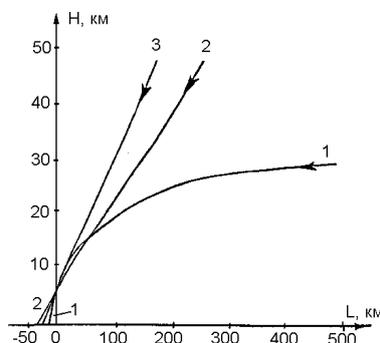


Рис. 7а

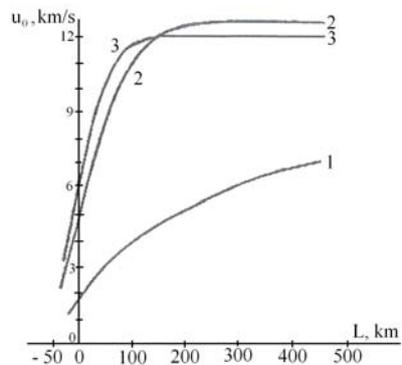


Рис. 7б

Рис. 6. Характерные «подходящие» траектории метеорита при подлете к Земле. Номера траекторий метеорита (1-3) соответствуют точкам (1-3) на рис. 2; 4 - поверхность Земли.

Рис. 7. Характерные зависимости высоты  $H$  (а) и скорости  $u_0$  (б) полета метеорита от расстояния  $L$  между проекциями на Землю центра тора и метеорита. Точка инициирования детонации находится на высоте 6 км. Номера траекторий метеорита (1-3) соответствуют точкам (1-3) на рис. 4

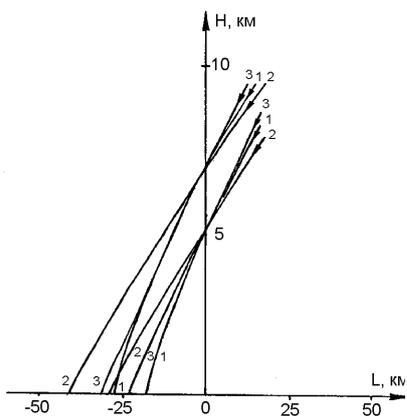


Рис. 8

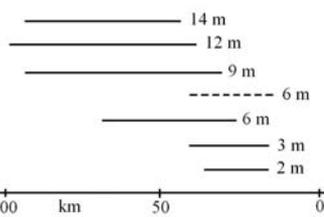


Рис. 9а

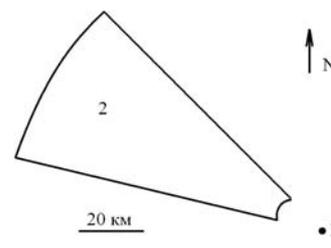


Рис. 9б

Рис. 8. Заключительные участки «подходящих» траекторий. Высота точки инициирования детонации принималась равной 5 и 7 км. Номера траекторий метеорита (1-3) соответствуют точкам (1-3) на рис. 2.

Рис. 9. Области возможного падения метеорита

(а) Области возможного падения железного (—) и каменного (---) метеорита указанных размеров при азимуте  $295^\circ$ . Отсчет ведется от проекции на землю точки инициирования взрыва. Для железного метеорита крупнее 14 м и мельче 2 м, а также при азимуте больше  $320^\circ$  решений нет; (б) 1 – проекция эпицентра взрыва на землю, 2 – сектор возможного падения железных и каменных метеоритов, двигавшихся по «подходящим» траекториям.

Численные расчеты траекторий показали, что размеры металлических и каменных (с на порядок меньшей прочностью) метеоритов с «подходящими» (то есть удовлетворяющими приведенным выше ограничениям) траекториями должны составлять 3 - 15 метров. Для каждого размера метеорита существует область допустимых значений скорости и угла встречи с поверхностью Земли. На рис. 4 приведены области указанных допустимых значений для железных метеоритов различных размеров. Отметим, что внутри этих областей «подходящие» точки перемежаются с не «подходящими». Очень небольшое смещение параметров внутри этих областей приводит к очень существенному изменению размеров орбиты. Вблизи любой из точек существуют такие точки, для которых орбита соответствует орбите метеоритов из пояса астероидов. Характерная расчетная «подходящая» орбита трехметрового железного метеорита приведена на рис. 5 (угол и скорость встречи метеорита с поверхностью Земли соответствуют точке 1 на рис. 4). Видно, что плоскость орбиты слабо наклонена к плоскости эклиптики, а в точке встречи орбиты

метеорита и Земли практически касаются друг друга. Можно показать, что если бы приведенная орбита метеорита была такой с начала его возникновения, то его возраст не мог превышать 100000 лет. По-видимому, исходная невозмущенная орбита имела существенно другой наклон к эклиптике и претерпевала изменения каждые 100000 лет при опасном сближении с Землей. Участки трех характерных «подходящих» траекторий движения трехметрового железного метеорита, параметры орбит которых соответствуют точкам 1 - 3 на рис. 4, приведены на рис. 6 - 8. Видно (рис. 7), что с точки зрения возможности наблюдения метеорита траектория 1 является более вероятной (как самая низкая), что свидетельствует в пользу низкоскоростного метеорита. Из рис. 8 следует, что в этом случае место падения метеорита находится на расстоянии 20-30 км от проекции на Землю точки инициирования детонации. Как следует из расчетов, более крупные метеориты могли упасть и дальше, но не далее 100 км. Области вероятного падения железных и каменных метеоритов представлены на рис. 9.

Подчеркнем, что метеорит является относительно «медленным» только при подлете к облаку (например, кривая 1 на рис. 7b). В силу своего «малого» (порядка нескольких метров) размера, метеорит тормозится при движении в атмосфере от «быстрых» (космических) скоростей, которые он имел при подлете к Земле до «медленных» скоростей (порядка нескольких км/с) при подлете к облаку.

### Оценка возможного вращения метеорита

При расчете траектории полета метеорита предполагалось отсутствие его вращения. Тем не менее, его возможное вращение может существенно исказить траекторию. Поперечное ускорение  $a_{\perp}$  цилиндра радиуса  $R_m$  и плотности  $\rho_m$ , вызванное силой Магнуса, равно:  $a_{\perp} = 2VU\rho/R_m\rho_m$ , где  $U$  - скорость цилиндра относительно воздуха плотности  $\rho$ ,  $V = \omega R_m$ ,  $\omega$  - угловая скорость вращения. Максимально возможная величина  $V_{max}$ , при которой еще не происходит разрушение тела, равна  $V_{max} = \sqrt{2\sigma_m / \rho_m}$ , где  $\sigma_m$  - предел прочности. В частности, для железного метеорита  $V_{max} \approx 250-300$  м/с. При максимальной скорости вращения железный метеорит размером 3м, летящий со скоростью 10 км/с на высоте 10 км будет иметь поперечное ускорение около  $3g$ , где  $g$  - ускорение свободного падения. Следовательно, если ось вращения метеорита параллельна земле и перпендикулярна траектории, то он может планировать за счет подъемной силы. Не исключен даже набор высоты. Если тело имело неправильную форму, то вращение, создающее подъемную силу, могло возникнуть самопроизвольно при входе метеорита в атмосферу и поддерживаться при его движении (наглядным аналогом такой ситуации может служить свободное падение в воздухе узкой полоски бумаги). Если ось вращения метеорита перпендикулярна земле, то проекция траектории движения будет изгибаться, причем радиус кривизны равен:  $R_{кр} = U^2/a_{\perp}$ , и для рассматриваемого случая составляет 3000 км. На расстоянии 500 км траектория может изменить свое направление примерно на  $10^\circ$ . При более низких высотах полета  $R_{кр}$  может быть еще меньше за счет увеличения плотности воздуха. За счет самораскрутки не исключено дробление метеорита на несколько частей. Но, судя по тому, что метеорит наблюдался один, его разрушения за счет самораскрутки не было и существенный маневр метеорита за счет силы Магнуса был маловероятен.

### Оценка размера капель, сорванных с расплавленной поверхности метеорита

При полете метеорита его поверхностный слой расплавляется, и с расплавленной части начинается срыв жидкости. При этом толщина срываемого слоя, практически, не зависит от толщины расплавленного слоя и может быть найдена из соотношений:  $We = \sqrt{Re}$ , где  $We = \rho U^2 \delta / 2\sigma$ ,  $Re = \rho U \delta / \mu$ , а  $\rho$ ,  $U$  и  $\mu$  - плотность, скорость и вязкость обтекающего газа,  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения жидкости,  $\delta$  - толщина срываемого слоя [Борисов и др., 1981]. Пленка сорванной жидкости из-за сил поверхностного натяжения распадается на капли размером порядка нескольких  $\delta$ , которые при застывании образуют шарики.

Подставляя характерные значения величин:  $\sigma = 1.84$  Дж/м<sup>2</sup>,  $\mu = 2 \cdot 10^{-5}$  кг/м [Кикоин, 1976], скорость метеорита в районе эпицентра 2 км/с, плотность газа на высоте 6 км:  $\rho = 0.7$  кг/м<sup>3</sup> и учитывая сжатие газа за ударной волной  $\approx$  в 6 раз получим  $\delta \approx 0.1$  мм. Размер капель обратно пропорционален  $\rho U^3$ , и, как показывают наши расчеты, вдоль траектории изменение плотности и скорости в значительной степени компенсируются. Отсутствие явно выраженного шлейфа шариков, выпавших до эпицентра взрыва [Флоренский, 1963; Н. В. Васильев и др., 1967; Журавлев и Зигель, 1994], связано, по-видимому, с их рассеиванием с большей высоты. Подчеркнем, что само наличие шлейфа магнетитовых металлических частиц размером порядка 0.1 мм [Флоренский, 1963; Н. В. Васильев и др., 1967; Журавлев и Зигель, 1994] говорит в пользу того, что Тунгусский метеорит был металлическим и низкоскоростным.

### Модельный эксперимент по вывалу леса

(Вывал проволок: бабочка, аналоги телеграфного леса и обратного вывала. Закрутка и отклонение вывала проволок от радиальности)

Возможность получения при взрыве газового тора вывала в виде «бабочки» была проверена нами посредством модельного эксперимента. Тор имитировался незамкнутым кольцом из пяти детонирующих шнуров. Общая масса взрывчатки в шнурах составляла 25 г, масса взрывчатого вещества

в капсуле-детонаторе равнялась 1.5 г. Детонатор располагался в нижней части кольца. Разрыв в связке детонирующих шнуров составлял около 2 см. Детонация обегала кольцо по часовой стрелке. Скорость детонации приблизительно равнялась 7 км/с. Диаметр и средняя высота кольца над поверхностью составляли 15 см и 19 см соответственно. Наклон плоскости кольца к горизонтали составлял 30°. Лес имитировался вертикально стоящими медными проволочками высотой 3 см и диаметрами 2.7 мм и 0.5 мм, расположенными в шахматном порядке (30×30 ячеек) с шагом 5 см. Одна из целей эксперимента состояла в том, чтобы показать статистическую эквивалентность поля проекций на горизонтальную плоскость отклоненных взрывом проволочек и поля вывала леса при Тунгусском взрыве. Таким образом, планировалась статистическая обработка результатов эксперимента, что делало необходимым выставить

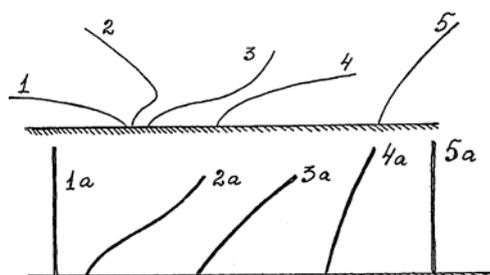


Рис. 10. Виды изгибов проволочек. Цифры без индекса относятся к тонким проволочкам, цифры с индексом – к

толстым проволочкам достаточно точно. Отличие положений их нижних концов от узлов прямоугольной и максимальное отклонение проволочек от вертикали не превышало 1 мм.

При выборе геометрических характеристик эксперимента были исхожены из того, чтобы на расстояниях от эпицентра, соответствующих границам вывала, избыточное давление в модельном эксперименте и при Тунгусской катастрофе имели один порядок величины. Для увеличения точности определения направления вывала кроны не имитировались. Диаметр тонких проволочек подбирался таким, чтобы отклонение на расстояниях, характерных границе вывала, было невелико, но достаточно для измерения. Диаметр толстых проволочек подбирался таким, чтобы можно было имитировать вывал толстых деревьев и улучшить точность измерений в прилегающей к эпицентру зоне.

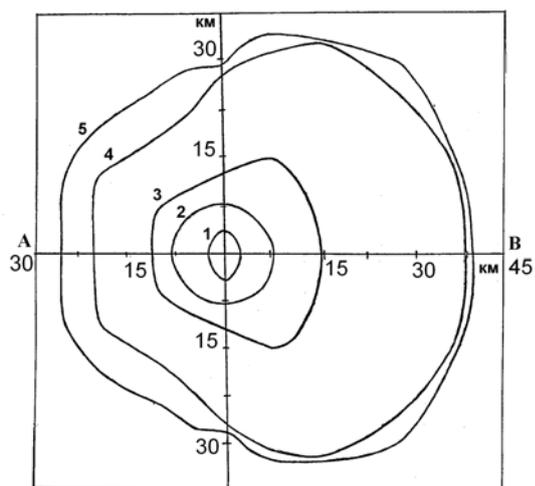


Рис. 11. Общая картина результатов эксперимента по вывалу леса. АВ – ось симметрии эксперимента. Нижняя часть кольца располагалась слева. 1 – проекция кольца на землю; 2 – граница области «телеграфного леса»; 3 – граница области обратного вывала тонких проволочек; 4 – граница вывала толстых проволочек; 5 – внешняя граница области заметной волны разрежения.

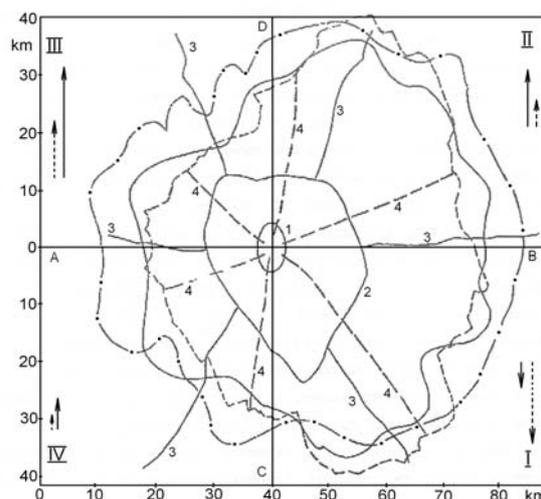


Рис. 12. Результаты статистической обработки эксперимента по вывалу леса. АВ – ось симметрии эксперимента. Нижняя часть кольца располагалась слева. 1 – проекция кольца на землю; 2 – зона «хаоса»; 3 – огибающие наклона проволочек; 4 – огибающие вывала леса [В. Г. Фаст и др., 1976].

— — — – граница вывала леса [В. Г. Фаст и др., 1976]; ——— – граница отклонения толстых проволочек от вертикали на 5 градусов; — · — – граница отклонения тонких проволочек на 60 градусов; — — — – отклонение вывала леса от радиальности [В. Г. Фаст и др., 1976], —> – отклонение проволочек от радиальности.

Фотографии результатов описываемого эксперимента приведены в нашей опубликованной ранее работе [Николаев и Фомин, 1998]. Характерные виды изгибов проволочек представлены на рис. 10 (взрыв за пределами рисунка слева). Общая картина результатов эксперимента показана на рис. 11, результаты статистической обработки эксперимента показаны на рис. 12. Геометрические размеры модельного эксперимента приведены в пересчете на масштабы Тунгусского вывала. Вблизи центральной части вывала (область внутри кривой 2 на рис. 11) толстые проволочки практически не отклонились (рис. 10, вид 1а). Это является аналогом «телеграфного» леса Тунгусского вывала. Тонкие проволочки внутри несколько превышающей область «телеграфного» леса зоны (ограничена снаружи кривой 3 на

рис. 11) имеют «обратное» (то есть направленное к центру) направление вывала (виды 1,2 на рис. 10). В более удаленных от центра зонах направление проекции тонких проволочек на землю меняется на противоположное. При этом тонкие проволочки в зоне, ограниченной кривыми 3 и 5 на рис. 11, имеют характерный загиб на конце: верхняя часть проволочек загнута в направлении центра (форма 3 на рис. 10). Аналогичную форму имеют и толстые проволочки внутри зоны «обратного» вывала (форма 2а на рис. 10). Это связано с последовательным действием на проволочки волн сжатия и разрежения, а также с воздействием отраженной от земли волны сжатия при Маховском характере отражения [Станюкович, 1971; Баженова и др., 1976]. Таким образом, область, ограниченная снаружи кривой 5 на рис. 11 является в условиях нашего эксперимента областью заметной волны разрежения. В более удаленной от центра вывала зоне (лежит вне кривой 5 на рис. 11) указанные загибы отсутствуют, причем по мере удаления к периферии вывала наклон тонких проволочек постепенно уменьшается (формы 4,5 на рис. 10). Уменьшается и величина наклона толстых проволочек (формы 3а, 4а на рис. 10), причем кривая 4 на рис. 11 служит внешней границей их вывала, снаружи которой толстые проволочки не деформированы (форма 5а на рис. 10).

Проведенный эксперимент был статистически обработан. Произведено измерение координат проекций всех проволочек на горизонтальную плоскость. При этом центр прямоугольной системы координат совмещен с проекцией центра тора, а координатные оси ориентированы в соответствии с рис. 12.

По известным декартовым координатам проекций и заданной длине легко рассчитать углы отклонения каждой сильно отклоненной, но слабо изогнутой проволочки от вертикали. Для определения угла отклонения сильно изогнутых проволочек использовалась их прикорневая часть. На рис. 12 нанесены внешние границы областей, внутри которых толстые проволочки отклонены от вертикали более чем на  $5^\circ$ , а тонкие – более чем на  $60^\circ$ . Здесь же в аналогичном масштабе и соответствующей ориентации представлена внешняя граница вывала леса при Тунгусском взрыве по данным В. Г. Фаста с соавторами [В. Г. Фаст и др., 1976]. При этом центр вывала леса совмещен с проекцией центра тора на горизонтальную плоскость. Видно, что указанные модельные границы вывала проволочек по приведенным размерам и форме близки и соответствуют приведенной по масштабу реальной границе вывала леса, по форме напоминающей «бабочку». Отметим, что даже на относительно больших расстояниях от центра (на границах «бабочки») имеются небольшие зоны завихренности (на рис. 11, 12 не показаны), дающие беспорядочный вывал.

Из условия минимума среднеквадратичного отклонения углов проекций всех проволочек от радиальности

$$\frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i^2}{n} = \min$$

были определены координаты эффективного центра вывала проволочек. Оказалось, что они практически совпадают с началом координат. Здесь и далее  $i$  – номер проволочки,  $n$  – общее число проволочек,  $\alpha_i$  – угол отклонения проекции  $i$  –ой проволочки от радиального направления относительно некоторой принимаемой за центр точки С (рис. 13, где DF – проекция  $i$  –ой проволочки на горизонтальную плоскость, D – нижний конец проволочки). В качестве положительного направления для отсчета углов было принято направление против часовой стрелки. При статистической обработке эксперимента проволочки, проекция которых направлена к центру («обратный» вывал), не учитывались. Для повышения достоверности результатов проволочки с длиной проекции менее 3.5 мм из рассмотрения исключались. Не отклоненным проволочкам приписывались проекции с радиальным направлением.

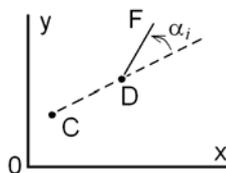


Рис. 13. Проекция проволочки на горизонтальную плоскость и угол отклонения проволочки от радиальности.

$\alpha_i$  – угол отклонения проекции  $i$  –ой проволочки от радиального направления относительно некоторой принимаемой за центр точки С; DF – проекция  $i$  –ой проволочки на горизонтальную плоскость; D и F – нижний и верхний концы проволочки.

Относительно найденного эффективного центра вывала были рассчитаны следующие статистические характеристики отклонения поля проекций проволочек от радиальности: среднеквадратичное, среднее по абсолютной величине  $\delta_{abc}$  и среднее алгебраическое  $\delta_{cp}$ :

$$\delta_{кв} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i^2}}{n}, \quad \delta_{abc} = \frac{\sum_{i=1}^n |\alpha_i|}{n}, \quad \delta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}.$$

Усреднение проводилось как по всему полю вывала, так и для каждого квадранта в отдельности, как по всем проволочкам, так и по толстым и тонким проволочкам в отдельности. Произведены вычисления для проволочек с разными углами отклонения от вертикали. Результаты статистической обработки представлены в таблице. Здесь же приведены соответствующие величины, рассчитанные нами по приведенным в работе В. Г. Фаста с соавторами [В. Г. Фаст и др., 1976] интерполяционным значениям поля средних направлений повала деревьев при Тунгусском взрыве.

Таблица. – Результаты статистической обработки модельного эксперимента и данных В. Г. Фаста с соавторами по вывалу леса [В. Г. Фаст и др., 1976]

Вид усреднения	$\delta_{кв}$	$\delta_{abc}$	$\delta_{cp}$	$\delta_I$	$\delta_{II}$	$\delta_{III}$	$\delta_{IV}$
По толстым проволочкам	15.1	10.2	- 0.3	- 1.3	5	- 10	- 1.4
По тонким проволочкам	17.0	10.2	- 2.6	- 3.0	0.8	- 2.6	- 8.4
По толстым и тонким проволочкам	16.4	10.6	- 2.0	- 2.4	2.1	- 4.1	- 6.6
По толстым и тонким проволочкам без центральных 36 проволочек	16.9	10.8	- 2.3	- 2.8	1.8	- 4.7	- 6.7
По толстым проволочкам с отклонением от вертикали $\geq 5^\circ$	17.3	11.7	- 1.1	- 2.8	4.6	- 15.2	1.9
По толстым и тонким проволочкам с отклонением от вертикали $\geq 5^\circ$ и $\geq 60^\circ$ соответственно	16.5	10.8	- 1.6	- 1.7	4.7	- 9.6	- 2.7
Расчет по данным В.Г. Фаста с соавторами [В.Г. Фаст и др., 1976]	6.1	4.7	- 2.5	- 6.6	2.1	- 4.5	- 1.4

Величина  $\delta_{cp}$ , вычисленная в квадрантах I – IV (рис. 12) обозначена как  $\delta_I - \delta_{IV}$  соответственно.

Видно, что все приведенные в таблице характеристики поля проекций проволочек имеют тот же порядок величины и те же знаки, что и аналогичные величины, соответствующие вывалу леса. Исключение составляет лишь знак  $\delta_{IV}$ , рассчитанный по толстым проволочкам с отклонением от вертикали более или равном  $5^\circ$ . Таким образом, принятое нами определение границ вывала в эксперименте по толстым и тонким проволочкам с отклонением от вертикали  $\geq 5^\circ$  и  $\geq 60^\circ$  соответственно, вполне оправданно, так как в этом случае все статистические характеристики модельного и реального вывалов близки по порядку величины и совпадают по знаку. Для наглядности, на рис. 12 величины  $\delta_I - \delta_{IV}$ , соответствующие Тунгусскому вывалу и усреднению по толстым и тонким проволочкам с отклонениями большими или равными  $5^\circ$  и  $60^\circ$  от вертикали соответственно, представлены в виде стрелочек. Длина и направления стрелочек соответствуют модулю и знаку указанных величин.

Наличие ненулевых значений  $\delta_{кв}$ ,  $\delta_{abc}$ ,  $\delta_{cp}$  и совпадение знаков у величин  $\delta_{III}$  и  $\delta_{IV}$  говорит о наличии общей «закрутки» вывала леса и проволочек и несимметрии отклонения вывала леса и проволочек от радиальности. В нашем модельном эксперименте общая закрутка потоков продуктов детонации имитировалась путем установления зазора между детонатором и одним из концов тора (детонация по кольцу шла только в одном направлении). Отметим, что общую «закрутку» вывала леса и проволочек и несимметрию отклонения вывала леса и проволочек от радиальности трудно объяснить в рамках традиционного рассмотрения Тунгусского события как точечного взрыва или разрушающегося в Атмосфере космического тела.

Семейство огибающих поля направлений вывала проволочек строилось путём интегрирования уравнения

$$\frac{dy}{dx} = \xi(x, y).$$

Значение угла  $\xi(x, y)$  в точке с прямоугольными координатами (x, y) определялось линейной интерполяцией значений в ближайших узлах сетки. Семейство огибающих, построенное по указанной методике, представлено на рис. 12. Видно, что вне области, ограниченной замкнутой кривой 2, поле течений имеет в целом радиальный характер. Внутри упомянутой центральной области вследствие большой степени хаотичности (наличие тонких проволочек с преимущественно «обратным» вывалом) огибающие не могут быть построены с достаточной достоверностью. Поэтому огибающие поля проекций проволочек внутри этой центральной области не приводятся. На этом же рисунке нанесены и огибающие поля вывала леса, рассчитанные В. Г. Фастом с соавторами [В. Г. Фаст и др., 1976]. Видно, что оба семейства в целом носят радиальный характер и соответствие между ними вполне удовлетворительное. Отметим, что построение изоклин не приводит к каким либо наглядным результатам, Они ведут себя достаточно хаотично и не отображают каких либо физических особенностей процесса. В отличие от изоклин физическим смыслом обладают огибающие – их направления соответствуют направлению газового потока.

Как следует из приведенных выше результатов, вывал проволочек в модельном эксперименте похож на реальную картину вывала леса при Тунгусском взрыве [В.Г. Фаст, 1967, В. Г. Фаст и др., 1976] не только чисто внешне (совпадение «бабочек» вывала, наличие «телеграфного» леса и «обратного» вывала), но и эквивалентен ей статистически (схожесть огибающих, наличие общей «закрутки» вывала и равенство порядков величин и знаков соответствующих отклонений от радиальности). Таким образом, данный эксперимент показывает, что основные характеристики вывала леса при Тунгусском взрыве вполне соответствуют взрыву газового тора.

Ставя описанный модельный эксперимент, мы не предполагали, что результаты могут иметь доказательную силу. Цель эксперимента (и она достигнута) – показать, что в принципе вывал леса от взрыва наклонного тора качественно не противоречит реальному, включая такие тонкости, как отклонение от радиальности в целом и по квадрантам. Как показала статистическая обработка проведенного эксперимента, по-видимому, можно было подобрать параметры тора такими, чтобы совпадение было почти полным. Однако поскольку полного моделирования реальности данный эксперимент не дает (например, отсутствие рельефа местности и градиента плотности атмосферы по высоте, непропорционально большая длина проволочек), то подобная подгонка не имеет смысла.

Следует отметить, что модельный эксперимент по вывалу леса при Тунгусском взрыве, проведенный в отличной от нашего эксперимента постановке, описан в работах И. Т. Зоткина и М. А. Цикулина [Зоткин и Цикулин, 1966 (а), (b)]. Исследование выполнено в рамках гипотезы о Тунгусском событии как результате входа в атмосферу космического тела. Баллистическая волна от тормозящегося и разрушающегося тела имитировалась взрывом детонирующего шнура с утолщением на конце, расположенным под углом к горизонтальной плоскости с вертикально стоящими проволочками. Получено некоторое сходство формы внешней границы области изгиба проволочек с границей вывала леса при Тунгусском взрыве. Однако в отличие от проведенного нами эксперимента, аналогов «телеграфного» леса, «обратного» вывала и «закрутки» вывала получено не было.

#### Модельный эксперимент по ожогу леса

Для моделирования картины ожога леса был проведен следующий эксперимент. Посредством фотодиода измерялась зависимость освещенности  $J$  горизонтальной поверхности от расстояния и направления. Источником света служил светящийся тор, изготовленный из полупрозрачного кабеля с расположенными внутри лампочками. Средняя высота над уровнем датчика и внешний диаметр тора равнялись 5 см, диаметр кабеля – 1.25 см. Угол между плоскостью тора и горизонтальной поверхностью составлял  $30^\circ$ . При измерениях чувствительная область фотоприемника располагалась либо горизонтально, либо под углом, обеспечивающим максимальный сигнал. На рис. 14 приведены измеренная кривая равной освещенности и граница ожога по расчетам В. П. Коробейникова с соавторами [Коробейников и др., 1983, 1990] (этим расчетам соответствует горизонтальная ориентация датчика). Координаты модельного эксперимента также пересчитаны на реальные. Видно, что области ожога в первом приближении представляют собой круги со смещенными центрами, что удовлетворительно соответствует реальной картине ожога при Тунгусском взрыве.

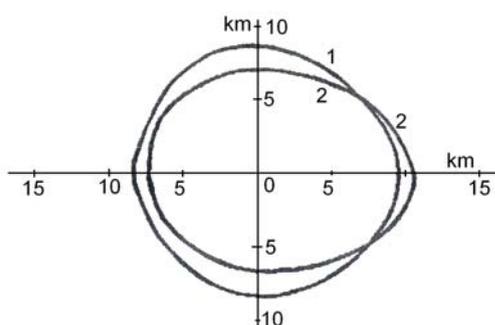


Рис. 14. Результаты модельного эксперимента по ожогу леса (кривые равной освещенности). Горизонтальная ориентация фотоприемника,  $J/J_{\max} = 0.3$ . Нижняя часть кольца располагалась слева. 1 – эксперимент, 2 – расчет [Коробейников и др., 1983, 1990]

#### Оценка параметров серебристых облаков, связанных с Тунгусским событием

Продуктами полного сгорания метана являются углекислый газ и водяной пар, причем, как следует из уравнения реакции, масса водяного пара  $M$  составит  $2.25M_0$  (где  $M_0$  – масса сгоревшего метана) или 450 кт. Если это количество водяного пара сублимируется в мезопаузе в кристаллы льда размером  $d$  порядка 1 мкм, то число таких кристаллов  $N$  будет равно:  $N = 6M/\pi\rho_{\text{л}}d^3$ , где  $\rho_{\text{л}}$  – плотность льда, а их суммарная площадь поверхности равна:  $S_{\Sigma} = N\pi d^2/4$ . Если эти кристаллы равномерно распределить над поверхностью Земли, то средняя отражающая способность серебристых облаков, образованных такими кристаллами составит отношение половины  $S_{\Sigma}$  к площади поверхности Земли:  $\eta =$

$0.5S_{\Sigma} / 4\pi R_3^2 \approx 0.7 \cdot 10^{-3}$  (здесь  $R_3$  – радиус Земли). Величина  $\eta$  характеризует долю отраженного солнечного света, то есть яркость серебристых облаков при сделанных предположениях составит  $0.7 \cdot 10^{-3}$  яркости Солнца, что более чем на два с половиной порядка превышает яркость Луны [Кикоин, 1976]. Подобная яркость серебристых облаков имеет место при их обычном образовании, вызванном горением водорода в термосфере. Образующийся при этом пар, диффундируя вниз, на высоте мезопаузы при флуктуационных уменьшениях температуры сублимируется, образуя серебристые облака с отражающей способностью  $\eta = 4 \cdot 10^{-3}$ . Такой механизм образования серебристых облаков предложен и обоснован нами ранее [Николаев и Фомин, 1997]. Наличие широкого спектра размеров указанных кристаллов уменьшает яркость серебристых облаков в видимом спектральном диапазоне, а повышенная концентрация водяного пара вдоль траектории ветров приводит к увеличению их яркости. Следовательно, наличие серебристых облаков над Евроазиатским материком вполне может объясняться сгоранием метана, выброшенного во время Тунгусской катастрофы. Отметим важную роль собственно взрыва метана. Только благодаря ему, продукты сгорания метана могли достигнуть мезосферы.

### Основные результаты и выводы

В настоящей статье и в наших предыдущих работах [Николаев и Фомин, 1998 (b) – (d); Nikolaev and Fomin, 2000] выполнены следующие исследования:

- предложена общая картина Тунгусского события;
- проведен модельный эксперимент по вывалу леса и сделана соответствующая статистическая обработка;
- выполнен модельный эксперимент по ожогу леса;
- объяснено отсутствие значительного количества метеоритного вещества в области эпицентра, сделана оценка размера микрокапель, сорванных с расплавленной поверхности метеорита;
- рассчитаны «подходящие» траекторий метеорита, оценены его максимальный и минимальный размеры;
- сделана оценка места падения метеорита;
- оценена возможная скорости вращения метеорита и связанное с ней изменение его траектории;
- проведен анализ газогидратной природы выброса метана, указана область, откуда произошел выброс метана и «камней Джона»;
- дано объяснение световым, акустическим и атмосферным явлениям (серебристые облака, озонный слой, магнитная буря), связанным с Тунгусским событием.

Полученные результаты позволяют идентифицировать Тунгусскую катастрофу как взрыв метано-воздушного облака, инициированного небольшим медленно летящим метеоритом. Такое рассмотрение не противоречит известному фактическому материалу и объясняет все особенности явления.

Отметим в заключение, что остается открытым вопрос о вероятности встречи метеорита с метано-воздушным облаком. Такая вероятность может быть оценена как произведение вероятностей двух независимых событий: выброса метана и пролета в нескольких километрах от поверхности земли метеорита, имеющего достаточный для инициирования детонации размер. Такая оценка, по-видимому, может быть проведена, хотя и с весьма низкой точностью. Например, нет исчерпывающих данных по количеству мощных выбросов метана в год в обширных, но малонаселенных районах Сибири, Северного Ледовитого океана и Канады. С другой стороны, следует иметь в виду, что рассматриваемые события могут быть и **не** независимыми! Выброс метана мог быть спровоцирован ударной волной от летящего метеорита, которая в грунте распространялась быстрее, чем в воздухе. Скорость сейсмических волн в районе Тунгусского феномена достигает 8.5 км/с [Ольховатов, 1998], что может быть существенно выше скорости полета метеорита уже за сотни километров от эпицентра (кривая 1 на рис. 7b). В этом случае вероятность встречи метеорита с облаком многократно возрастает по сравнению с оценкой, базирующейся на предположении о независимости двух рассматриваемых событий.

### Литература

- Анфиногенов, Д. Ф.** Проблема Тунгусского метеорита в свете так называемых Марсианских метеоритов [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева // 90 лет Тунгусской проблемы : тез. докл. Юбилейной междунар. научн. конф. – Красноярск: СибЦентр, 2001 (а).
- Анфиногенов, Д. Ф.** Камень-загадка в эпицентральной зоне Тунгусской катастрофы [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998 (b). – № 9. – С. 35-43.
- Баженова, Г. В.** Нестационарные взаимодействия ударных и детонационных волн в газах [Текст] / Г. В. Баженова, Л. Г. Гвоздева и др. – М.: Наука, 1976. – 208 с.
- Васильев, А. А.** Модель ячейки многофронтной газовой детонации [Текст] / А. А. Васильев, Ю. А. Николаев // Физика горения и взрыва. – 1976. – Т. 12, № 5. – С. 744-754.
- Васильев, А. А.** Детонация газовых струй [Текст] / А. А. Васильев, Д. В. Зак // Физика горения и взрыва. – 1986. – Т. 22, № 4. – С. 82-88.
- Васильев, А. А.** Детонационные волны в газах [Текст] / А. А. Васильев, В. В. Митрофанов, М. Е. Топчий // Физика горения и взрыва. – 1987. – Т. 23, № 5. – С. 109-131.
- Васильев, Н. В.** Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев и др. // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 5-20.

- Васильев, Н. В.** Показания очевидцев Тунгусского падения [Текст] / Н. В. Васильев, А. Ф. Ковалевский и др. – Томск, 1981. – 305 с. – Деп. в ВИНИТИ 24.11.81, № 5350-81.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Войцеховский, Б. В.** Структура фронта детонации в газах [Текст] / Б. В. Войцеховский, В. В. Митрофанов, М. Е. Топчян. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1963. – 168с.
- Гинзбург, Г. В.** [Текст] / Г. В. Гинзбург, Р. А. Гусейнов, А. А. Дадашев и др. // Известия АН СССР. Сер. геол. – 7 (1992) 5 (цитируется по [Родионова, 1998])
- Григорян, С. С.** О математическом моделировании динамики дробления и торможения метеорита в атмосфере планеты [Текст] / С.С. Григорян // ДАН СССР. – 1996. – Т. 350, № 2. – С. 198-200.
- Действие ядерного оружия** [Текст] – М.: Военное изд-во Минобороны, 1963. – 684с.
- Емельянов, Ю. М.** О загадочной «Сибирской тьме» 18 сентября 1938 года [Текст] / Ю. М. Емельянов // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 210-217.
- Емельянов, Ю. М.** О распространении «Сибирской тьмы» [Текст] / Ю. М. Емельянов // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 168-169.
- Журавлев, В. К.** Тунгусское диво [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 465с.
- Зигель, Ф. Ю.** К вопросу о природе Тунгусского тела [Текст] / Ф. Ю. Зигель // Метеоритные и метеорные исследования: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 151 – 161.
- Зоненшайн, Л. П.** [Текст] / Л. П. Зоненшайн, И. О. Мурдмаа, Б. В. Баранов // Океанология. – XXVII, 5 (1987) 795 (цитируется по [Родионова, 1998]).
- Зоткин, И. Т.** Моделирование взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / И. Т. Зоткин, М. А Цикулин // ДАН СССР. – 1966(a). – Т. 167, № 1. – С. 59-62.
- Зоткин, И. Т.** Моделирование Тунгусского взрыва [Текст] / И. Т. Зоткин, М. А Цикулин // Природа. – 1966(b). – № 6. – С. 81-89.
- Иванов, А. Г.** Фрагментация малого небесного тела при его взаимодействии с атмосферой планеты [Текст] / А. Г. Иванов, В. А. Рьжанский // ДАН СССР. – 1997. – Т. 353, № 3. – С. 334 – 337.
- Истомин, В. А.** Газовые гидраты в природных условиях [Текст] / В. А. Истомин, В. С. Якушев. – М.: Недра, 1992.
- Кандыба, Ю. Л.** Экспедиция на Патомский кратер [Текст] / Ю. Л. Кандыба, Ю. Ф. Болесто и др. // Проблема Тунгусского метеорита. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 218-220.
- Коненкин, В. Г.** Сообщения очевидцев о Тунгусском метеорите 1908 года [Текст] / В. Г. Коненкин // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 31-35.
- Коробейников, В. П.** Об эффектах излучения в условиях неоднородной атмосферы при Тунгусском явлении [Текст] / В. П. Коробейников, Б. В. Путятин и др. // Метеоритные и метеорные исследования: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 5 - 24.
- Коробейников, В. П.** Тунгусский феномен: газодинамическое моделирование [Текст] / В. П. Коробейников, П. И. Чушкин и др. // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 59-79.
- Кузнецов, Ф. А.** Газовые гидраты – неисчерпаемый источник углеводородного сырья [Текст] / Ф. А. Кузнецов, Ю. А. Дядин, Т. В. Родионова // Российский химический журнал. – 1997. – Т. XLI, № 6. – С. 28 – 34.
- Кузнецов, Ф. А.** Газовые гидраты Сибири [Текст] / Ф. А. Кузнецов, А. Э. Конторович // Интеграционные программы фундаментальных исследований: сб. ст. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – С. 222-230. – ISBN 5-7692-0150-9.
- Львов, Ю. А.** Лучистый ожог деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Ю. А. Львов, Н. В. Васильев // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита :сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 53-57.
- Максимов, А. М.** Оценки возможности выброса газа при разложении газовых гидратов в пласте [Текст] / А. М. Максимов, В. С. Якушев, Е. М. Чувилин // ДАН СССР. – 1997. – Т. 352, № 4. – С. 532-534.
- Нигматулин, Р. И.** Автомодельная задача о разложении газогидратов в пористой среде при депрессии и нагреве [Текст] / Р. И. Нигматулин, В. Ш. Шагапов, В. Р. Сыртланов // Прикладная механика и техническая физика. – 1998. – Т. 39, № 3. – С. 111-118.
- Нигматулин, Р. И.** «Тепловой удар» в пористой среде, насыщенной газогидратом [Текст] / Р. И. Нигматулин, В. Ш. Шагапов, Л. А. Насырова ДАН СССР. – 1999. – Т. 366, № 3. – С. 337-340.
- Николаев, Ю. А.** Расчет равновесных течений в детонационных волнах в газах [Текст] / Ю. А. Николаев, М. Е. Топчян // Физика горения и взрыва. – 1977. – Т. 13, № 3. – С. 393-404.
- Николаев, Ю. А.** О природе серебристых облаков и озонного слоя Земли [Текст] / Ю. А. Николаев, П. А. Фомин // Физика горения и взрыва. – 1997. – Т. 33, № 4. – С. 3-13.
- Николаев, Ю. А.** Гипотеза о природе Тунгусского метеорита [Текст] / Ю. А. Николаев // Физика горения и взрыва. – 1998 (а). – Т. 34, № 1. – С. 120-122.

- Николаев, Ю. А.** Анализ гипотезы об инициировании Тунгусским метеоритом взрыва метано-воздушного облака [Текст] / Ю. А. Николаев, П. А. Фомин // Юбилейная международная научная конференция «90 лет Тунгусской проблемы»: тез. докл. – Красноярск: Изд-во СибЦентр, 2001. – С. 39.
- Николаев, Ю. А.** Анализ гипотезы об инициировании Тунгусским метеоритом взрыва метано-воздушного облака [Текст] / Ю. А. Николаев, П. А. Фомин // Юбилейная международная научная конференция «90 лет Тунгусской проблемы»: тез. докл. – Красноярск: Изд-во СибЦентр, 2001. – С. 172-186.
- Николаев, Ю. А.** Тунгусская катастрофа как взрыв метано-воздушного облака, инициированного небольшим, медленно летящим металлическим метеоритом [Текст] / Ю. А. Николаев, П. А. Фомин // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998 (d). – № 9 – С. 8-18.
- Николаев Ю. А.** Газовая детонация, и ее применение в технике и технологиях [Текст]: обзор / Ю. А. Николаев, А. А. Васильев, В. Ю. Ульяницкий // Физика горения и взрыва. – 2003. – Т. 39, № 4. – С. 22-54.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г.Ф. Плеханов. – М.: Наука, 1965. – 111с.
- О механизме смесеобразования за ударной волной, скользящей по поверхности жидкости** [Текст] / А. А. Борисов, Б. Е. Гельфанд, С. М. Шерпанев, Е. И. Тимофеев // Физика горения и взрыва. – 1981. – Т. 17, № 5. – С. 86-93.
- Обручев, С. В.** Загадочный кратер на Патомском нагорье [Текст] / С. В. Обручев // Природа. – 1951, № 2.
- Ольховатов, А. Ю.** Что мы знаем о Тунгусском событии? [Текст] / А. Ю. Ольховатов // Наука в России. – 1998 (a), № 3. – С. 46 – 49.
- Ольховатов, А. Ю.** Геофизическая (тектоническая) интерпретация Тунгусского события 1908 г. [Текст] / А. Ю. Ольховатов // Юбилейная международная научная конференция «90 лет Тунгусской проблемы»: тез. докл. – Красноярск: Изд-во СибЦентр, 2001. (b).
- Родионова, Т. В.** Газовые гидраты в экосистеме Земли. [Текст] / Т. В. Родионова, Д. В. Солдатов, Ю. А. Дядин // Химия в интересах устойчивого развития. – 1998, № 6. – С. 51-74.
- Сапронов, Н. Л.** Некоторые черты геологического строения Куликовского палеовулкана нижнетрастового возраста [Текст] / Н. Л. Сапронов, В. М. Соболенко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 13-19.
- Сапронов, Н. Л.** Древние вулканические структуры на юге Тунгусской синеклизы [Текст] / Н. Л. Сапронов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 104 с.
- Сапронов, Н. Л.** Палеовулканические реконструкции мезозоя Сибирской платформы (на примере Южно - Тунгусской вулканической области) [Текст] / Н. Л. Сапронов, В. М. Соболенко и др. // Палеовулканологические реконструкции палеозоя Сибири: сб. ст. – Новосибирск, 1988. – С. 12-24.
- Седунов, Ю. С.** Атмосфера. Справочник (справочные данные, модели) [Текст] : [справ.]. / Ю. С. Седунов и др.; отв. ред. Ю. С. Седунов. –Л.: Гидрометеиздат, 1991.
- Справочник по геофизике** [Текст] : [справ.]. – М.: Наука, 1965. – 572 с.
- Станюкович, К. П.** Неустановившиеся движения сплошной среды [Текст] / К. П. Станюкович. – М.: Наука, 1971. – 856 с.
- Суслов, И. М.** Опрос очевидцев Тунгусской катастрофы в 1926 г. [Текст] / И. М. Суслов // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 21-30.
- Таблицы физических величин** [Текст] : [справ.]. – М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.
- Тимофеев, Д.** А был ли метеорит? [Текст] / Д. Тимофеев // Комсомольская правда. – 1984. – 8 нояб.
- Тимофеев, Д.** Еще одна версия тунгусского чуда [Текст] / Д. Тимофеев // Химия и жизнь. – 1988. – № 3. – С. 65-66.
- Тунгусский угольный бассейн** [Текст] // Большая советская энциклопедия. – 1977. – Т. 26. – С. 897-898.
- Фаст, В. Г.** Статистический анализ параметров Тунгусского вывала [Текст] / В. Г. Фаст // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 40-61.
- Фаст, В. Г.** О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фаст, А. П. Баранник, С. А. Разин // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 39-52.
- Флоренский, К. П.** Предварительные результаты Тунгусской метеоритной комплексной экспедиции 1961 г. [Текст] / К. П. Флоренский // Метеоритика: сб. ст. – М., 1963. – Вып. 23. – С. 3-29.
- Хргиан, А. Х.** Физика атмосферы [Текст] / А. Х. Хргиан. – М.: изд-во Моск. ун-та, 1986. – 328 с.
- Эттингер И.** Две катастрофы – одна гипотеза [Текст] / И. Эттингер, В. Боярский // Наука и жизнь. – 1988. – № 2. – С. 94-95.
- Englezos P.,** Ind. Eng. Chem. Res., 32, 7 (1993) 1251(цитируется по [Родионова, 1998]).
- Kvenvolden K. A.** Ann. New York Acad. Sci., 715 (1994) 232(цитируется по [Родионова, 1998]).
- Nikolaev Yu. A., Fomin P. A.** The Tunguska catastrophe as an explosion of methane-air cloud, initiated by a little slowly flying meteorite. Geophysical Research Abstracts (European Geophysical Society. 25<sup>th</sup> General Assembly, 2000, April 25-29), Vol. 2 (NP11), CD-ROM, ISSN: 1029-7006.
- Nistor I.** Lumea (The World) journal. Bucharest, Romania. 16 February, 1989a

**Nistor I.** Lumea 89 (The World 89) almanac. Bucharest, Romania. 15 May, 1989b.

**Nistor I.** Tunguska - The «gas pouch» hypothesis. International Workshop Tunguska 96. Program. Abstracts. Participants. Bologna (Italy), July 14-17, 1996.

**Rogers R., Yevi G.** Proc. 2<sup>nd</sup> Intern. Conf. on Natural Gas Hydrates, Toulouse, 1996, p. 477 (цитируется по [Родионова, 1998]).

**The Bermuda question answered?** Canadian Chemical News, 1990, May, 5 (цитируется по [Родионова, 1998]).

**Sloan E.D.,** Ann. New York Acad. Sci., 715 (1994) 1 (цитируется по [Родионова, 1998]).

Б. Р. ГЕРМАН (Фрайбург)

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТУНГУССКОГО ФЕНОМЕНА

Известно, что любой географический пункт на Земле испытывает 4 гравитационных приливных экстремума в сутки: 2 прилива и 2 отлива, возникающих из-за воздействия Луны и Солнца (при этом Луна доминирует). Для Луны существует эллиптический полусуточный терм  $N_2$ , единственный, зависящий от дистанции Луна-Земля (фактически, отражающий движение Луны от перигея к апогею). Лунная полусуточная вариация в сизигии (ново- и полнолуния) максимальна [Melchior, 1978]. Невзирая на то, что 30 июня 1908 г. Луна была близка к апогею, т.е. к максимальному удалению от Земли, физические процессы в системе Земля-Луна могли носить взрывной характер. Статистика показывает, что в лунные апогеи, как и в перигеи, происходит максимальное количество землетрясений [Bagby, 1973]. Это обусловлено «перетягиванием» лунного «каната» между Землей и Солнцем.

Когда Луна пребывает вблизи<sup>1</sup> верхней и нижней кульминаций над земными пунктами в них наблюдаются гравитационные приливы. А когда те же пункты проходят за счёт вращения Земли через точки, равноудаленные от приливных (Луна – в западном и в восточном вертикале), в них наблюдаются гравитационные отливы (рис.1). В результате любой пункт на планете проходит в сутки через два прилива и два отлива (средний интервал между которыми равен  $\approx 6$  час. 12 мин.).

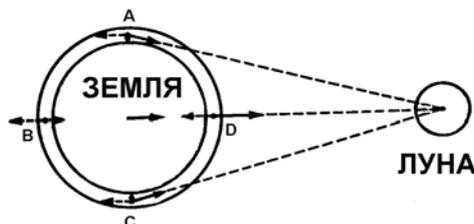


Рис. 1. Гравитационные приливы – в точках В и D, отливы – в точках А и С. Для Куликовской кальдеры время взрыва соответствует точке С (для 30 июня 1908 г. – утренняя Луна в восточном вертикале).

Для численного моделирования поведения полусуточного приливного терма  $N_2$  в день Тунгусского взрыва 30 июня 1908 г. мною использовались компьютерные программы «Звездный калькулятор» [Завалишин, 2002] и «Виртуальный Атлас Луны» [Legrand, 2004], с помощью которых строилась поточечная временная зависимость расстояния между земными пунктами и Луной [Герман, 2007, табл. 3]. Моделирование показало, что для Куликовского эпицентра прохождение Луной точки востока, т.е. лунный гравитационный отлив, приходится на местное время 7 ч. 10 мин. (рис. 2), а, значит, совпадает со временем утреннего взрыва в Сибири, приписываемого Тунгусскому метеориту! Тем самым, полученный результат, на мой взгляд, однозначно доказывает тектоническую природу Тунгусского феномена 1908 г.

Время гравитационного отлива при пребывании Луны вблизи точки востока, равное 7 час. 10 мин., хорошо согласуется с рассчитанным академиком В. Фесенковым временем Тунгусского взрыва, равным 7 час. 7,4 мин. в эпицентре по «часам» сусловской воронки (при привязке к приходу сейсма в Иркутск) [Фесенков, 1958].

Перевод местного времени, равного 7 час. 10 мин. в Куликовской кальдере, в мировое дает 0 ч. 22 мин. УТ (из расчёта смещения от Гринвича по 4 мин. на каждый градус долготы, как это делали в России, не имея поясного времени в 1908 г.). Если принять среднее время между гравитационными приливом и отливом равным 6 час. 12 мин., то погрешность относительно общепризнанного на сегодня времени взрыва – 0 ч. 14,5 мин. УТ – будет равна всего 2 %. А, если ориентироваться на время взрыва, определенное томскими исследователями ранее, то погрешность вообще стремится к нулю. Напомню, что «сопоставление времен прихода волн с востока и запада в Потсдам дало уни-

<sup>1</sup> Вблизи кульминаций, т.к. фазовая задержка способна приводить к смещению приливов и отливов относительно кульминаций - т.н. прикладной час, зависящий от рельефа местности.

циацию возмущения в 0 ч. 23,5 мин. UT» [Плеханов, 2000]. В свою очередь, Ковалевский получил 0 ч. 20,5 мин. UT. Согласие, практически, абсолютное.

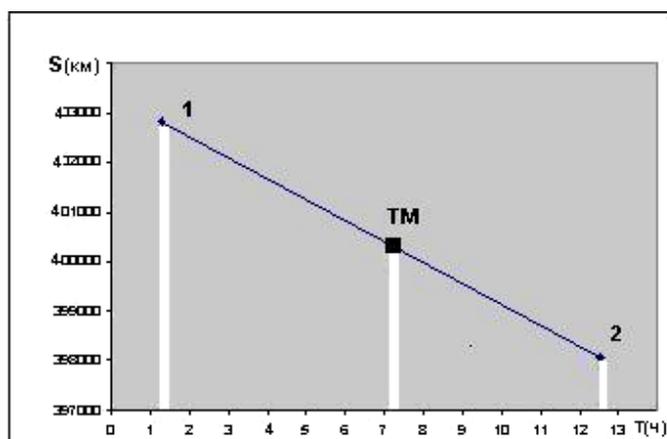


Рис.2. По оси X – местное время, по оси Y – дистанция Земля-Луна; 1 и 2 – точки, соответствующие нижнему и верхнему гравитационным приливам. Гравитационный лунный отлив в Куликовской кальдере в 7 ч. 10 мин. приходится точно на время, приписываемое взрыву Тунгусского метеорита.

Следовательно, любая экзотика (комета, астероид, опыты Н. Теслы и т.д.) исключена, поскольку действовал более весомый, пусть и прозаический, фактор. Максимальные деформации сжатия наблюдаются, когда Солнце и Луна на горизонте (утренние землетрясения); когда они в зените, происходят максимальные воздействия разрежения (дневные землетрясения) [Burton, 1986]. Соответственно, тектонические разломы при их пересечении волнами напряжений могут быть более чувствительны к одному из этих двух типов нагрузок. Как показано выше, время Тунгусского взрыва пришлось на гравитационный отлив, что соответствует доминированию напряжений сжатия, характерных утренним землетрясениям, что и повлекло за собой последующий грандиозный каскад феномена 1908 г.

Как показало моделирование, продолжительность прохождения гравитационного отлива через Сибирскую платформу равнялась приблизительно 1,5 часа [Герман, 2007, табл. 3], соответствуя общей длительности регистрации сейсмических волн Иркутской обсерваторией 30 июня 1908 г. Следовательно, под воздействием солнечно-лунной гравитации [German, 2007] первичные возмущения затронули обширный регион Сибирской платформы, а выброс пород из различных мест в направлении на главный эпицентр землетрясения мог вызвать иллюзию падения метеоритного роя [Ольховатов, 1997]. При этом самый мощный взрыв назревал [Герман, 2007, с. 154] и произошел [Kundt, 2001] в Куликовской кальдере. Вероятно, очевидцы слышали взрывы «бронтид» [Ольховатов, 1997], сопровождаемых пирокластикой. Не исключено и прохождение через Сибирь т.н. масконного фронта, родившегося в зоне солнечного затмения 28 июня 1908 г. [German, 2007, s. 30]. Параметры этого маскона в точности соответствуют всем характеристикам (массе, высоте взрыва и др.), признанным на сегодня в качестве основных для описания Тунгусского «болида»!

Л. Кулик после первых экспедиций в эпицентр записал в дневнике, что окончность Юж. Болота напоминает цепь холмов: «... здесь почва выглядела так, как будто бы она когда-то была волнообразной. Она напоминает пенящиеся волны реки». Можно уточнить – приливные гравитационные волны.

Полученное доказательство тектонической природы усиливается также рассмотрением данных поведения поляризационных точек Араго и Бабине 1907-1908 гг., элементных аномалий и свечений, связанных с Тунгусским феноменом.

Уже в мае и сентябре 1907 г. сумерки имели глянцевоый вид, а на заигравшем красками небе выделялся пурпурный свет [Bush, 1908]. Ф. Буш в Арнсберге дважды, 27 сентября и 20 октября 1907 г., отмечал одновременность аномально прозрачного воздуха и глубоко синего неба в присутствии колец Бишопа, которых не было всю первую половину года [Bush, 1908; Jensen, 1909]. Эти характеристики станут атрибутами и оптических аномалий лета 1908 г. [Archenhold, 1908]. Однако комета Энке и ее потенциальные осколки в 1907 г., как и все прочие кометоиды и астероиды, на которые уповают ревнители их гипотез, были от Земли еще так далеко!

Эффект инверсии скоростей, когда скорость движения точки Араго увеличилась по сравнению со скоростью роста точки Бабине, появился до 10 мая 1907 г. Именно в начале мая 1907 г. А. Стенцель отметил вращающиеся ротационные магнитные структуры на Солнце [Stenzel, 1907], имевшие, по его мнению, 50-летний период. Повышение нейтральных точек с мая 1907 г. продолжалось до конца июня 1908 г., а после взрыва на Тунгуске – в июле 1908 г. – было зафиксировано максимальное относительное увеличение поляризации за весь период 1905-1910 гг. [Bush, 1908]. Отсюда налицо их генетическая связь!

Ещё в марте 1908 г. проф. Кребс в своём докладе предсказал усиление сумеречного свечения неба ближайшим летом [Krebs, 1910]. Его прогноз полностью оправдался. «Ясновидцем» В. Кребс стал, основываясь на наблюдениях летних сумерек предыдущего 1907 г. Это пророчество было опубликовано 1 июня 1908 г. в журнале «Weltall», о чем сам проф. Кребс не преминул напомнить позднее, после удививших Европу «тунгусских» свечений.

На мой взгляд [Герман, 2007, с. 168, фиг. 16], измерения полярископом высот нейтральных точек над горизонтом Ф. Бушем в Арнсберге [Jensen, 1937, s. 91] показали, что их ход уже 29 июня 1908 г. имел особенности. Так, при Солнце над горизонтом для точки Араго это выразилось в уменьшении расстояний относительно среднегодовых первой половины 1908 г. и, наоборот, в превышении среднего хода при погружении Солнца под горизонт. Я считаю, что, в целом, ход кривой точки Араго 29 июня уже соответствовал ходу средней кривой не первой, а второй половины 1908 г. (рис. 3), и это – одно из главных свидетельств того, что поляризационные нарушения начались еще до взрыва на Тунгуске.

Существенной «деталью» поведения точки Араго 29 июня следует признать смещение «классического» минимума в область положительных высот Солнца  $+0,5^\circ$  [Васильев и др., 1965, фиг. 13], тогда как обычно он наблюдается при угловой высоте Солнца под горизонтом от  $-0,5^\circ$  до  $-1,5^\circ$ . Ничего подобного ни разу не наблюдалось за все 34 года проведенных Ф. Бушем измерений для точки Араго [Jensen, 1937]. 1 июля после взрыва на Тунгуске тот же минимум поляризации оказался смещен точно также, как и 29 июня, то есть оказался в области дневного Солнца при его угловой высоте над горизонтом, равной  $+0,5^\circ$ . С учетом идентичности положения этого минимума как 29 июня, так и 1 июля (рис.3), его смещение никак не связано с последствиями Тунгусского взрыва.

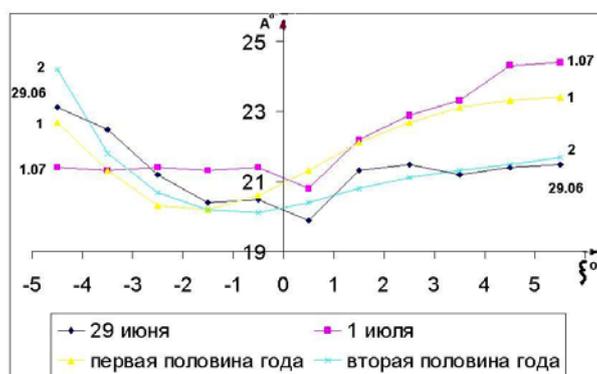


Рис 3. Изменение поведения точки Араго 29 июня и 1 июля 1908 г. в сравнении со средним её ходом в первой и второй половине года.

Дрейф этого «обязательного» минимума весьма информативен. Он говорит о том, что эффект нарушения поляризации уже шел 29 июня, продолжался 1 июля и происходил только при угловых высотах Солнца  $\pm 1,5^\circ$ , затрагивающих самые нижние атмосферные слои. Однако 1 июля в ходе точки Араго исчез характерный подъем, присутствовавший еще 29 июня. Вместо повышения наблюдается плато, осциллирующее на графике (как и само небо после взрыва). Эта аномалия возникла при угловых погружениях Солнца под горизонт от  $-1,5^\circ$  до  $-7,5^\circ$  [Bush, 1908; Jensen, 1937], что соответствует освещению высоких, вплоть до Е- и F-слоев ионосферы.

Тем самым, только после взрыва на Тунгуске нарушение поляризации «добралось» до высот в 50-100 км. А значит, с 29 июня по 1 июля поляризационный эффект «распространялся» от нижних слоев атмосферы к верхним, а не наоборот, как следовало ожидать, в случае кометарного вещества. Нарушения в самых нижних слоях атмосферы из космоса обязательно затронули бы и верхние её слои, а объяснить аномалии в зоревом секторе проникновением через т.н. гравитационные долины исключительно крупного космического аэрозоля [Бронштэн, 2000, с. 90] невозможно [Герман, 2007, с. 86].

Ситуация инверсии скоростей, начавшаяся с весны 1907 г., не изменилась 1 июля 1908 г. и, вероятно, повторилась позднее, в 1919 г. Фактически, 11-летний цикл между 1908 г. и 1919 г. позволяет связывать эффект как с солнечной деятельностью, так и с геомагнитным полем. К случайным кометам и астероидам подобное относиться не может. Наклон геомагнитного диполя к межпланетному магнитному полю определяет точку летнего солнцестояния. Собственно, 22 июня и было отмечено усиление оптических аномалий в Европе, связываемое с Тунгусским феноменом.

Сегодня абсолютно все сторонники кометарно-астероидной гипотезы Тунгусского феномена относят свечения над Евразией к серебристым облакам. А отсутствие серебристых облаков после встречи с хвостом кометы Галлея 19-20 мая 1910 г. пытаются связать с неблагоприятным периодом их образования в мае [Цынбал, 1986]. Но факты наблюдений серебристых облаков в Северном полушарии уже в мае известны хорошо [Герман, 2007, с. 25].

Директор Обсерватории в Берлине Ф. Архенхольд отрицал наличие серебристых облаков 30 июня 1908 г.: «Я много лет наблюдал серебристые облака, но такое странное явление встречено мною впер-

вые» [Archenhold, 1908]. В. Бокгауз, настаивая на униформности свечений 30 июня 1908 г., отмечал отсутствие наблюдений сплошных полей серебристых облаков когда бы то ни было [Backhouse, 1908]. Также критиковал идею доминирования серебристых облаков в оптических аномалиях 1908 г. московский астроном В. Бронштэн, указывавший, что общей яркости, определенной для тунгусских свечений в  $10^{-6}$ – $10^{-7}$  стильб, они никогда не достигали [Бронштэн, 2000, с. 85].

Добавлю, что о характерных высотах серебристых облаков, порядка  $80 \div 85$  км, сообщений 30 июня – 2 июля 1908 г. не поступало. Так, Ф. Буш определил высоту оранжевых облаков в Арнсберге, равной 52 км, а В. Бокхауз [Backhouse, 1908], категорически возражая против связи аномалий с серебристыми облаками, указывал, что светящиеся слои находились на высоте в 92 км. Наконец, 30 июня 1908 г. было отмечено 12 пунктов (Лондон, Прага, Гамбург, Хиршберг, Уиндермир, Сев. Ирландия, Бордо, Хемпстед, Херсонская губ., Краков, Тирасполь и Миасс), где сильные свечения наблюдались, но серебристых облаков совершенно точно не было [Зоткин, 1961, с. 48].

Доминантной компонентой ИК-свечения ночного неба (до 85 %) является эмиссия возбужденных уровней гидроксильных ОН-радикалов. Именно излучения гидроксила, имеющие максимумы на высотах 86-105 км, отвечают высотам свечений  $\sim 92$  км, указанным Бокхаузом. Свечение ОН-радикалов настолько мощное, что, проявляясь в видимой части спектра, должно достигать яркости сильного Полярного сияния, и «ночь не наступала бы вообще» [Зверева, 1988]. Их люминесценция экстремальна не только в ИК-диапазоне, но и на длине волны  $\lambda=340$  нм УФ-спектра. Приводились также фотографии видимых эмиссий ОН-структур [Peterson, 1979]. Вариации интенсивности ОН-свечений наблюдались как короткопериодические – от минут до часа – в нижних слоях атмосферы, так и долгопериодические – в её верхних слоях. ОН-эмиссии описываются теорией Хайнеса-Тарасика, идея которой состоит в продуцировании химическими и др. механизмами свечений с периодами, сравнимыми с периодом гравитационных волн. Причина состоит в пересечении гравитационными волнами слоёв водорода и озона, что формирует структуры из радикалов ОН как динамические треки атмосферы [Tuani, 1979]. ОН-свечения имеют, скорее, тропосферное происхождение и распространяются от озоновых высот, порядка 40 км, до высот в 110 км. Их вариации относительно появления серебристых облаков достигают 1,5-3 час. [Gerrard, 2004]. В апреле 1991 г. люминесценция ОН-комплексов в атмосфере над вулканом Мауна-Кеа (Гавайи) наблюдалась, например, с периодом 5-15 мин. и держалась на ночном небе около 3 час. [Ramsay, 1992]. Модели связывают этот эффект с транзи-тами Луны, когда фиксируются максимальные амплитуды долгопериодических гравитационных волн.

Тунгусский феномен произошел вблизи летнего солнцестояния, а усиление уже наблюдававшихся оптических аномалий в Европе началось 21-22 июня и завершились, практически, 3 июля 1908 г. В афелии – 4 июля – Земля находится на самом большом удалении от Солнца. Изменение момента инерции Земли обязано вариациям дистанции Солнце-Земля и солнечной деклинации, т.к. изменяется наклон к эклиптике. В летнее солнцестояние северный конец земной оси наклонен в направлении Солнца. Солнечные пятна также слегка растут по амплитуде с мая по июль, чего нет в другие времена года. С этим может быть связана общая тенденция пика выделения сейсмознергии вблизи солнцестояний, независимо от широты и полусферы на Земле [Sabbata, 1977], что свидетельствует о вариациях гравитации в течение года и приливных механизмах, приводящих, вероятно, к смещению земного ядра. Луна явно не откликается на солнечные циклы, но могут варьировать атмосферные лунные приливы, амплитуда которых, например, в Гамбурге и Потсдаме [Charman, 1937] увеличивается в районе летнего солнцестояния.

Приливной эффект воздействия Солнца на Луну работает против земной гравитации и приводит к вековому ускорению орбитальной скорости Луны, называемому акселерацией средней долготы Луны. Аномальное поведение Луны, отражающееся на землетрясениях, связывается с установленным изменением её долготы в начале XX века (рис. 4). Х. Кимура [Kimura, 1908] сообщал, что амплитуда вертикальной z-компоненты чандлеровских осцилляций, связанных с движением Полуса, особенно росла в 1907-1908 гг., возможно, включая и 1909 г.

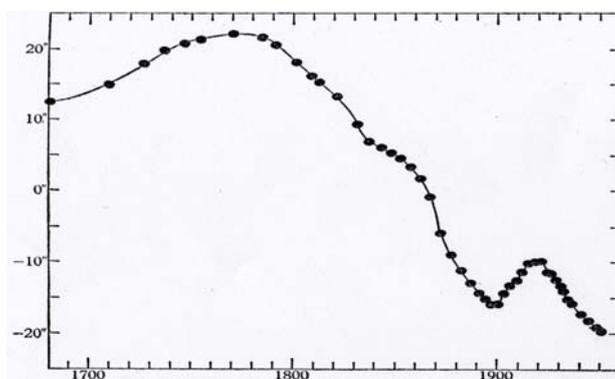


Рис.4. Вековая (секулярная) зависимость долготы Луны (в угловых секундах) с острыми экстремумами в начале XX века [Munk, MacDonald, 1960].

Летом 1908 г. во время Тунгусского феномена Луна «побывала» сразу в трех затмениях: 14 июня (лунное), 28 июня (солнечное) и 13 июля (лунное) 1908 г. Согласно Стенцелю, такие светлые ночи в Европе, как и 30 июня, наблюдались ежедневно до 12 июля включительно (т.е. до дня лунного затмения), а затем были еще 19, 21 и 22 июля 1908 г. А сам Тунгусский феномен назревал, по его мнению, с 22 июня 1908 г. [Stenzel, 1909]. Поскольку на 22 июня, как и на 21 июля, приходится третья квадратура Луны, то, я думаю, это указывает на строгую связь оптических аномалий в Европе с лунными возмущениями.

До сих пор считалось, что основную роль в геомагнитных индексах Кр играют межпланетное магнитное поле и кондиции земной магнитосферы, а влияние Луны незначительно. Однако известно, что летние лунные векторные диаграммы оказались максимальными для т.н. бета-групп годов относительно низкого числа солнечных пятен. Возможно, большие значения лунной горизонтальной составляющей  $L(H)$  в эти годы связаны с ростом магнитной активности Луны [Sigiura, 1960].

Итак, Тунгусский феномен «назревал» в соответствии с лунными фазами и произошел вблизи новолуния, когда влияние Луны на геомагнитное поле максимально. Свечения во время Тунгусского феномена ночью смещались над Евразией с запада на восток, как будто следовали за Солнцем, а днем светящиеся облака «бежали» в обратном направлении, с востока на запад. Вместе с тем, в отличие от укоренившегося мнения, я допускаю их перемещение не только в связи с освещением Солнцем, но и в связи с движением Луны, создающей атмосферный прилив.

В Керчи, как и по всему черноморскому побережью, 30 июня 1908 г. иллюминация северного неба длилась с 23 ч. до 4 ч. с максимумом в районе 2 ч. [Царицынский вестник, 1908], что совпадает с продолжительностью лунной ( $6 \pm 1$  час.) приливной гармоник. В голландском Гарлеме в 19 час. появились двигавшиеся с юго-востока на северо-запад образования, не являющиеся, согласно сообщению де Вира [Whipple, 1930, p. 303], истинными облаками. Картина оставляла впечатление осциллирующего, подобно волнам, неба.

Структуры  $OH^-$ -радикалов проявляют много сходства с серебристыми облаками, поле которых, также, вероятно, имело аномальное распространение во время Тунгусского феномена. Но, в отличие от серебристых облаков, люминесценция лунно-приливных  $OH^-$ -радикалов способна распространяться от горизонта до горизонта [Peterson, 1983], что и отвечало основным свечениям 30 июня-2 июля 1908 г.

По теории динамо, Луна больше воздействует на мантию Земли, Солнце – на ее ядро, а разность скоростей вращения мантии и ядра отвечает за земное магнитное поле. Поэтому сложившийся в новолуние аномальный гравитационный прилив мог привести к колебанию земного магнитного диполя. Разделение на солнечную и лунную составляющие современной науке пока недоступно, т.к. они складываются нелинейно и зависят от множества параметров. Но лунная часть в приливах доминирует.

Дополнительным аргументом в пользу изложенного решения служат элементные аномалии, выявленные в пробах, относящихся к 1908 г. в районе эпицентра Тунгусского взрыва и во льдах Гренландии. Превышение в них, в первую очередь, золота, сурьмы и мышьяка [Longo, 1994; Rasmussen, 1995], а также связь золотоносных месторождений с полями тектитов, протокимберлитов и марганцевых конкреций [German, 2007] свидетельствует о тектонической активности и отвечает вековым пульсациям переходного  $D''$ -слоя земного ядра и мантии. Данный вывод позволяет решить [Герман, 2007, с. 223] столетнюю проблему происхождения тектитов на Земле, приуроченных к магнитным реверсам геополя, что подробно рассматривается автором в его предыдущей работе [Герман, 2007].

Нельзя объяснить магнитные инверсии ударами метеоритов из-за слабой сейсмической проводимости внешнего ядра, что зачеркивает передачу ему энергии ударной волны импакта. К тому же, за последние 80 млн. лет реверсы участились, а серьезных импактов не было. Начиная с момента начала измерений магнитного поля Земли в 1670 г., наблюдается его постепенное исчезновение, А значит, моментальный импактный катастрофизм здесь ни при чем. Отсюда и существование тектитов на Земле, соответствующее магнитным реверсам, нельзя связывать с импактами комет или астероидов. Лучше всего с реверсами коррелируют выбросы флюидных мантийных базальтов, а Тунгусский феномен 1908 г., напомним, произошел в районе самого мощного траппового базальтового вулканизма в истории Земли, случившегося 248 млн. лет назад. Поэтому совпадение элементных аномалий по сурьме, мышьяку и цинку (следующих сразу после аномалии по золоту [Rasmussen, 1995]) как в далеком прошлом [Liu, 1992], так и после Тунгусского взрыва указывает на глубинное вещество Земли как на источник.

Линия нулевых склонений делит земную поверхность на области с западным и восточным склонением, но в Восточной Сибири она демонстрирует аномалию, внутри которой склонение – западное, вместо ожидаемого восточного. В 1901-1909 гг. положительный сдвиг магнитной деклинации проходил по Иркутской области ( $\Delta\delta = +12'$ ), в отличие от отрицательного изменения по разные стороны от нее: в Павловске ( $\Delta\delta = -40'$ ), Екатеринбурге ( $\Delta\delta = -36'$ ), Петропавловске ( $\Delta\delta = -28'$ ), Томске ( $\Delta\delta = -21'$ ) и Красноярске ( $\Delta\delta = -7'$ ). Было установлено, что начиная с 1875 г. шёл процесс уменьшения интенсивности и горизонтальной составляющей геополя [Smirnov, 1910, с. 846], а «пальма первенства» в нём в 1904,5-1909,5 гг. принадлежала снова Сибири: максимальная скорость падения наблюдалась в Красноярске (41 нТл/год) – самом восточном пункте «тунгусских» свечений. Отмеченные эффекты, безусловно, коррелируют с 1908 г., когда и произошла перестройка земных недр.

Резюмируя, можно утверждать, что Тунгусский феномен 1908 г. является результатом биений древнего Евразийского кратона вокруг мантийного плюма горячей точки Тунгусского палеовулкана, а не столкновением Земли с космическим объектом. Причиной его послужило [German, 2007] аномальное поведение Луны и Солнца в начале XX века.

### Литература

- Бронштэн, В.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.
- Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита** [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев, Р. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевский, Г.Ф. Плеханов. – М.: Наука, 1965. – 111с.
- Герман, Б.** Тесла, НЛО и Тунгусский метеорит [Текст] / Б. Герман. – Марбург-Пресс, 2007. – 250 с. –ISBN 9783000191374
- Завалишин, А.** Компьютерная программа „StarCalc“ [Электронный ресурс] : версия 5.72 / А. Завалишин. –Воронеж, 2002.
- Зверева, С.** В мире солнечного света [Текст] / С. Зверева. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 160 с.
- Зоткин, И.** Об аномальных оптических явлениях в атмосфере, связанных с ТМ [Текст] / И. Зоткин // Метеоритика: сб. ст. – М., 1961. – Вып. 20. – С. 40-53.
- Ольховатов, А.** Миф о Тунгусском метеорите [Текст] / А. Ольховатов. – М. : Экология непознанного, 1997.
- Плеханов, Г. П.** Размышления о природе Тунгусского метеорита [Текст] / Г. П. Плеханов. – Томск : ТГУ, 2000.
- Фесенков, В. Г.** О воздушной волне, произведенной падением Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фесенков // Метеоритика: сб. ст. – М., 1958. – Вып.17. – С. 3.
- Царицынский вестник** [Текст]. – 1908, 21 июня. – № 2882.
- Цынбал, М. Н.** Газо-воздушная модель взрыва ТК [Текст] / М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 98.
- Archenhold F.** Über die außergewöhnliche mitternächtliche Lichterscheinung am 30.Juni, Das Weltall, 1908, 8 J., H. 19, s. 290.
- Backhouse T.** The «Sky colored clouds» or Twilight Glows, Nature, 1908, 78, N.2025, 367.
- Bagby J.** Further evidence of tidal influence on earthquake incidence, The Moon, 1973, p.398.
- Burton P.** Is there coherence between Earth's tides and earthquakes?, Nature, 1986, 321, p.115.
- Bush F.** Eine neue Störung der atmosphärischen Polarisation, Meteorolog. Zeitschrift, 1908, Bd. 25, H. 9, s. 412.
- Chapman S.** Tides un the atmosphere, The Observatory, 1937, N.757, p.154.
- German B.** Die Lösung des Tunguska-1908 Problems, ISBN 9783000227394, Freiburg, 2007, s. 47.
- Gerrard A. et al.** Gravity waves and mc, Greenl., J. Geoph. Res., 2004, v.109, D10.
- Jensen C.** Die gegenwärtigen Probleme und Aufgaben, welche mit dem Studium der atmosphärischen Polarisation verknüpft sind, Astronomische Nachrichten, 1909, B.179, N.4283, s.165-176, fig.2.
- Jensen C.** Die Verfolgung der neutralen Punkte der atmosphärischen Polarisation in Arnsberg, Meteorologische Zeitschrift, 1937, 54, s.91, Tab.1.
- Kimura H.** New Study of the polar motion and z for the interval 1890-1908.5, Astr. Nach., 1908, N.4344, s. 390-402.
- Kundt W.** The 1908 Tunguska Catastrophe: an alternative explanation, Current Science, 2001, 81, 399.
- Legrand C., Chevalley P.** Computer's programm “Virtual Moon Atlas”, 07.11.2004, version 2.1.
- Liu Y., Schmitt R.** Absense of Zn, As, and Sb enrichments in 11 worldwide K/T boundary clays, 1992, LPSC, XXIII, p.787.
- Longo G. et al.** Search for microremnants of the Tunguska cosmic body, Planet.Space Sci., 1994, 42, 2, p.163.
- Melchior P.** The tides of the Planet Earth, Pergamon Press, Oxford, 1978, 609 p.
- Munk W., MacDonald G.** The rotation of the Earth, Cambridge, 1960.
- Peterson A.** Airglow events visible to the naked eye, Appl. Optics, 1979, 18, 3390.
- Peterson A., Adams G.** OH airglow phenomena during the 5-6 July 1982 total lunar eclipse, Appl. Optics, 1983, 22, 2682.
- Ramsay S. et al.** Non-thermal emission in the atmosphere above Mauna Kea, Not. Astr. Soc., 259, 1992, p.751.
- Rasmussen K. et al.** No iridium anomaly after the 1908 Tunguska impact: Evidence from a Greenland ice core, Meteoritics, 1995, 30, 634-638.
- Sabbata V., Rizzati P.** Appl. Journal, 1977, 177, 775.
- Sigiura M., Chapmen S.** The average morphology of geomagnetic storm, Göttingen, Mathe, 1960, Heft 4, s.30.
- Smirnov D.** Die magnetischen Elemente auf der Linie von Warschau bis Vladivostok nach den Beobachtungen von 1901,1904,1909, Изв.Императ.АН, С.-Петербург, 1910, с. 841-846.
- Stenzel A.** Beobachtung spiraliger und rotierender Sonnenflecke, Das Weltall, 1907, 8 Jahrg., H. 2, s. 21-23.
- Stenzel A.,** Die Dämmerungsanomalien im Sommer 1908, Meteor. Zeit., 1909, 25, 437-446
- Tuan T. et al.** On gravitaion wave Inducted Brunt-Vaisala oscillations, J. Geophys. Res., 1979, 84, A2, p. 393.

**Whipple F.** The Great Siberian Meteor and the waves, seismic and aerial, which it produced. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc., 1930, 56, N. 236, p. 303.

*Летом 2007 г. на русском языке вышла научная монография Германа Б. Р. (Фрайбург) «Тесла, НЛО и Тунгусский метеорит» (250 стр., 26 графиков, ISBN 978-300-019137-4). Краткий перевод книги был опубликован в 2007 г. на немецком языке (ISBN 978-300-022739-4). В книгах освещены основные гипотезы происхождения Тунгусского феномена: кометарно-астероидная, плазмодная, тектоническая и др. Подробно на научном уровне разбираются физика опытов Н. Теслы и полетов НЛО, возможности вулканических инъекций с Луны и Марса, вопросы тёмной материи и чёрных дыр. В монографиях приводятся неизвестные ранее архивные данные, касающиеся Тунгусского феномена, даны решения по оптическим аномалиям, поляризации, сейсмо- и магнитограмме в Иркутске, пожару и взрыву на Тунгуске, происхождению тектитов и т.д. Желающие приобрести книги могут связаться с автором по электронной почте: [tunguska1908@narod.ru](mailto:tunguska1908@narod.ru)  
Электронный вариант книги можно найти на сайте по адресу <http://tunguska1908.narod.ru>*

А. Ю. ОЛЬХОВАТОВ (Москва)

### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МИНИ-ТУНГУСКИ

Когда речь заходит об исследованиях Тунгусского феномена (ТФ), то одним из постоянно возникающих вопросов является поиск его аналогов. Сторонники метеоритной интерпретации ТФ обычно ссылаются на известные случаи падения метеоритов, однако такие явления весьма мало напоминают ТФ даже в части одних только показаний очевидцев.

Действительно, находившиеся недалеко от эпицентра ТФ эвенки (да и не только они) сообщали, что сейсмические явления предшествовали визуальным (световым)! Эти показания отвергают метеоритную интерпретацию, поэтому ее сторонникам приходится, в свою очередь, отвергать эти показания. Однако сама метеоритная интерпретация построена исключительно на показаниях очевидцев!

Вместе с тем, существуют малоизученные природные явления, которые хорошо согласуются с показаниями очевидцев. Так, автор уже на протяжении ряда лет собирает информацию о явлениях, внешне похожих на метеорные или болидные, но обусловленные не прохождением космического тела атмосферы, а геофизическими факторами. Для их наименования временно используется термин «геофизические метеоры» [Ol'khovатов, 2000]. Для того чтобы читатель лучше понял, о чем идет речь, приведем несколько примеров.

Один из наиболее примечательных случаев перепутывания болидных явлений с геофизическими произошел в Англии в 1974 году. Так как этот случай весьма поучительный, то рассмотрим его подробней. Вечером 23 января ощущались колебания земли с эпицентром на горе Артур Тэйбл (север центрального Уэльса). Сейсмостанции в Шотландии записали это событие, и было сказано, что оно было необычно большой магнитуды. Одновременно с сотрясениями земли на расстояниях в десятки миль от эпицентра был слышен звук взрыва. Как до, так и после этого события в окрестностях горы Артур Тэйбл и по всей стране наблюдались странные огненные шары.

В целом, было предположено, что гигантский метеорит упал на гору Артур Тэйбл. Сейсмограммы свидетельствовали о том, что это должен был быть самый крупный метеорит из когда-либо падавших в Великобритании. На гору была послана команда полицейских, выяснить, не было ли пострадавших. Такое событие, несомненно, должно было бы оставить огромный шрам на горе, но последующее детальное научное исследование не обнаружило ни малейших следов падения метеорита. Это событие тихо исчезло из программ новостей, так как стало очевидным, что эксперты не могут его объяснить.

Долгое время данное событие считалось каким-то полузабытым малопонятным курьезом. Однако в октябрьском номере журнала “Astronomy & Geophysics” за 2006 год появилась статья известного английского сейсмолога Роджера Муссона, озаглавленная «Загадочное землетрясение Бала 1974 года». В подзаголовке значилось: «Роджер Муссон возвращается к небольшому, но интересному землетрясению, которое породило предположения и метеоритах, НЛО и авиакатастрофах – ни одно из которых не оказалось верным».

Вот как Муссон описывает это событие, которое до недавнего времени значилось в некоторых метеоритных каталогах как «возможное падение».

В 8.45 вечера многие жители Северного Уэльса и Чешира звонили в полицию, чтобы сообщить о загадочных звуках взрыва и грохота. Местный штаб полиции скоро оказался перегружен звонками. Полицейские связались с Военно-воздушными Силами и центром управления воздушного движения, после чего стали действовать как в случае авиакатастрофы. В течение часа примерно с десятком полицейских начали проводить поисковые работы в горах Бервин, где видели какие-то огни. Вскоре к ним присоединилось специальное подразделение Военно-воздушных Сил, предназначенное для

спасательных операций в условиях гористой местности, и неназванная «группа экспертов». Ничего так и не было найдено. Однако стало ясно, что это не была авиакатастрофа.

На следующий день было объявлено, что полиция получила сообщение о том, что «оказалось метеоритом», падавшем «в огне» и взорвавшемся на горе Кадер Фронвен, что в 2 км от деревни Лэндрилло. Более того, полиция на острове Мэн получила сообщения о «метеорите» летевшем в сторону Северного Уэльса. Береговая Охрана подтвердила эту информацию, добавив, что он светился зеленым. Впрочем, береговая охрана и в других местах, включая такие отдаленные, как графство Камберленд, получила сообщения о «зеленых сигнальных ракетах».

Газеты писали о противоречиях в разгадке этого явления. С одной стороны, предполагалось, что это был метеорит, так как ничто другое, по мнению приверженцев этой точки зрения, не могло объяснить наблюдавшиеся свечения. С другой стороны, сейсмостанции зарегистрировали это событие с магнитудой 4, по предварительной оценке, а из этого следовало, что это должно было быть падение огромного метеорита, последствия которого было бы трудно не заметить.

Возможность находки метеорита привлекла внимание самой разнообразной аудитории, от профессиональных геологов и студентов английских университетов до просто любителей. Они обыскали все окрестности (с привлечением даже вертолета и небольшого самолетика), но никаких метеоритов так и не нашли.

Британские же сейсмологи продолжали свою негромкую работу: обрабатывали инструментальные данные, а также послали на место событий группу из 4-х человек для сбора сведений о проявлении землетрясения.

Максимальная интенсивность землетрясения достигала примерно 5 баллов. Сообщения об ущербе ограничивались треснувшими стеклами, в одном месте обвалился потолок. Магнитуда землетрясения составляла 3,5 - 4. Глубина гипоцентра составляла 7-15 км.

Далее Муссон рассматривает гипотезу, что землетрясение было произведено падением метеорита и отвергает ее. Он пишет, что имеет смысл предположить, что наблюдавшиеся свечения являются огнями землетрясения, хотя, на всякий случай, и оговаривается, что и возможность чисто случайного совпадения с «метеорами» исключить нельзя.

А вот случай, не связанный со сколько-нибудь значительным землетрясением. Вечером 14 января 1993 г. жители польского города Кракова и его окрестностей наблюдали пролет яркого огненного шара. Сразу же после этого около небольшой деревеньки Жержмановице (Jerzmanowice) в 20 км от Кракова раздался сильный взрыв. Оказалось, что значительная часть находившейся там известняковой скалы была уничтожена и разбросана на расстояниях до 200 метров и более. От разбитой скалы в земле шли зигзагообразные разветвляющиеся борозды.

Расположенная недалеко геофизическая обсерватория зафиксировала электромагнитные и сейсмические возмущения. Помимо этого, в деревенских домах была расплавлена электропроводка. В собранном материале на месте события не обнаружено ни следов падения метеорита, ни термических изменений.

Как сообщил автору известный чешский астроном Зденек Цеплеха, последующие исследования выявили, что событие было связано не с одним, а с 2-мя или даже с 3-мя «болидами», следовавшими друг за другом с интервалом примерно в 1 минуту по близким траекториям. Так первая траектория началась на высоте 2 км и закончилась на высоте 0,5 км. Средняя скорость движения «болидов» составила несколько км/с.

Вышеизложенные факты, практически, невозможно объяснить падением метеорита, поэтому, первоначальное предположение о падении метеорита стало быстро сдавать свои позиции и значительная часть авторов статей об этом событии, опубликованных в издании геофизического комитета Польской академии наук придерживается мнения, что это было атмосферное электрическое явление типа шаровой молнии. В пользу этого, по мнению ряда польских авторов, говорит и тот факт, что в этой области в то время проходил холодный атмосферный фронт. Некоторые из польских авторов указывают, что событие может быть сопоставлено на микроуровне с Тунгусским взрывом. В данном вопросе автор этих строк может только солидаризоваться с польскими исследователями.

Аналогичные обстоятельства имели место и в отношении следующего явления, когда сами исследователи, среди которых был чешский астроном Зденек Цеплеха, пришли к выводу о его земной природе.

Ранним утром 18 января 1994 г. очень яркий светящийся объект пролетел по небу над городком Сантьяго-де-Компостела в Испании, и в конце полета, вроде бы, «клюнул» вниз [Docobo et al, 1998]. Как обычно в таких случаях, первоначально было предположено падение метеорита. Однако дальнейшие исследования опровергли это предположение. Так, из анализа свидетельств очевидцев следовало, что траектория полета не соответствовала метеоритной, а скорость движения была значительно меньше метеоритной. Рядом с концом проекции траектории на склоне холма было найдено необычное кратероподобное образование, которое, как выяснилось в дальнейшем, судя по всему, образовалось в тот же день. Размер «кратера» 29×13 м и глубина 1,5 м.

На примере следующего события хорошо видно, почему геофизические метеоры так медленно проникают в науку. Произошло оно перед заходом солнца 18 апреля 2001 года в Иордании. Около сотни жителей деревни, расположенной в 54 км к северу от Аммана, наблюдали полет яркого огненного

объекта темно-желтого цвета. Объект летел с запада на восток, и затем разделился на 2 части, которые упали на соседний холм в полутора километрах от очевидцев. В тот момент, когда обе части объекта коснулись земли, из земли на высоту около 5 метров поднялось пламя первоначально зеленоватого цвета. Примечательно, что из Аммана огненный шар наблюдал шеф бюро агентства Ассошиэйтед Пресс, он же любитель астрономии. На следующее утро руководитель деревни посетил место падения и увидел в местах падения двух частей огненного тела два соответствующих пятна.

Шесть дней спустя это место посетили члены иорданского астрономического общества. В обоих местах падения «кусков» было обнаружено большое количество пепла и обожженных камней.

Одно из находившихся там деревьев было разломано надвое, половина другого была обожжена. Привлек к себе внимание и камень, у которого была обожжена только половина. Поиски метеоритов ни к чему не привели. Поэтому исследователи собрали камни и пепел и послали их в лабораторию известного специалиста по космическому веществу К. Перрона из Музея Естественной Истории в Париже. Вскоре Перрон сообщил, что пробы содержат продукты горения и не содержат космического вещества.

Если вышеописываемые события автор этих строк наблюдал как бы со стороны, то в случае о котором пойдет речь ниже, мне удалось принять самое непосредственное участие в его исследовании, хотя и «удаленно» – через интернет. Произошло оно в небольшом иранском городке Баболь недалеко от южного побережья Каспийского моря утром 2 января 2004 года. В сообщении информационного агентства Рейтер со ссылкой на государственное радио Ирана говорилось, что на севере Ирана произошло падение метеорита, причинившее незначительный ущерб и, согласно первым сообщениям, без жертв. Падение вызвало панику на улицах городка Баболь.

4 января агентство IranMania распространило сообщение, что «комета упала на дом в северном Иране». В сообщении говорилось, что падение кометы распространило волну страха по всему округу. Женщина, на дом которой упала комета, сообщила, что она проснулась утром и неожиданно увидела необычное свечение, которое двигалось по направлению к дому, затем раздался звук мощного взрыва, и когда она пришла в себя, то обнаружила, что дом полностью разрушен. Кроме того, пострадали также соседние дома.

Внесем небольшое уточнение - дом, на который «упала комета» хоть и был сильно поврежден, но все-таки устоял, поэтому автор этой статьи не может назвать его разрушенным. По крайней мере, стены и крыша, несмотря на трещины, устояли.

Примерно в это же время я получил электронную почту от научного журналиста из Тегерана, и заодно любителя астрономии, господина Пурия Наземи. Он сообщил некоторые подробности, и это стало началом нашего совместного научного расследования. Присланное Пурием описание явления выглядело следующим образом.

Примерно в 5.30 утра мощный удар сотряс дом, в котором находилось (спало) 9 человек. Одна женщина из этой группы в это время уже бодрствовала. По ее словам она видела очень яркое белое свечение как вне, так и внутри дома, слышала все усиливающийся звук, а затем раздался сильный удар. Остальные обитатели дома, как и многие их соседи, проснулись в панике, посчитав, что произошло сильнейшее землетрясение. Люди ощутили этот удар в радиусе примерно 1 км, а стекла были выбиты в больших количествах на удалении до нескольких сотен метров. Проведившееся после событий исследование дома выявило следы действия как бы небольшого неизвестного источника или источников сильного нагрева, но все газовые и электрические сети были в полном порядке (находившийся в доме небольшой транзисторный радиоприемник также не пострадал). Приставленная к дому телеантенна не имела никаких видимых повреждений. Возгорания также не было. Несколько очевидцев видели, как с неба на дом упал большой огненный шар. По мнению местных экспертов, исследовавших поврежденный дом, источник разрушений находится как бы в самом доме. Однако, на взрыв газа повреждения также не походили.

Мною было предложено Пурии составить детальную картину «что видели» очевидцы. Я задавал ему конкретные вопросы, а он, если не мог ответить сам, узнавал у своих коллег, проживавших в Баболе. Кстати, некоторые из них также участвовали в осмотре дома по просьбе местных органов власти. Особый акцент делался на уточнение и проверку длительности временных интервалов, сообщаемых очевидцами. В конце концов, постепенно сложилась следующая картина.

Очевидцы, которые находились в доме, сообщили следующее. 2-го января 2004 года молодая женщина встала перед 5 часами утра местного времени (1.30 UTC), потому что ее ребенок плакал, и она собиралась его покормить. По истечении небольшого промежутка времени она увидела, что комната вдруг оказалась освещена, но не могла определить, где находится источник света. По ее предположению, он был снаружи дома. У нее сложилось впечатление, что источник света как бы приближался к земле и ее дому, так как в ее комнате становилось все светлее и светлее (нельзя также полностью исключить возможность того, что освещение комнаты, по крайней мере, частично, было обусловлено свечением воздуха внутри комнаты, но этот вопрос остается открытым).

Спустя 2-4 секунды после того, как она увидела свечение, земля начала сотрясаться. Примерно еще через 2-3 секунды сотрясения резко усилились, и раздался взрыв, который и повредил дом. Другие люди, которые спали в доме, проснулись во время взрыва. Когда отец и его старший сын поняли после пробуждения, что земля продолжает сотрясаться, они сказали остальным членам семьи, чтобы те

покинули дом. Примерно через 4-5 секунд старший сын, опередив других членов семьи, выбежал во двор, чтобы отключить газ. Остальные выбежали во двор спустя несколько секунд после него. Выскочив во двор, они увидели очень яркий красный светящийся шар диаметром примерно 2 метра, который находился на высоте в паре метров над землей. Очевидцам он казался маленьким вулканом, из которого вылетало и падало множество ярких маленьких частиц. На своих лицах они ощутили нечто вроде тепла. Старший сын, который оказался во дворе первым, почувствовал это особенно сильно – это ощущение преследовало его еще, как минимум, несколько дней, напоминая солнечный ожог.

Когда очевидцы выбежали во двор, сотрясения земли все еще продолжались. По их словам, сотрясения сопровождались низким звуком и их продолжительность, в общем, составила секунд 10. Никаких необычных запахов не ощущалось. В конце концов сотрясения земли прекратились и огненный шар исчез.

Несмотря на раннее время, к счастью, нашлось 2 очевидца, которые видели с некоторого расстояния падение огненного шара по направлению к описываемому дому. Один из них сообщил следующее. Его дом находится примерно в 500 метрах от описываемого. Он спал, когда жена разбудила его криками: «Землетрясение!». Затем они услышали громкий звук взрыва и почувствовали, что сотрясения земли после взрыва усилились. Спустя 3-6 секунд после взрыва он выбежал на балкон своего дома и увидел яркое светящееся образование, которое с большой скоростью вертикально падало примерно на место расположения (как ему было видно) вышеописанного дома. Продолжительность той стадии падения светящегося образования, которую застал очевидец, составляла 1-2 секунды. Падение сопровождалось непрерывным монотонным громким звуком примерно постоянной силы. Видимого следа за светящимся образованием не было.

По результатам этого исследования иранским журналом «Nojūm» («Астрономия») был выпущен пресс-релиз, который широко освещался в иранских СМИ, включая телевидение.

Что касается связи геофизических метеоров с геофизическими условиями, то пока проглядывает их связь с тектоническими и метеорологическими явлениями. В качестве наиболее яркого случая проявления тектонического фактора можно привести огни землетрясений, которые иногда имеют вид геофизических метеоров. Что касается метеорологического фактора, то наиболее яркий случай – высокоскоростная шаровая молния.

Проведенный автором еще в 2000 году анализ 7 наиболее высокоэнергетических случаев геофизических метеоров показал, что они имеют тенденцию происходить во время вариации облачности, причем как в пространстве, так и во времени (<http://olkhov.narod.ru/gr1997.htm>). Это намекает на направление поиска возможных физических механизмов этих явлений.

К сожалению, вплоть до настоящего времени, наука практически не занимается изучением геофизических метеоров. Уж больно они малопонятны и непредсказуемы. Хочется надеяться, что прогресс в нашем познании шаровой молнии изменит эту ситуацию в лучшую сторону.

Более подробную информацию о рассматриваемых явлениях можно найти на веб-сайте автора <http://olkhov.narod.ru>.

## Литература

**Ol'khovtov A.Yu.** Geophysical meteors // International Conference Record for the IEEE International Conference on Plasma Science, June 4-7, 2000, New Orleans, USA, p. 242 (2000).

**Docobo J.A., Spalding R.E., Cepelcha Z., Diaz-Fierros F., Tamazian V., Onda Y.** Investigation of a bright flying object over Northwest Spain, 1994 January 18 // Meteoritics & Planetary Science, vol. 33, no. 1, p. 57-64 (1998).

В. В. РУБЦОВ (Харьков)

## ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ И ПРОБЛЕМА ПАЛЕОВИЗИТА<sup>1</sup>

### 1. Введение

Палеовизит – термин далеко не общепринятый (в литературе он используется раз в десять реже, чем близкий ему «палеоконтакт» – тоже, впрочем, не каждому читателю понятный), поэтому хотелось бы с самого начала пояснить его смысл. Проблема палеовизита – это *проблема древних посещений нашей планеты пришельцами из космоса*. В бывшем Советском Союзе вопрос о палеовизитах стал предметом активных дискуссий в конце пятидесятых – начале шестидесятых годов прошлого века. Толчком к этому обсуждению послужила «гипотеза Агреста» – выдвинутое руководителем математической группы Сухумского физико-технического института<sup>2</sup> и глубоким знатоком библейских преданий М. М. Агрестом предположение о том,

<sup>1</sup> По техническим причинам эта статья дается в сборнике с отступлением от принятого нами принципа ссылок на литературу (*примеч. редакции*).

<sup>2</sup> СФТИ – один из крупнейших советских научных центров по разработке и совершенствованию ядерного оружия.

что несколько тысяч лет назад обитатели Ближнего Востока стали свидетелями посещения нашей планеты космонавтами, прилетевшими из иной планетной системы. В подтверждение своей идеи Агрест приводил тексты из Библии и указывал на ряд возможных материальных свидетельств такого визита (тектиты, некоторые циклопические постройки, изображения «сущест в скафандрах» и т.д.) Он также предлагал программу исследований, направленную на проверку его гипотезы. К этой мысли Агрест пришел летом 1959 года и вскоре выступил с докладом на научном семинаре СФТИ, участники которого – физики-ядерщики, математики, инженеры – оценили гипотезу о «космонавтах древности» самым высоким образом.

Конец пятидесятих годов прошлого века – время поразительных достижений в науке и технике, прежде всего в СССР и США. Только что был запущен первый в мире советский искусственный спутник Земли, и началась «космическая гонка»: каждая из двух сверхдержав старалась с помощью космических успехов продемонстрировать преимущества своей социально-экономической системы. Руководство США поставило перед страной большую национальную цель: посадить на Луне людей «раньше, чем это сделают русские». Потратив значительные средства и создав мощную ракетно-космическую систему «Сатурн-Аполлон», американцы своей цели, как известно, добились. Но это произошло только спустя десять лет. А 1959 год был годом триумфов советской космонавтики. В самом начале года (2 января) автоматическая межпланетная станция (АМС), впоследствии получившая наименование «Луна-1», стала первым космическим аппаратом, достигшим второй космической скорости и вышедшим за пределы поля земного тяготения. В сентябре станция «Луна-2» впервые в мире достигла поверхности другого космического тела – Луны. Наконец, в октябре того же года станция «Луна-3» сфотографировала обратную сторону естественного спутника Земли и передала фотографии на Землю. Сегодня, с полувекowego расстояния, эти достижения выглядят еще значительнее. Запуск первых спутников – безусловно, эпохальное событие; но *реальное проникновение в дальний космос* началось именно с полетов этих трех лунных АМС.

Случайное ли это совпадение или нечто большее, но именно в 1959 году зародились также три главных направления поиска внеземных цивилизаций (ВЦ), которым суждено было в последующие десятилетия беречь души и профессиональных ученых, и любителей науки, и просто мыслящих людей. В апреле стартовал проект «Озма» – американский радиоастроном Фрэнк Дрейк без шума и рекламы начал поиск радиосигналов от внеземных цивилизаций на волне излучения нейтрального межзвездного водорода – 21 см. (Эту длину волны Дрейк и поддержавший его директор обсерватории Отто Струве выбрали, по сути дела, случайно, боясь насмешек со стороны консервативной части научного сообщества и стараясь «замаскировать» главную цель программы<sup>3</sup>.) В мае выдающийся советский радиоастроном И. С. Шкловский выдвинул гипотезу о возможной искусственности спутника Марса – Фобоса и тем самым заложил основу для дальнейших научных поисков древних артефактов ВЦ в Солнечной системе<sup>4</sup>. В июне – М. М. Агрест разработал свою гипотезу о «космонавтах древности»<sup>5</sup>. Также в июне американский физик Джузеппе Коккони, еще не зная о работе Дрейка, послал письмо директору британской радиоастрономической обсерватории Джодрелл Бэнк с предложением организовать поиск радиосигналов ВЦ на самом большом в то время радиотелескопе. Месяцем позже в беседе Коккони с Филипом Моррисоном длина волны 21 см была теоретически обоснована, а статья Коккони и Моррисона, опубликованная в сентябре в журнале *Nature*<sup>6</sup>, легла в основу формировавшейся сети научных публикаций по проблеме ВЦ<sup>7</sup>. По плотности нетривиальных идей космического масштаба на единицу времени 1959 год, таким образом, явно выделяется – даже на фоне XX века, на такие идеи довольно щедро.

Опасения Дрейка и Струве сегодня кажутся чрезмерными, но тогда у них были свои, и достаточно весомые, основания. К тому времени уже в течение 12 лет воображение американцев и западных европейцев будоражили газетные истории о наблюдениях «летающих тарелок», они же «неопознанные летающие объекты» – НЛО. Волна наблюдений НЛО над Вашингтоном в 1952 году, посадки «летающих тарелок» и появления «пилотов» во Франции в 1954 году, возникновение первых любительских уфологических организаций в США, Великобритании, Франции и других западных странах, резкое противостояние между «любителями», с одной стороны, и учеными и военными, с другой<sup>8</sup> – всё это

<sup>3</sup> См.: Л. М. Гиндилис. *SETI: Поиск Внеземного Разума*. М.: Физматлит, 2004, с. 27-28.

<sup>4</sup> См.: Искусственные спутники Марса: Интересная гипотеза советского ученого. – *Комсомольская правда*, 1959, 1 мая, № 102; И. С. Шкловский. *Спутники Марса – искусственные?* – В книге: И. С. Шкловский. *Вселенная, жизнь, разум*. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1962, с. 154-165.

<sup>5</sup> См.: М. М. Агрест. Возникновение идеи о палеоконтактах и ее развитие в бывшем СССР. – *Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга*, 2001, том LXVII, часть 2; М.М. Agrest. On the Development of the Idea of Paleococontacts in the USSR at the Beginning of the 1960s. – *RIAP Bulletin*, 2002, Vol. 8, No.3-4; Ю. Н. Морозов. Палеовизитология: наука, рожденная за ночь. – *Нексус*, 2004, №3.

<sup>6</sup> G. Cocconi, Ph. Morrison. Searching for Interstellar Communications. – *Nature*, 1959, Vol. 184, No.4690. (Русский перевод: Дж. Коккони, Ф. Моррисон. Поиски межзвездных сигналов. – *Межзвездная связь*. М.: Мир, 1965.)

<sup>7</sup> Подробнее см.: В. В. Рубцов, А. Д. Урсул. *Проблема внеземных цивилизаций*. Кишинев: Штиинца, 1987, с. 30-35.

<sup>8</sup> Подробнее см.: Ю.В. Платов, В. В. Рубцов. *НЛО и современная наука*. М.: Наука, 1991, с. 41-49; D.M. Jacobs. *The UFO Controversy in America*. Bloomington-L.: Indiana University Press, 1975, pp. 63-157; Р. Долан. *Проблема НЛО и государство национальной безопасности*. Пер. с англ. М.: Лори. В печати.

сделало тему контактов с внеземлянами весьма взрывоопасной. Правда, 1959 год остался в истории проблемы НЛО скорее как год «уфологического затишья» (если не считать исключительно интересного массового наблюдения НЛО с экипажем в Новой Гвинее 26-27 июня<sup>9</sup>), но психологическая связь между «внеземлянами» и «опасным бредом» уже сформировалась, особенно в США. В силе оставалась и секретная рекомендация т.н. «комиссии Робертсона» о «развенчании атмосферы таинственности, которая, к сожалению, возникла вокруг НЛО» и дискредитации проблемы НЛО (на деле – дискредитации **людей**, серьезно относящихся к этой проблеме<sup>10</sup>). Надо заметить, что, когда возникала необходимость послужить своему правительству, американская «большая наука» откликнулась на этот призыв с неменьшим энтузиазмом, чем наука советская. Видный астроном Дональд Мензел, опубликовавший в 1953 году книгу «Летающие блюдца»<sup>11</sup>, выполнил поставленную задачу, можно сказать, с блеском. И по сегодняшний день многие ученые, имеющие лишь смутное («газетное») представление о реальном содержании проблемы НЛО, уверены в том, что она решена столетия назад – это всего лишь оптические явления в земной атмосфере.

На официальном уровне отношение научного истеблишмента и государственной бюрократии к «близким в пространстве и времени» внеземлянам не особо отличалось в США и тогдашнем СССР. В нашей стране, однако, эти вопросы решались заметно проще: о них запрещалось что-либо говорить в печати. (Запрещение это было, правда, официально оформлено только в 1968 году соответствующим пунктом в главлитовском «Перечне материалов и сведений, запрещенных к опубликованию в открытой печати и в передачах по радио и телевидению»; до этого оно в большей мере базировалось на инстинкте самосохранения главных редакторов советских периодических изданий и директоров книжных издательств. Но эффективность его от этого не страдала). Оттепель, тем не менее, развивалась, и общество постепенно освобождалось от раблепного отношения если не к прямым распоряжениям, то, по крайней мере, к намекам власти. Однако в печати «летающие тарелки» продолжали упорно и последовательно третироваться как «неожиданно распространившийся» на Западе «массовый психоз»<sup>12</sup>.

Советский научный истеблишмент старался, впрочем, быть «святее папы римского» и терпеть не мог не только «тарелок» (о коих даже и думать не желал), но и более отдаленных во времени загадочных событий. Тунгусский метеорит едва не пал жертвой этой антипатии. В 1946 году А. П. Казанцев выдвинул гипотезу о том, что «метеорит» был на самом деле внеземным космическим кораблем с ядерным двигателем, взорвавшимся в воздухе вскоре после посадки<sup>13</sup>. Опротестив одоблив поначалу казанцевский рассказ-гипотезу «Взрыв» (заместитель председателя Комитета по метеоритам АН СССР Е. Л. Кринов даже ходил в московский Планетарий, чтобы помочь организовать программу с использованием идеи Казанцева<sup>14</sup>), астрономы быстро спохватились и повели активное – и далекое от корректности – наступление на дилетанта, посмеявшегося вторгнуться в весьма «эзотерическую» область научного исследования – метеоритику.

Главным аргументом против гипотезы Казанцева в статьях ведущих советских астрономов было: всё это бред, на месте Тунгусского падения, безусловно, есть нормальный метеоритный кратер. Только он пока еще не найден. «Несомненно, – писали они, – что в первый момент после падения метеорита на месте «Южного болота» образовалось кратерообразное углубление. Вполне возможно, что образовавшийся после взрыва кратер был относительно невелик и вскоре... был затоплен водой. В последующие годы он затянулся илом, покрылся слоем мха, заполнился торфяными кочками и частью зарос кустарниками»<sup>15</sup>. Однако экспедиция, посланная на Тунгуску Академией наук СССР в 1958 году (с целью найти кратер, разумеется), установила: кратера, увы, нет – «метеорит» действительно взорвался в воздухе<sup>16</sup>. Нет и метеоритного вещества. Астрономы немедленно сделали вид, что именно этого они и ожидали: «Не вызывает удивления также и отсутствие кратера в районе падения метеорита, поскольку

<sup>9</sup> См.: N.E.G. Cruttwell. Flying Saucers over Papua. – *Flying Saucer Review*, 1966, Special Issue No. 4 “UFOs in Two Worlds”.

<sup>10</sup> См.: D.M. Jacobs. *Op. cit.*, p. 95. «Комиссия Робертсона» (официальное название – «Научно-консультативный совет по неопознанным летающим объектам») была создана по инициативе ЦРУ и работала в Вашингтоне с 14 по 17 сентября 1953 г. В секретном отчете этой комиссии рекомендовалось, в частности, «сочетать обучение методам распознавания известных объектов с регулярной дискредитацией проблемы НЛО», а также «организовать постоянную слежку за любительскими уфологическими организациями».

<sup>11</sup> Menzel D. *Flying Saucers*. Cambridge: Harvard University Press, 1953 (в русском переводе – Мензел Д. *О «летающих тарелках»*. М.: Изд-во иностр. лит., 1962).

<sup>12</sup> См.: Д. А. Франк-Каменецкий. Предисловие редактора перевода. – Д. Мензел. *Указ. соч.*, с. 6.

<sup>13</sup> См.: А. Казанцев. Взрыв. – *Вокруг света*, 1946, №1. Под «внеземным» кораблем Казанцев подразумевал корабль межпланетный; до «межзвездного варианта» его гипотезу расширил Ляпунов (см.: Б. Ляпунов. Из глубины Вселенной. – *Знание-сила*, 1950, №10) – но это уже было, конечно, довольно локальной модификацией гипотезы, хотя **по сути дела** и немаловажной.

<sup>14</sup> См.: В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. *Тунгусское диво: История исследования Тунгусского метеорита*. Екатеринбург: Баско, 1998, с. 23.

<sup>15</sup> В. Г. Фесенков, А. А. Михайлов, Е. Л. Кринов, К. П. Станюкович, В. В. Федьинский. О Тунгусском метеорите. *Наука и жизнь*, 1951, № 9, с. 20.

<sup>16</sup> См.: К. П. Флоренский и др. Предварительные результаты работ Тунгусской метеоритной экспедиции 1958 г. – *Метеоритика*, вып. XIX. М., 1960, с.131.

взрыв последнего произошел в воздухе»<sup>17</sup>. Казанцева в связи с этими обстоятельствами в отчете экспедиции, понятное дело, не упомянули (а выдвижение идеи надземного взрыва Тунгусского метеорита начали приписывать Л. А. Кулику и А. В. Вознесенскому). Но подтекст был очевиден. Воодушевленные подтверждением едва ли не главной составляющей смелой гипотезы, молодые сибирские ученые и инженеры начали «искать дюзу» внеземного корабля. 1959 год – это год первой экспедиции в Тунгусскую тайгу, организованной КСЭ – Комплексной самодеятельной экспедицией<sup>18</sup>! А Сергей Павлович Королев послал в 1960 году группу своих сотрудников (16 человек под руководством В. А. Кошелева, включая будущего космонавта Г. М. Гречко) на поиски дюзы, по сути дела, буквально.

## 2. Сумерки концепций

Политическое руководство страны на склоку вокруг странного метеорита внимания не обращало; академическое же начальство (в основном – астрономы и метеоритчики; физики к «ядерной гипотезе» отнеслись значительно более либерально и даже помогли КСЭ-шникам финансово) возмущенно фыркало, но в практических действиях было, к счастью, ограничено. Неявный, а впоследствии и явный, запрет на открытое обсуждение проблемы *современных* неопознанных летающих объектов на «космонавтов древности», в общем-то, не распространялся («древность» начиналась, как мы видим, примерно с 1908 года). Возможно, определенную роль играла удаленность этих внеземлян хотя бы «во времени», если уж не в пространстве (да и в пространстве тоже – улетели или взорвались, и слава богу). В результате, если в западных странах выражение «пришельцы из космоса» ассоциировалось в общественном сознании, прежде всего, с «гуманоидами», «уфонавтами», «пилотами летающих тарелок», то в СССР читатели молодежных журналов и газет с многомиллионными тиражами в то время твердо знали: пришельцы – это те, кто построил Баальбекскую террасу и кого запечатлели наши далекие предки на фресках Тассили и в виде древнеяпонских статуэток *догу* (как выглядели пилоты «Тунгусского корабля» – оставалось, увы, неясным). Обычно так и говорили – «проблема пришельцев», не добавляя достаточно очевидных уточнений «космических» и «в древние времена». И то, и другое подразумевалось. В терминологической строгости дискуссии на страницах газет и, в лучшем случае, научно-популярных журналов не особо нуждались. Научные же журналы этой темы избегали, да и в самом деле – профиль какого научного журнала мог в данном случае подойти? Со страниц же общенаучного академического журнала «Природа» слышались, в лучшем случае, призывы к заблудшим душам отречься от ереси.

Бытовавшее в СССР в начале шестидесятых годов выражение «проблема пришельцев» можно, таким образом, интерпретировать как: «проблема инопланетян, прилетавших на Землю в более или менее древние времена». Длинно и неуклюже, но смысл понятен. Тем не менее, желательно было придумать и что-то покороче, хотя бы удобства ради. Что является предметом исследования в нашей проблеме – независимо от того, будет ли она называться проблемой космических пришельцев, космонавтов древности, палеоастронавтов или проблемой палеоконтакта? Космические пришельцы, космонавты древности, палеоастронавты, палеоконтакт? В каком-то смысле да – всё перечисленное; но, если поискать «общий знаменатель» для этих «предметов», то таким знаменателем станет **посещение** Земли инопланетянами. *Контакта* с землянами при таком посещении могло и не быть, проблема при этом никуда не делась бы. Внеземляне становятся «**пришельцами**» тоже только в результате **посещения**. Именно **посещение** (или короче и «интернациональнее» – визит) является исходным элементом всей обсуждаемой темы. Поскольку же посещение должно было иметь место **в древности** – естественным образом, добавляется приставка «палео»; именно так в 1979 году родился термин «палеовизит»<sup>19</sup> (для краткости – ПВ) – немного неуклюжий (хотя бы уже в силу сочетания греческого и латинского корней), но, по существу, наиболее точно описывающий «предмет проблемы» (или лучше – объект нашего поиска и исследования в этой области).

Не вполне, правда, ясно, начиная с какой временной границы имеет смысл употреблять эту приставку. Семантическое поле ее значений явно концентрируется вокруг событий «далекого» прошлого, отстоящего от нас даже не на сотни, а скорее на тысячи и десятки тысяч лет. Уже, скажем, гипотетический прилет инопланетян во времена Екатерины II или Ричарда Львиное Сердце как-то до **палеовизита** не дотягивает. Ну, а если бы Тунгусское космическое тело (ТКТ) действительно оказалось звездолетом, то это был бы и совсем недавний визит из космоса... Тем не менее, ситуации, сложившиеся к настоящему моменту в проблеме Тунгусского метеорита и проблеме палеовизита, во многом похожи – прежде всего, увы, своим патовым характером. Сами проблемы существенно различны, но вот трудности, с которыми встретились исследователи, оказались в значительной мере сходными.

<sup>17</sup> Е. Л. Кринов. Где же Тунгусский метеорит? – *Природа*, 1960, № 5, с. 61.

<sup>18</sup> См.: В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. *Указ. соч.*, с. 35. Комплексная самодеятельная экспедиция – общественная организация, задуманная поначалу с «научно-туристическими» целями, но быстро ставшая основным центром серьезных исследований Тунгусской проблемы в бывшем СССР, подлинным междисциплинарным научно-исследовательским институтом.

<sup>19</sup> См.: Ю. Н. Морозов, В. В. Рубцов. К оценке современного состояния проблемы палеовизита. – *Труды XIV Чтений К.Э. Циолковского*, секция «К. Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». М., 1980.

Важнейшую роль в развитии тунгусских исследований сыграло противостояние «техногенной» (или «искусственной», И-) и «естественной» (Е-) моделей Тунгусского феномена. По сути дела, начиная с 1946 года, вся ее история являлась историей конкуренции между этими моделями. Альтернативы «ядерный – тепловой» (взрыв) и «искусственное – естественное» (тело) были ключевыми для понимания эволюции проблемы Тунгусского метеорита. Хотелось бы выразиться иначе: «были и остаются», но это далеко не так. Именно *были* – примерно до 1969 года, когда А. В. Золотов опубликовал свою монографию *Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г.*<sup>20</sup> Эта книга стала самым заметным достижением «искусственной» программы изучения Тунгусского взрыва, но одновременно – и ее лебединой песней. Если раньше И-программа *предсказывала* эмпирические факты (надземный характер взрыва; отсутствие вещественных остатков ТКТ на месте взрыва), которые затем, и с большой натугой, пыталась объяснить Е-программа, то, начиная с некоторого момента, ситуация изменилась. И-программа перестала что-либо предсказывать, и сторонники Е-программы наконец-то смогли заняться уточнением деталей своих концепций. Разумеется, бесконечный вальс, исполняемый астрономами и метеоритчиками между кометой и каменным астероидом, с редким включением в фигуры танца углистого хондрита и облака космической пыли, тоже не слишком вдохновляет, но, по крайней мере, его исполнителям никто не мешает. Нестандартные (и в то же время серьезные) Е-концепции типа гипотезы о существовании астероидов, состоящих из «зеркальной материи»<sup>21</sup>, пока еще не оказывают особого влияния на ситуацию вокруг проблемы Тунгусского метеорита. Для «унифицированной» же Е-гипотезы происхождения ТКТ (малое космическое тело из числа тел, постоянно присутствующих в Солнечной системе, то есть либо комета, либо каменный астероид; идея железного метеорита не без оснований считается опровергнутой) и природы Тунгусского взрыва (баллистическая волна – лучше, если в комбинации с тепловым взрывом) необходимо сочетание следующих моментов: (1) ТКТ двигалось в атмосфере со скоростью в несколько десятков километров в секунду; (2) оно было достаточно прочным, чтобы проникнуть в нижние слои атмосферы, (3) достаточно крупным, чтобы сформировать мощную баллистическую волну, (4) и двигалось по крутой траектории, по крайней мере, в непосредственной близости от точки взрыва; (5) при этом вещество ТКТ должно было в основном испариться и улететь как можно дальше от Южного болота

Увы, ядро кометы, на которое рассчитан предложенный в 1961 году К. П. Станюковичем и В. П. Шалимовым механизм теплового взрыва, хотя и могло в значительной своей – ледовой – части «испариться бесследно», но по своим прочностным характеристикам явно не долетело бы до высот ниже 20 км. Современный уровень знаний о составе и структуре кометных ядер позволяет утверждать это со всей определенностью. Напротив, каменный астероид мог долететь до высоты 10 км и даже ниже, но, расколовшись в воздухе, засыпал бы все окрестности метеоритной пылью. Несколько килограммов или даже тонн силикатных шариков, обнаруженных на Тунгуске, этому варианту никак не соответствуют. Плюс – для каменного астероида механизм воздушного взрыва с тротиловым эквивалентом в несколько десятков мегатонн конструируется с большим трудом.

Существенно также, что приверженцы «естественных» концепций скорее *постулируют* высокую скорость ТКТ, чем выводят ее из накопленных эмпирических данных о Тунгусском явлении. Между тем, из показаний очевидцев следует, что полет Тунгусского «метеорита» длился никак не менее пяти минут (ср. Сихотэ-Алинский метеорит с его десятисекундным движением в плотных слоях атмосферы). Допустим, очевидцы плохо ориентировались во времени. Но ТКТ светилось и уверенно наблюдалось на расстоянии 700 км от эпицентра взрыва (и даже более того, но пусть 700). Понятно, что ни кометное ядро, ни каменный метеорит не могли при этом лететь под углом в 40 градусов к поверхности Земли – а именно такая цифра, следующая из модельных экспериментов В. Н. Родионова, И. Т. Зоткина и М. А. Цикулина<sup>22</sup>, необходима для объяснения хотя бы общих очертаний зоны вывала. «Клевки на предпоследней стадии полета», предложенный В. А. Бронштэном как решение, не работает опять же из прочностных соображений<sup>23</sup>. Пролетая же над тайгой по пологой траектории со скоростью более двух-трех километров в секунду, Тунгусское космическое тело неизбежно произвело бы заметный полосовой вывал леса – выводы Золотова в этом отношении никем не опровергнуты. Следовательно, скорость его была значительно меньше. Но тогда о тепловом взрыве говорить не приходится. ...Классическая ситуация вытасненных/увязнувших носа и хвоста. Не удастся Е-модели Тунгусского явления сочетать в себе все пять перечисленных выше необходимых моментов, как ни стараются ее сторонники. ...А если еще вспомнить о геомагнитном эффекте, палеомагнитной аномалии и аномалиях термолюминесценции, а равно об «эффекте треххвойности» и ускоренном возобновлении леса в районе взрыва, то противоречия между «чистой теорией» и «грязной эмпирией» становятся еще более разительными.

<sup>20</sup> А. В. Золотов. *Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г.* Минск: Наука и техника, 1969.

<sup>21</sup> См.: Z.K. Silagadze. Tunguska Genetic Anomaly and Electrophonic Meteors. – *RIAP Bulletin*, 2006, Vol. 10, Nos. 1 & 2.

<sup>22</sup> См.: О Тунгусском метеорите. – *Природа*, 1959, №11; М. А. Цикулин. *Ударные волны при движении в атмосфере крупных метеоритных тел.* М.: Наука, 1968.

<sup>23</sup> См.: А. Е. Злобин. Заблуждаются не первопроходцы Тунгусской проблемы, а их современные оппоненты. – *Тунгусский Вестник КСЭ*, 1997, № 8.

Удивляться тут, впрочем, особенно нечему. Смог же в свое время К. П. Флоренский, обнаружив «тещин язык» выпадений космической пыли к северо-западу от эпицентра, счесть проблему Тунгусского метеорита окончательно решенной и заняться другими, более важными вопросами. Междисциплинарная проблема, переформулированная на языке *одной* из изучающих ее дисциплин (к примеру, баллистики), безусловно, позволяет найти решение, приемлемое для специалистов в данной дисциплине. Ну, а то обстоятельство, что данное решение найдено за счет отсечения всего, что относится к иным научным дисциплинам, при этом бессознательно или сознательно игнорируется. Баллистик на прекрасном физико-математическом уровне напишет для профессионального журнала статью о частном случае движения крупного метеорного тела в атмосфере Земли. Задача поставлена и решена совершенно строго, и ее решение, вне всякого сомнения, заслуживает публикации. Имеет ли оно хоть какое-то отношение к реальному ТКТ – вопрос абстрактный, ни один нормальный рецензент им не задается.

Но опять же, неспешный ритм «кометно-астероидного вальса» стал возможен, в первую очередь, потому, что развитие «искусственной» концепции практически прекратилось. Между тем, многие специалисты по Тунгусской *проблеме* оценивают ее шансы достаточно высоко. Николай Владимирович Васильев, подводя итоги своей более чем сорокалетней работы в этой области, писал: «Называя вещи своими именами, без дипломатических реверансов, хотелось бы подчеркнуть, что из всех эпизодов столкновительной астрономии Тунгусский феномен является единственным, по крупному счету, подозрительным на предмет контакта с внеземной жизнью»<sup>24</sup>. И в другой работе: «Думаю, что вы хорошо понимаете: будучи кадровым научным работником, я отдаю себе отчет о мере ответственности за сказанное. Но сказать надо»<sup>25</sup>.

Васильев полагал, что хотя «прямых доказательств контакта» пока еще нет, они «могут появиться в случае, если будет реконструирован вещественный – элементный и изотопный состав Тунгусского космического тела». Так ли это на самом деле – не вполне ясно; скорее всего, даже самые «экзотические» элементы, обнаруживаемые в районе Тунгусского взрыва, с помощью слегка осовремененного прокрустова метода удастся подтянуть к той или иной разновидности Е-модели ТКТ. При этом, конечно, неспособность данной модели объяснить, скажем, геомагнитный эффект или аномалии термолюминесценции никого не смутит. Как устроены внеземные звездолеты – можно только гадать; а без некоего, хотя бы схематического, представления об их принципах движения интерпретировать даже самые странные находки крайне трудно. О чем, например, свидетельствует палеомагнитная аномалия? В отсутствие «модели внеземного корабля» – в лучшем случае, о том, что Тунгусский феномен к раскалыванию каменного астероида никак не сводится. Увы, ни «теоретической моделью внеземного корабля», ни «теоретической моделью внеземного артефакта» наука пока не располагает.

Обращает на себя внимание и крайняя бедность существующего набора И-моделей Тунгусского феномена. Е-программа в этом отношении значительно богаче. Комета и каменный астероид – всего лишь две центральные Е-модели; на периферии концепции присутствуют несколько десятков самых разнообразных гипотез. Степень их обоснованности, конечно, различна, но, по крайней мере, здесь есть некоторое «поле идей», которые могут взаимодействовать между собой и стимулировать развитие Е-программы. Что же до И-программы, в ней число гипотез равно 1½: модель Казанцева с дополнением Ляпунова. Корабль (межпланетный или межзвездный) гибнет на последнем этапе своего полета из-за технической неисправности. С другой стороны – а есть ли смысл увеличивать количество таких гипотез, если невозможно оценить их априорную вероятность?

Возможно, что и есть. Работая в середине семидесятых годов прошлого века в Калининской геофизической экспедиции и занимаясь Тунгусской проблемой вместе с А. В. Золотовым, С. П. Голенецким и В. В. Степанком, автор этой статьи привык использовать для сведения воедино новых эмпирических данных «модель аэрокосмического боя». Согласно этой модели, в 1908 году над Центральной Сибирью произошло боевое столкновение двух или более внеземных кораблей, после которого один из кораблей, вероятно, уцелел и вернулся в космос. Хорошо обоснованный Ф. Ю. Зигелем маневр Тунгусского космического тела<sup>26</sup> естественным образом становился «боевым разворотом» аэрокосмического истребителя... Разумеется, я далек от мысли видеть в подобной модели окончательное решение всех загадок Тунгусской проблемы; но как рабочий инструмент она оказалась весьма полезной. В тот период я не старался ее популяризировать, хотя с Золотовым мы на эту тему беседовали. Алексею Васильевичу эта гипотеза отнюдь не казалась бессмысленной, но он предпочитал чисто «индуктивный» подход к проблеме: вот изучим вывал во всех нюансах и сможем вывести из его характеристик основные параметры и Тунгусского тела, и Тунгусского взрыва строго математически. По сути дела, он, скорее всего, был прав: похоже, что *все* существенные параметры ТКТ действительно запечатлены в параметрах таежного вывала. Жаль, что эту глубокую идею не удалось пока воплотить в расчетах.

В проблеме палеовизита – свой порочный круг, напоминающий таковой в проблеме ТКТ. Спустя почти полвека после того, как гипотеза Агреста вызвала немалый ажиотаж в советских и зарубежных масс-

<sup>24</sup> Н. В. Васильев. *Тунгусский метеорит: Космический феномен лета 1908 г.* М.: Русская панорама, 2004, с. 12-13.

<sup>25</sup> Н. В. Васильев. Меморандум. – *Тунгусский Вестник КСЭ*, 1999, № 10.

<sup>26</sup> Ф. Ю. Зигель. Об атмосферной траектории Тунгусского тела. – *Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита. Материалы совещания 14-16 апреля 1971 г.* Томск: Издательство Томского университета, 1971.

медиа (а равно – заметное недовольство консервативных ученых и околонучных рутинеров), эта проблема перешла через своего рода точку бифуркации. Вне науки она существует в форме т.н. «теории древних астронавтов», сторонники которой уверены: да, пришельцы из космоса посещали Землю – и любой человек, чьи мозги свободны от налагаемых университетским образованием шор, может убедиться в этом, прочитав несколько номеров журналов *Legendary Times* или *Sagenhafte Zeiten*<sup>27</sup>. Внутри же научного сообщества ее стараются просто не замечать, брезгливо сторонясь «псевдонаучных измышлений» и крайне удивляясь, когда серьезный – в своей области – специалист вдруг заговаривает на эту тему<sup>28</sup>.

Внешние «трудности восприятия» проблемы палеовизита научным сообществом сегодня усугубляются и ее внутренними неурядицами. Несмотря на усилия целого ряда исследователей (в первую очередь, работавших в бывшем СССР), палеовизитология до сих пор не сформировалась как подлинно научная область исследования. Ее теоретическое развитие, по существу, прекратилось, а сама проблема застряла в щели между неопределенностью имеющихся «косвенных свидетельств палеовизита» и упрямым желанием научного сообщества иметь дело только с «однозначным внеземным артефактом». В резком противоречии с этим желанием, известные на сегодняшний день «возможные следы палеовизита» (они же – «исторические аномалии», говоря с некоторой долей условности; на самом деле, конечно, не каждая историческая аномалия – потенциальный след ПВ и, вообще говоря, не каждый след ПВ должен выглядеть исторической аномалией) отличаются каким-то «слишком низким» для «настоящих пришельцев» уровнем технологии. Отсюда, к примеру, попытки ряда авторов доказать, что «та» цивилизация в момент контакта с древними обитателями Земли находилась почти на «нашем сегодняшнем» уровне. Вырастают новые поколения энтузиастов, и с похвальным, хотя и несколько наивным, усердием берутся за обсуждение – в печати и в Интернете – тех «следов палеовизита», которые уже многократно обсуждались в прошлом. С тем же, увы, результатом. Приходится признать, что проблема палеовизита на сегодняшний день оказалась в тупике: паранаука не может ее решить, а «серьезная наука» не хочет. «Старые» научные подходы к проблеме тоже оказались недостаточно продуктивными, а в каком направлении искать новые – непонятно.

Застой в проблеме палеовизита, а также и в И-программе тунгусских исследований, естественным образом ведет к потере интереса к ним со стороны научного сообщества, что еще более усугубляет сложившуюся ситуацию. Между тем, существует простое методологическое правило: в случае, если локальные модификации теории не достигают цели, следует обратить внимание на ее аксиоматику. В нашем случае «аксиоматикой» является та неявно принятая модель «обитаемой вселенной», которая была заложена практически во все рассмотренные выше предположения о визитах из космоса. Ее-то и необходимо сначала эксплицировать, а затем подвергнуть критическому анализу.

### 3. Имперская альтернатива

Возможен ли вообще прилет на Землю инопланетного космического корабля? Даже Майкл Харт согласен: безусловно, возможен. В 1975 году этот видный американский астроном задумался над вопросом: за какое время первая возникшая в Галактике цивилизация сможет заселить всю Галактику? При этом он ограничился «менее чем релятивистским» вариантом колонизации: в его модели «космические ковчеги» летят со скоростью всего лишь одна десятая от скорости света. Проведя соответствующие математические расчеты, Харт пришел к выводу: в этом случае Галактика будет колонизирована всего лишь за несколько миллионов лет, то есть примерно за одну десятилетнюю ее возраста. Поскольку же никаких внеземлян на нашей планете, по мнению Харта, не наблюдается, вывод, как он полагает, очевиден: земная цивилизация – первая и единственная в Галактике. От внеземной же гипотезы происхождения феномена НЛО Харт отделался без особых хлопот, заметив, что «лишь очень немногие астрономы верят в эту гипотезу, а, следовательно, нет необходимости обсуждать мои собственные доводы против нее»<sup>29</sup>.

Да, в рассуждениях Майкла Харта извращены самые элементарные логические принципы. По сути дела он говорит: «Если бы существовали внеземляне, мы бы обязательно наблюдали в наших небесах неопознанные летающие объекты. Но мы их не наблюдаем, и, следовательно, внеземлян не существует. Как, неужели есть люди, утверждающие, что они и в самом деле видели неопознанные летающие объекты?! Понятное дело, они заблуждаются. Ибо если бы существовали внеземляне, мы бы обязательно наблюдали в наших небесах неопознанные летающие объекты». Тем не менее, и в этих, мягко говоря, противоречивых построениях присутствует отблеск реальной проблемы. Предположим, что Тунгусское космическое тело – действительно внеземной космический корабль. Откуда, зачем и как он мог прилететь? С Марса, судя по тому, что мы сейчас знаем об этой планете, не мог. «Со звезд»? Но одинокая экспедиция, погибшая при посадке – вред ли единственный допустимый в подобном случае

<sup>27</sup>Эти журналы издаются Исследовательскими ассоциациями в области археологии, астронавтики и SETI, объединяющими энтузиастов «теории древних астронавтов» соответственно в США и немецкоязычных странах Европы (Швейцарии, Германии, Австрии).

<sup>28</sup> См., напр.: И. С. Лисевич. Древние мифы глазами человека космической эры. – *Советская этнография*, 1976, № 2; С. А. Арутюнов. Древние мифы и инопланетные пришельцы. – *Советская этнография*, 1977, № 3.

<sup>29</sup> M.H. Hart. An Explanation for the Absence of Extraterrestrials on Earth. – *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 1975, Vol. 16, No. 2, p. 134.

вариант. Каковы могут быть поводы для межзвездных визитов, а вернее – какие модели «обитаемой Галактики» вообще допускают такие визиты и что о них говорят? Количество «мыслимых» моделей такого рода не особенно велико, а сравнение их с реальной (Тунгусской, или «палеовизитной») эмпирией может по-новому осветить и эту эмпирию.

Для того чтобы визиты из космоса стали возможны, как минимум, необходимо, во-первых, чтобы в нашей Галактике<sup>30</sup> существовали и другие обитаемые планеты, помимо Земли, а во-вторых, чтобы их обитатели время от времени посылали в космос межзвездные экспедиции. Отвергая идею «внеземных посещений» в принципе, достаточно либо счесть такие экспедиции неосуществимыми с технической точки зрения или хотя бы «непрактичными», либо уверовать в единственность земной цивилизации. (Радиоастрономы, последние полвека ведущие поиски внеземных радиосигналов, склоняются, как правило, к первому варианту – а иногда, устав от многолетних бесплодных поисков, даже ищут разгадки «молчания Вселенной» в варианте втором.)

Итак,

*Визиты инопланетян на Землю невозможны*, если в Галактике:

1. Существует только **одна цивилизация** (естественно, земная), пока еще не вышедшая за пределы своей планетной системы. Это модель Владимира Львова – Майкла Харта – позднего И. С. Шкловского<sup>31</sup>.

Или:

2. Существует **множество космических цивилизаций (КЦ)**, но они «не летают», а в лучшем случае, **«беседуют по радио»**: (а) потому что межзвездные полеты невозможны в принципе; либо (б) потому что просто еще недостаточно развиты. Это – модель классических SETI-специалистов, «вселенная радиоастрономов» (в том числе раннего Шкловского).

Или:

3. КЦ сравнительно **«много»**, **«летают»**, но **«просто еще не долетели»** друг до друга. Иными словами, в Галактике существует некоторое количество цивилизаций, вышедших за пределы своих планетных систем и исследующих окружающие их ненаселенные планетные системы, но прямых контактов между ними пока еще не было (хотя, возможно, они и беседуют между собой с помощью радио и прочих средств связи). Это – модель романа «Туманность Андромеды» И. А. Ефремова.

*Визиты инопланетян на Землю возможны*, если в Галактике:

4. Некоторые галактические цивилизации вышли за пределы своих планетных систем, они практикуют межзвездные перелеты и **«время от времени посещают населенные планеты»**. Это классическая модель гипотез о палеовизите, а также одна из неявных предпосылок техногенной гипотезы происхождения Тунгусского космического тела – по крайней мере, ее исходного варианта.

Или:

5. Галактические цивилизации, вышедшие за пределы своих планетных систем, образовали: (а) **несколько «региональных империй»**, достаточно устойчивых внутри, но, возможно, конфликтующих с соседями; либо (б) **единую мощную Империю**, в сфере влияния которой находятся все локальные очаги разумной жизни. «Модель Азимова», условно говоря («условно» – поскольку в романах Айзека Азимова Галактикой управляет заселившая ее *земная* цивилизация; мы же имеем в виду «империю чужих»).

Понятно, что подобные модели, если они желают сохранить «аромат научности», должны в значительной мере основываться на текущей НКМ – научной картине мира («квантово-релятивистской», при всей условности такого объединительного термина). В *значительной* мере – да, но вряд ли полностью и без остатка. Более того, картина мира, которой руководствуются в своей деятельности высокоразвитые (то есть значительно более развитые, чем земная) внеземные цивилизации, «по определению» должна выходить за рамки текущей земной НКМ – иначе эти цивилизации не были бы высокоразвитыми. (В этом смысле *радиопоиск ВЦ* немного «слишком нормален» – в его рамках можно, конечно, надеяться найти «других радиоастрономов», но вряд ли что-то большее.) Предположение о существовании единой Галактической империи, безусловно, плохо сочетается с важнейшим положением теории относительности – невозможностью распространения сигнала со скоростью, превышающей скорость света. И всё же это не основание для того, чтобы отвергнуть его с порога. Как выразился по сходному поводу Норберт Винер, «если мы будем придерживаться всех этих табу, то мы, возможно, приобретем громкую славу консервативных и трезво мыслящих людей, но при этом, увы, очень мало сделаем для дальнейшего прогресса знания»<sup>32</sup>. Кроме того, вряд ли это табу абсолютно непреодолимо – среди физиков существует мнение, что специальная теория относительности «сама по себе не запрещает

<sup>30</sup> «Метагалактическая» цивилизационная модель тоже может заслуживать внимания – но мы здесь сознательно ограничиваем наши построения Галактикой. Где-то надо остановиться – да и межгалактические расстояния добавляют проблем.

<sup>31</sup> См.: В. Львов. Космос человеческий. – *Нева*, 1965, № 12; М.Н. Hart. *Op. cit.*; И. С. Шкловский. О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной. – *Вопросы философии*, 1976, № 9.

<sup>32</sup> Н. Винер *Творец и робот*. М.: Прогресс, 1966, с. 18.

сверхсветовых движений. Это хорошо понимал и сам ее создатель»<sup>33</sup>. Показательно, что идея межзвездных перелетов со сверхсветовыми скоростями постепенно приобретает достаточно конкретную физико-математическую форму, позволяющую надеяться и на ее инженерное воплощение – пусть даже не в самом ближайшем будущем<sup>34</sup>.

Переступая границу текущей НКМ и текущей научной (мета)парадигмы, мы, тем самым, пытаемся нащупать возможные точки соприкосновения с «внеземными» картинами мира. Разумеется, успех подобных попыток отнюдь не гарантирован, но это вовсе не основание для отказа от них. Модель не есть зеркальное отражение реальности; модель – это, прежде всего, инструмент для сравнения теории с реальностью и дальнейших корректировок теории. Более того, если результаты сравнения «нормальной» модели с реальностью окажутся, при всех корректировках, отрицательными – придется, по всей видимости, существенно внимание уделить *внеметапарадигмальным* построениям – типа «голографической Вселенной» по Дэвиду Бому и Карлу Прибраму или «семантического континуума» по В. В. Налимову. (Под *нормальной моделью* здесь понимается социал-дарвинистская физико-технологическая модель развития человечества и любой другой КЦ. Попросту говоря, мы считаем, что цивилизации развиваются преимущественно по экстенсивно-технологическому пути и «выживает сильнейший».)

Как полагал Иван Антонович Ефремов, у высокоразвитых космических цивилизаций, решивших все материальные проблемы своего существования («достигших коммунизма»), остается лишь одна задача – познавать окружающий мир, в том числе и путем рассылки межзвездных экспедиций. Сама же цивилизация достигает к этому моменту состояния, так сказать, «перманентной устойчивости» и спокойно существует на своей планете. Как идеал – это неплохо, хотя и довольно сомнительно, если всмотреться в реальный ход исторического развития; но, допустим, фантасты и футурологи прошлого всего лишь ошиблись в сроках. Есть, однако, два важных фактора, делающих широкое освоение космоса, по сути дела, неизбежным: *внутреннее* давление (*технологическое* – необходимость выводить производство за пределы земной экосферы, поскольку на определенном этапе развития технологии она становится *слишком* мощной для окружающей среды, и никакие очистные сооружения ничего с этим поделать не могут; и *демографическое* – постоянный рост населения планеты<sup>35</sup>) и *внешнее* давление – космические опасности типа вспышек Сверхновых и столкновений с астероидами. Иными словами, **вынужденная** космическая экспансия с «материнской планеты» (под влиянием внутреннего давления и внешних опасностей) весьма вероятна. *Если не особо идеализировать гомо сапиенса, то главная двуединая задача, решением которой он постоянно занимается – это вовсе не познание, а выживание и размножение.* Первая половина данной задачи ставится под угрозу **внешними** опасностями, вторая – является **внутренним** импульсом к экспансии. (Кстати сказать, К. Э. Циолковский в этом плане рассуждал с достаточной степенью реализма<sup>36</sup>.)

Из приведенных в списке пяти цивилизационных моделей Галактики в первых трех вариантах визиты из космоса, как подчеркивается выше, невозможны, четвертый вариант – «классическая» онтология гипотез о палеовизите (неявно присутствовавшая также в тунгусских построениях А. П. Казанцева и его сторонников), вариант 5 – допускает и палеовизиты, и современные прилеты инопланетян, но в достаточно своеобразной («неклассической») форме. Как в последнем случае должен был выглядеть палеоконтакт между *возникающим* человечеством и Галактическим сообществом – Империей? (Занимает ли при этом Империя «всю» Галактику, или же некую ее часть – момент не слишком принципиальный.)

Строя гипотетическую модель «Галактического сообщества», необходимо построить и модель его целей и ценностей, особенно в отношении новых цивилизаций Галактики. Здесь даже не надо особо фантазировать: поскольку естественная основная цель любого социума – самосохранение, новая цивилизация (земная, в частности) не должна стать конкурентом в Галактике, вернее, не должна явиться новым фактором нестабильности для Империи и, по возможности, должна принести в имперское сообщество что-то полезное (запланированное или незапланированное).

<sup>33</sup> Д. А. Киржниц, В. Н. Сазонов. Сверхсветовые движения и специальная теория относительности. – *Эйнштейновский сборник 1973*. М.: Наука, 1974, с. 84. См. также: *Философские проблемы гипотезы сверхсветовых скоростей*. М.: Наука, 1986; G. Nimtz, W. Heitmann. Superluminal Photonic Tunneling and Quantum Electronics. – *Progress in Quantum Electronics*, 1997, Vol. 21, No. 2; G. Nimtz, A. Haibel. Basics of superluminal signals. – *Annalen der Physik*, 2002, Bd. 11, S. 163-171.

<sup>34</sup> См., напр.: M. Alcubierre. The Warp Drive: Hyper-Fast Travel Within General Relativity. – *Classical and Quantum Gravity*, 1994, Vol. 11, No. 5; I. A. Crawford. Some Thoughts on the Implications of Faster-Than Light Interstellar Space Travel – *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 1995, Vol. 36, pp. 205-218; H.E. Puthoff. SETI, the Velocity-of-Light Limitation, and the Alcubierre Warp Drive: An Integrating Overview. – *Physics Essays*, 1996, Vol. 9, No. 1; L.H. Ford, T.A. Roman. Negative Energy, Wormholes and Warp Drive. – *Scientific American*, 2000, Vol. 282, No. 1.

<sup>35</sup> Это не так уж однозначно: существуют, похоже, какие-то генетические механизмы, уменьшающие интенсивность размножения именно при наличии благоприятных для него условий; тем не менее, человек практически в любых условиях склонен давать потомство.

<sup>36</sup> См.: Е. Т. Фаддеев. Проблема бессмертия человечества у К. Э. Циолковского и в марксизме. – *Труды IX чтений К. Э. Циолковского*, секция «К. Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». М., 1975, с. 5.

С этой точки зрения палеоконтакт Империи с земным человечеством должен был выглядеть или как немедленное уничтожение потенциального конкурента (чего, как известно, пока что не произошло), или как осторожная поддержка «экологического» (в противовес экстенсивно-технологическому) направления развития. Почему именно «экологического» – понятно: зачем Империи потенциальный конкурент? (Тем более если допустить, что сама Империя уже исчерпала возможности для экстенсивно-технологического развития, старается жить в мире с галактической окружающей средой, и ее военнотехнический потенциал последние пятьсот миллионов лет не совершенствуется. Ползущая черепаха сидящего Ахиллеса когда-нибудь да догонит, особенно если ползет она по экспоненте...)

Основной же составляющей «Имперской гипотезы» я бы назвал простую, но довольно жесткую мысль: Империя подходит к новым цивилизациям как профессионал-селекционер, а не как любитель редких пород кошек. Если ну очень красивый и редкий «перс» не в состоянии даже расчесать свою шерсть (не говоря уже о том, чтобы поймать мышшь) – любитель сделает это за него и купит «Вискас», профессионал – даст ему погибнуть. Выживет короткошерстный мусорный кот, шляющийся по крышам сараев и предельно любезный со всеми встречаемыми кошками. Его потомство столь же успешно освоит окрестные дворы. Переформулировав эту мысль в духе Арнольда Тойнби, можно сказать: пропуском в «Галактическое сообщество» служит не столько достижение определенного уровня научно-технического или морального развития, сколько *способность противостоять тем вызовам, с которыми цивилизация сталкивается*. Способность успешно решать «внутренние» и «внешние» проблемы. И в любом случае критерий успешного решения один – выживание в ходе естественного, а порой, и искусственного – но **утяжеленного**, а вовсе не облегченного! – отбора.

Да, возможно, земная цивилизация – это большая ценность, и единственная в своем роде мутация культуры, произошедшая в Афинах в VI-V вв. до н.э. – единственна не только для Земли, но и для всей Галактики (все прочие галактические культуры развивались по типу, так сказать, «азиатского способа производства» и квазилогического мышления; правда, как бы тогда они освоили Галактику?); и, тем не менее – **Галактическая Империя не будет пытаться сохранить эту ценность только в силу ее единственности**. Выживет – значит привьется. Не выживет – жаль, но тогда она, в лучшем случае, бесполезна.

На деле всё, конечно, сложнее: конфликты интересов, конфликты идеологий, конфликты картин мира *внутри* Галактического сообщества должны формировать весьма многомерную и «фрактальную» структуру. Но есть какое-то общее течение, и это течение – социал-дарвинистское, а отнюдь не «филантропное».

Впрочем, синтез также можно смоделировать: скорее «космо-евгенический», чем социал-дарвинистский подход. Бесконтрольная селекция естественного отбора может дать в итоге, скорее, «крысиного короля», который сожрет и окружающих, и себя, чем новый полезный компонент в мозаике Галактической империи. Поэтому определенные корректирующие импульсы извне тоже могут – или даже должны – иметь место. «Перс», неспособный расчесать себе шерсть, Империи ни к чему, но крысиный король, располагающий мощным флотом боевых звездолетов, еще менее к чему. Империя, безусловно, заинтересована в пассионарности входящих в ее состав космических цивилизаций – но пассионарности «окультуренной», если такой вариант вообще возможен. Зачем Галактическому сообществу лишние проблемы, ему необходимы *новые перспективы*. Другое дело, что последние редко появляются без первых, но опыт **земных** империй очень хорошо демонстрирует: попытки до бесконечности сохранять статус кво приводят лишь к распаду социокультурной системы. Уровень социальной энтропии внутри замкнутого сообщества может только возрастать.

Итак, представим себе, что существует сравнительно единая Галактическая империя, занятая своими делами и уделяющая мало внимания новому поколению КЦ, возникающему на «неудобных землях» – между галактическими рукавами и в других не особо перспективных регионах. (Возраст Галактики – порядка 15.000.000.000 лет, возраст Солнечной системы – раза в три меньше, а сложной биосферы на Земле – всего лишь несколько сот миллионов лет. Достаточно времени для возникновения даже не одной Галактической империи.) Причем «мало внимания», в первую очередь, потому, что у Империи есть свои проблемы и свои войны. Тем не менее, *некоторое* внимание земной цивилизации уделяется, кроманьонцы набирают силы, формируется неолитическая протоцивилизация, хорошо вписанная в биосферу, ее *осторожно* поддерживают средствами связи, рекомендациями вождям и жрецам, контрацептивами, безвредными знаниями (прежде всего, астрономическими – Галактическая империя всё-таки), как вдруг – вспыхивает галактическая война (между двумя или несколькими региональными межзвездными империями) или мятеж (внутри Галактической или региональной империи). Даже простое прекращение помощи – уже ведет к проблемам, а тут рвутся связи, население бесконтрольно растёт, дичает, начинает драться и за ресурсы и просто между собой...

Сохранились ли в истории цивилизации какие-либо следы описанных событий? Обратимся к новейшим данным исторической науки.

#### 4. Прообраз «глобальной деревни»

Было бы опрометчиво утверждать, что в научной картине прошлого (НКП) нет места для палеовизитов. Однако такой компонент пока что отсутствует как в фактологическом слое НКП, так и в ее «общетеоретическом» слое. Вместе с тем, в самой НКП имеется немалое количество прорех и аномалий,

причем *масштаб* этих прорех плохо осознан широкой публикой, склонной доверять суждениям специалистов; последние же редко выносят на «суд общественности» свои разногласия (и поступают, вообще говоря, совершенно правильно). В силу неполноты и разрозненности данных о прошлом, имеющихся в распоряжении историков (можно даже сказать – **принципиальной** неполноты этих данных), исторические реконструкции порой напоминают попытки понять положение плоскости в пространстве, исходя из знания координат одной, в лучшем случае, двух точек. Конечно, другого выхода у историков нет – приходится использовать те исторические источники, которые сохранились до нашего времени; но и определенная осторожность при отождествлении результатов этих реконструкций с «реальным прошлым» тоже не повредит. В серьезном историческом исследовании, безусловно, есть место и для альтернативных реконструкций, и для их конкуренции между собой.

Тот факт, что прошлое человечества во многом все еще остается загадкой, подтвердили, в частности, недавние исследования генетиков. Похоже, что их результаты многое меняют в той картине ранних этапов человеческой истории, которую мы привыкли считать достоверно установленной. Ранее историки полагали, что вид гомо сапиенс возник примерно 40 тысяч лет назад, на самом деле – не позднее 150-200 тысяч; считалось, что это произошло в Европе, на самом деле – родина неантропа, как и архантропа – Африка; считалось – неандерталец (пусть неклассический) – предок кроманьонца, на самом деле – примерно 600 тысяч лет назад у кроманьонцев и неандертальцев был общий предок, после чего эти виды развивались в значительной мере независимо друг от друга. По сути дела, мы являемся свидетелями еще одной революции в науке – на этот раз в исторической антропологии.

Не менее революционные данные были получены в последние десятилетия прошлого века специалистами в области сравнительного мифоведения. Джорджио де Сантьяна и Герта фон Дехенд в работе «Мельница Гамлета» (1969 г.)<sup>37</sup> убедительно доказали существование *единого «астрономического кода»* в мифах самых разных народов мира – и тем самым поставили под сомнение общепринятую схему исторического развития человечества. Написанная двумя видными специалистами по истории культуры, «Мельница Гамлета» – редкий пример сочетания академичности содержания и свободы формы. Хотелось бы сказать – редкий *удачный* пример, но об удачности в данном случае говорить трудно – слишком хаотично изложен материал и слишком уклончивы авторы, когда пытаются его объяснить. Основная идея Сантьяны и Дехенд, впрочем, проста и выражена достаточно определенно: по их мнению, явление прецессии равноденствий (открытое, как считается, древнегреческим астрономом Гиппархом в 127 г. до н.э.) было, на самом деле, известно на Ближнем Востоке за четыре или даже пять тысячелетий до Гиппарха. Возможно, это и спорно – но, по крайней мере, вполне конкретно. Следующий слой гипотезы Сантьяны и Дехенд уже не столь однозначен: по их мнению, знания о прецессии были закодированы в мифологических сюжетах и образах, подлинный смысл которых очень быстро делался достоянием сравнительно небольшого сообщества посвященных. Почему так произошло, в общем-то, непонятно. Авторы «Мельницы Гамлета» предлагают на рассмотрение свои объяснения – довольно сложные и не всегда убедительные. Третий слой – предположение о том, что изменение внешнего вида звездного неба дало толчок для формирования мифов о «конце света» – также вызывает у читателя оправданные сомнения. Наконец, четвертый слой гипотезы выглядит и вовсе неубедительно: по мнению Сантьяны и Дехенд, эта астрономическая мифология распространилась практически по всем материкам планеты *путем «диффузии»*.

Историки подвергли «Мельницу Гамлета» серьезной – и во многих случаях более чем обоснованной – критике. Подозреваю, что и сами авторы книги хорошо видели ее слабые места и понимали, что предложенная ими интерпретация «астрономического кода» мифов далека от единственно возможной. Всерьез предполагать, что мифы американских индейцев – это «диффундировавшие» мифы древних вавилонян или шумеров, разумеется, не приходится. Значительно проще было бы допустить, что единый астрономо-мифологический код обязан своим возникновением некоей древней – неолитической – протоцивилизации, в культуре которой большую роль по каким-то причинам играла астрономия. Эта протоцивилизация должна была объединять все человечество на достаточно раннем этапе его существования; ее распад и миграция отдельных племен по территории нашей планеты принесли на другие материки обрывки древних астрономических знаний в мифологических одеяниях.

Последователи Сантьяны и Дехенд приняли именно такую интерпретацию собранных ими данных, и в ряде случаев пошли заметно дальше, предположив, что изменение направления оси мира и положения небесного экватора, к которому ведет прецессия равноденствий, стало *непосредственной причиной гибели неолитической протоцивилизации*. Иными словами, протоцивилизация погибла чуть ли не «со страху», когда жрецы-астрономы обнаружили, что основы Мироздания загадочным образом поколебались. Звучит немного сомнительно, однако чего только не случалось в истории... Но самая существенная трудность этой интерпретации заключается в том, что *единого неолитического человечества никогда не существовало*: к началу неолитической революции вид гомо сапиенс уже широко расселился практически по всем материкам планеты, причем связи между его субпопуляциями особой интенсивностью не отличались – расстояния были слишком велики, а способы коммуникации крайне примитивны. Значит – либо астрономический код мифов возник еще на этапе *раннепалеолитической общности человеческой популяции*, когда, если можно так выразиться, все еще

<sup>37</sup>G. de Santillana, H. von Dechend. *Hamlet's Mill: An essay on myth and the frame of time*. Boston: Gambit, 1969.

жили вместе, либо причины его универсальности следует искать в чем-то ином. В первом случае возраст кода должен составлять не менее ста тысяч лет, что, безусловно, «немного слишком» и ставит трудные вопросы о причинах его поистине невероятной устойчивости. Кроме того, само понятие «палеолитической протоцивилизации» является крайне искусственным – сообщество охотников и собирателей по всем стандартам до «цивилизации» (даже с приставкой «прото») не дотягивает.

Перед нами, таким образом, серьезное противоречие: если астрономический код возник сравнительно недавно (несколько тысяч лет назад), он не мог стать глобальным, а если «давно» (несколько **десятков** тысяч лет назад) – скорее всего, не мог сохраниться до середины второго тысячелетия нашей эры (мифы американских индейцев были записаны, естественно, после открытия Америки, и в них этот код также представлен<sup>38</sup>). Еще одно слабое место концепции Сантильяны и Дехенд – слишком большое внимание неолитического человека к довольно малозначительным для его повседневной жизни событиям «на небесах». Масса других факторов (экономических, демографических, экологических, и прочих) играла, да и продолжает играть сегодня, значительно более важную роль в существовании человечества. Медленность же «небесных перемен» вполне позволяла вносить поправки в (звездный) календарь и ни о чем особо не беспокоиться (тем более что есть еще *солнечный* календарь – вполне работоспособный и на прецессию не реагирующий). *Астрономы* могли сходить с ума из-за непонятных им (то есть не соответствовавших принятой ими модели Вселенной; научное сообщество и тогда отличалось консервативностью) перемен в «движении звезд», но реакция «простого неолитического человека» на подобные проблемы вполне предсказуема: «Нам бы ваши заботы!»

Попытаемся, однако, взглянуть на те же самые факты под иным углом зрения – с позиций Имперской палеовизитной гипотезы (ИПВГ). Для этого, в первую очередь, необходимо конкретизировать саму гипотезу.

Итак, примерно 200 тысяч лет назад в Африке возник современный человек – *гомо сапиенс*. Человеческое общество развивалось, борясь с многочисленными трудностями, конфликтуя с природой и родственным видом неандертальцев, проходя через этапы расцвета и упадка – включая так называемое «горлышко бутылки» (около 70-ти тысяч лет назад), когда численность нашей популяции сократилась до примерно двух тысяч особей<sup>39</sup>. Все эти препятствия оно в конце концов – ценой огромных усилий и жертв – преодолело и заселило почти все материка планеты.

Будучи сознательными дарвинистами по отношению к новым разумным расам Галактики, имперские власти, надо полагать, отстраненно наблюдали за этим процессом, не пытаясь сколько-нибудь активно вмешиваться в него. Земное сообщество охотников и собирателей интересовало их, в лучшем случае, с «этнографической» точки зрения. Но примерно 10 тысяч лет назад, после окончания последнего ледникового периода, на Ближнем Востоке человеческая экономика стала приобретать качественно иной характер: от присваивающего хозяйства человек начал переходить к хозяйству производящему. Возник оседлый сельский образ жизни и сельское хозяйство. Эти изменения сравнительно быстро (не более чем за тысячелетие) распространились на север Африки и юг Европы, дав толчок тому, что сегодня принято называть неолитической революцией. Появилась *протоцивилизация* как сообщество самодостаточных земледельческих и скотоводческих общин, обороняющееся на своих границах от оставшихся на предыдущем уровне развития «диких кочевников», занятых в основном охотой и собирательством. Передовая часть человеческой популяции достигла, таким образом, состояния временного равновесия с окружающей средой. Численность населения была еще невелика, еды – благодаря новому способу обеспечения себя продовольствием – хватало, появился заметный «прибавочный продукт» и оказалось возможным высвободить часть рук и голов для более абстрактного познания мира и творения «культуры для культуры». Возможно, что к этому моменту еще в какой-то мере сохранялась языковая общность обитателей указанного региона, и уже существовали зародыши «познавательных сообществ», стремившихся к взаимодействию и взаимообучению. Это и был Золотой век – с минимальными межобщинными войнами, нетронутой экологией, благоприятным климатом, изобилием пищи и впервые открывшимися возможностями «познания ради познания».

Произошедшие изменения привлекли внимание Империи – в первую очередь потому, что «неолитическая революция» могла повлечь за собой и более крупные сдвиги в развитии земной цивилизации, такие как, например, переход к экстенсивно-технологическому развитию и быстрое (по галактическим масштабам) возникновение технологического конкурента. Сознательный дарвинизм Империи был, надо полагать, достаточно сознательным, чтобы имперские власти понимали: Галактическое сообщество **нуждается** в «притоке свежей крови» (а возможно, и «свежей мысли»); поэтому вопрос об уничтожении возникшей на Земле протоцивилизации или не поднимался, или был решен в пользу последней. Но контроль за ее формированием и развитием в оптимальном для Империи направлении стал задачей первостепенной важности.

Способы такого контроля могли быть самыми разными, но, скажем, «прямое имперское правление» стало бы явно губительным для «свежей мысли», если уж не для «свежей крови». Более эффективно на земное человечество можно было воздействовать методами нейролингвистического программирования. Галактические просветители – Прогрессоры (или, скорее, Прогрессо-Регрессоры, если под прогрессом понимать прежде всего его экстенсивно-технологический вариант) – были «по форме»

<sup>38</sup> *Ibid.*, pp. 243-249.

<sup>39</sup> См: <http://www.inauka.ru/news/article33481.html>

учителями и культурными героями, а по сути – планетарными нейролингвистическими программистами. Обучая, они вели человечество в predetermined имперскими инструкциями направлении, нацеленном на сохранение «неолитического статус-кво» в планетарном масштабе. Изменения если и допускались, то чисто «количественные», в рамках «неолитического способа производства». Трудно сказать, какие новые полезные возможности, помимо чисто «евгенических», смогла бы почерпнуть отсюда Империя, но, по крайней мере, такой вариант для нее был бы максимально безвреден. Этакая счастливая – или скорее беспечная – Аркадия-Океания, занятая сельским хозяйством, скотоводством, рыбной ловлей и безопасным сексом вместо набитой примитивным, но всё же термоядерным оружием Земли XXI столетия нашей эры. «Веселая стагнация», так сказать. А может быть, и не очень веселая, ведь механизм естественного отбора отключать было нельзя – откуда бы тогда взялась «свежая кровь» (сильные – и чисто естественным образом выведенные – гены)? Так или иначе, просветительская сторона в этом программировании также наличествовала, а в этой просветительской стороне заметную долю составляло астрономическое просвещение. Именно оно, надо полагать, и легло в основу «астрономического кода» всемирной мифологии.

Конечно, всех сразу не запрограммируешь: необходимо значительное число помощников, нечто вроде системы многоуровневого маркетинга. Поэтому Прогрессоры начали, видимо, с того, что обучали и программировали отдельных подходящих лиц, из которых сформировалось неолитическое познавательско-жреческое сообщество со своей иерархической структурой и своей системой знаний, в значительной мере эзотерических. И уже жрецы программировали других, прежде всего вождей и прочих влиятельных лиц.

Главное же, что привнесли галактические Прогрессоры в неолитическую протоцивилизацию – это *дополнительный фактор ее единства* – и через формируемое ими сословие жрецов, и непосредственно. Трудясь в разных общинах и племенах, они, безусловно, нуждались в координации своих действий и поддерживали между собой эффективную связь. Естественным образом эта система коммуникаций придала НПЦ новое измерение, сформировав из человеческих поселений, разбросанных на огромной территории, единый социокультурный организм, нечто вроде «глобальной деревни-1»<sup>40</sup>, со своим, так сказать, «неолитическим Интернетом». Иными словами, НПЦ была не столько территориально-, сколько *информационно-единым* образованием.

Просвещали неолитических землян в астрономии и космологии; а, скажем, в медицине и сельскохозяйственной науке если и просвещали, то по минимуму, поскольку необходимо было сдерживать рост населения, одновременно улучшая его «биологическое качество» (что возможно, сколь это ни прискорбно, лишь с помощью естественного отбора). В целом же картина мира неолитической протоцивилизации должна была представлять собой сплав нормальной неолитической мифологии с «галактической наукой», точнее, с теми ее элементами, которые удалось внедрить в сознание землян. Речь идет именно о *сплаве*, а не о механическом конгломерате из мифологических и научных представлений о Вселенной. Галактические Прогрессоры имели дело не с *tabula rasa*, а с живой и жизнеспособной социокультурной системой, имевшей за своими плечами тысячелетия жесткого противостояния окружающему миру и биосоциальным конкурентам; информация, чуждая ее тезаурусу, должна была активно отвергаться. Привить к «земному дичку» «галактическую розу» было нелегко, и результат вряд ли выглядел очень гармонично. Пожалуй, единственный реальный пример чего-то подобного – т.н. «ясное слово», «астрономическая мифология» африканского народа догонов<sup>41</sup>, и это обстоятельство наводит на подозрение – не являются ли догоны прямыми наследниками НПЦ, сохранившими в своей исторической памяти какие-то элементы ее духовной культуры? Такое предположение достаточно естественным образом объяснило бы специфику догонской «мифологической астрономии».

Еще раз подчеркнем: землян просвещали вовсе не из благотворительных побуждений. Термин «программирование», при всей его «обидности», значительно ближе к сути дела. Стратегической целью «Галактического просвещения» (да и всего процесса палеоконтакта на этом этапе) было, как представляется, создание стабильной экологической цивилизации (или, скорее, квази-цивилизации, поскольку цивилизация и технология – это две стороны одного явления), а не потенциального конкурента в космосе.<sup>42</sup>

<sup>40</sup> Если под «глобальной деревней-2» понимать, вслед за М. Маклюэном, современное информационно-глобализированное общество. Маклюэн, кстати сказать, выдвинул свою концепцию задолго до формирования Всемирной компьютерной сети; но дальнейший ход событий только подтвердил всю глубину его прозрений.

<sup>41</sup> См.: M. Griaule, G. Dieterlen. *Le Renard pâle*. Tome I, fascicule 1. Paris: Institut d'Ethnologie, 1965; E. Guerrier. *Essai sur la cosmogonie des Dogon: L'Arche du Nommo*. Paris: Robert Laffont, 1975; R.K.G. Temple. *The Sirius Mystery*. London: Sidgwick and Jackson, 1976. Second, enlarged edition: London: Century, 1998 (рус. пер: Р. Темпл. *Мистерия Сириуса*. М.: Эксмо, 2005); В.В. Рубцов, А.Д. Урсул. *Указ. соч.*, с. 243-252.

<sup>42</sup> Заметим, что термин «палеовизит» для описанных выше процессов не очень-то подходит – в нем подспудно проглядывает «единичность» и «случайность» явления; по сути он сопряжен с «классической» ПВ-моделью. «Прогрессорскому» типу взаимодействия Галактического и земного социумов больше отвечает термин «палеоконтакт», но и он не вполне соразмерен явлению. Наиболее адекватным, хотя и весьма неуклюжим, был бы, наверное, термин «палеопрогрессорство».

## 5. «Неслыханные перемены, невиданные мятежи...»

Увы (или, скорее, к счастью), поставленная цель не была достигнута. Напротив: похоже, что НПЦ достаточно быстро начала разрушаться<sup>43</sup>, и человечество двинулось по совсем иному направлению – в сторону «антиэкологической», сугубо технологической цивилизации. Почему так произошло? Перепугавшая жрецов-астрономов прецессия равноденствий вряд ли могла явиться причиной столь радикального слома вектора развития. Не такие трусы были наши предки. Даже те, которые работали астрономами, а не охотниками на крупного зверя. Вот избыточный рост населения (несмотря на галактические контрацептивы), уменьшение количества продовольствия на душу, невозможность прокормить всех, вытеснение более слабых семей вместе с их потомством в «дикие» районы – эти процессы, вообще говоря, могли бы привести к разрушению неолитической протоцивилизации. Галактическая империя, не забудем, «по определению» должна предпочитать естественный путь развития и естественный же отбор победителей; радикально ломать складывавшиеся тенденции было бы несколько не в ее стиле. С другой стороны, приложив значительные усилия, чтобы направить земную цивилизацию по «правильному», экологически безопасному для нее и технологически безопасному для себя направлению, Империя вряд ли стала бы безучастно взирать на то, как плоды ее усилий рассыпаются в прах и на горизонте, пусть и в отдалении, маячит грозный призрак Земной Технологической Цивилизации. Именно поэтому предположение о некоей катастрофе, скорее всего, *галактическом конфликте*, наложившемся на кризисный этап в развитии НПЦ и помешавшем Империи предотвратить ее распад (либо даже явившемся **причиной** такого кризиса) является достаточно логичным и заслуживает рассмотрения.

Война или мятеж «на небесах» – общее место в мифологиях многих народов планеты. Фольклористы склонны объяснять этот мотив достаточно просто – по принципу «как на земле, так и на небе». Боги едят, пьют, занимаются любовью и, разумеется, воюют. Но естественность мифологического мотива сама по себе еще не является доказательством того, что он – не более чем продукт человеческой фантазии. История, базирующаяся на фактах, может по своей структуре и фабуле ничем не отличаться от вымысла. С другой стороны, принцип «как на Земле, так и в Галактике» при всей его, скажем так, небесспорности, позволяет достаточно спокойно отнестись к идее реального Галактического конфликта (не обязательно *общегалактического*, конечно; возможно, лишь в «нашей области Галактики» или в «нашей региональной империи»; для релятивистской парадигмы, при диаметре Галактики в 100000 световых лет, безусловно, **НЕ** общегалактического). Такой конфликт *мог* на некоторое время отвлечь внимание Империи от Земли и привести к разрыву связей между ними. Не исключены, разумеется, и мелкие (по Галактическим масштабам, но, увы, не по земным) столкновения на Земле и в околоземном пространстве, с гибельными последствиями для НПЦ.

Разумеется, мифы о «войне в небесах» – не отчеты с галактического театра военных действий, а в лучшем случае – отблески былых космических реалий, выраженные с помощью достаточно «земных» образов и сюжетов. Последователи Сантильяны и Дехенд, прямо отождествляющие язык мифа и язык «древней науки», склонны упрощать ситуацию. «Ясное слово» догонов – это всё же исключение; «нормальный» миф представляет собой систему мышления, с наукой имеющую мало общего. Это не значит, что мы должны заранее отказаться от надежды найти в мифах эмпирически проверяемую информацию – но вряд ли «напрямую». Научную теорию связывает с экспериментом процесс многоступенчатой дедукции от исходных принципов к эмпирически проверяемым следствиям; не менее опосредованной является связь между реальными событиями, которые легли в основу мифологического сюжета, и собственно сюжетом.

Можно ли, однако, говорить о едином «военном коде» древних мифов? Единый *астрономический* код, сохранившийся в остатках НПЦ – гипотеза оправданная, поскольку его единство достаточно естественным образом выводится из происхождения кода: некогда он являлся общим для информационно-единой неолитической протоцивилизации. В противовес этому, «военный» код возник на *этапе распада* НПЦ, а скорее, даже на этапе *воспоминаний* о случившемся и переосмысления прошлого – в тех социокультурных организациях, на которые раскололась НПЦ и которые двинулись в самостоятельное плавание по волнам истории, уже не опекаемые (но и не сдерживаемые) Галактическими прогрессорами. Понятно, что в различных осколках протоцивилизации галактический конфликт мог отразиться существенно по-разному, и по-разному это отражение искажилось в процессе трансляции информации от поколения к поколению.

Одна из проблем, с которыми столкнулись палеовизитологические исследования в бывшем Советском Союзе – это изобилие «военно-космических» мифов в тесном соседстве с предполагаемыми фольклорными следами палеовизитов. Не то чтобы власти пытались что-то диктовать в этой области, но общая атмосфера в советской науке и научной фантастике мешала слишком буквальному восприятию подобных историй. Считалось, что высокоразвитые цивилизации «по определению» должны быть гуманными и давно забыть о применении силы против разумных существ. (**Западные** фантасты развивали в своих произведениях, в основном, противоположные идеи, но SETI-специалисты даже

<sup>43</sup> См.: G. de Santillana, H. von Dechend. *Op. cit.*, p. 149 ff.

в Соединенных Штатах придерживались, скорее, «советской» точки зрения.) Цензура нервничала, авторы палеовизитологических работ недоумевали<sup>44</sup>.

Уже М. М. Агрест связал гибель Содома и Гоморры с визитом гостей из космоса, хотя и предпочел не обвинять их впрямую: по его мнению, ядерные взрывы на Земле могли быть произведены «в порядке эксперимента или для уничтожения перед отлетом остатков ядерного горючего»<sup>45</sup>. В. К. Зайцев, согласившись с самой постановкой вопроса, счел более правильной иную трактовку этого события: «...Мы можем добавить, что уничтожение “городов сих, и всех жителей городов сих”, видимо, было необходимо кому-то, чтобы создать устрашающий прецедент, преподнести людям внушительную “фигуру страха”, “страха божьего” как начала “всякой премудрости”, как “программирующего” условия для людей той эпохи. <...> ...Если в случае с Содомом и Гоморрой можно предположить, что “силы небесные” истребляли очаги, пораженные определенным пороком, то в “Махабхарате” речь могла идти об уничтожении на века идеи войны, поскольку эти “силы” вмешивались в сражения двух воюющих сторон, истребляя и тех и других»<sup>46</sup>. Реакция тогдашних противников идеи палеовизита на подобные соображения была довольно бурной – да и в самом деле, странноватый способ «уничтожения идеи войны»...

Бесспорно, однако, что в мифологиях многих народов присутствуют описания сверхмощного (обычно «небесного» или «божественного») оружия, отдельные разновидности которого напоминают высокотехнологичные вооружения XX-XXI веков нашей эры, другие же выходят даже за эти рамки. Детальность и системность этих описаний в древнеиндийском эпосе наводят на подозрения о том, что за ними некогда стояло что-то реальное<sup>47</sup>. Однозначных следов применения подобного оружия пока не найдено, но надо сказать, что их серьезно и не искали. Между тем, некоторые памятники древней материальной культуры, по-видимому, заслуживают тщательного изучения именно с этой точки зрения. М. М. Агрест обратил, в частности, внимание на развалины «Вавилонской башни» (точнее, храмовой башни в Борсиппе). «Некоторые места этого сооружения, по описанию исследователей, опалены и оплавлены. Какова природа этого оплавления и когда оно произошло?»<sup>48</sup>

Обычно Вавилонской башней именуют Вавилонский зиккурат – башню Этеменанки («Дом основания небес и земли») – гигантское семизэтажное строение, строительство которого было начато в XVIII веке до н.э. Башня Этеменанки неоднократно перестраивалась (особенно существенно – при царе Навуходоносоре, в VI в. до н.э.) и была полностью разрушена в IV в. до н.э. Периметр ее основания составлял 360 м, а высота – 90 м. Остатки зиккурата были раскопаны Р. Кольдеевым в 1899-1914 гг., и они не несут на себе никаких следов аномальных термических воздействий. Развалины же храмовой башни в Борсиппе, высотой 46 метров, судя по имеющимся сведениям, действительно оплавлены не только снаружи, но и внутри. «Нельзя найти объяснение тому, откуда взялся такой жар, который не просто раскалил, но и расплавил сотни обожженных кирпичей, опалив весь остов башни», сплавившейся от жара «в плотную массу, подобную расплавленному стеклу»<sup>49</sup>.

В литературе можно встретить упоминания и о других подобных аномалиях<sup>50</sup>, но они, как правило, изучены (в палеовизитологическом плане) еще хуже, чем башня в Борсиппе, и значительная часть из них вполне может оказаться лишь «информационным шумом», типичным для «поп-аномалистики». Тем не менее, именно здесь проглядывают шансы на переход к экспериментальной проверке идеи палеовизита, с использованием, как писал в свое время Агрест, «всех современных средств анализа»<sup>51</sup>.

Что надо искать для проверки Имперской гипотезы? На Земле, прежде всего – свидетельства существования «информационно единой», хотя и не обязательно «полностью глобальной», скорее, «разрывной» и полирегиональной, охватывавшей регионы с максимально благоприятными для жизни и земледелия климатическими условиями – неолитической протоцивилизации (что трудно именно в силу ее «вписанности в природу», но возможно: Трипольская культура?). Из древних знаний – не то, что заинтересовало бы «нас», а то, что было бы важно для «них», то есть для людей НПЦ и не *противоречило бы интересам Империи*. Не систему Коперника или общую теорию относительности, а систему

<sup>44</sup> Вот пример: готовя к публикации в начале семидесятых годов прошлого века свою работу об астравидье – древнеиндийской науке о владении «небесным оружием», автор данной статьи счел за благо по собственной инициативе убрать из нее следующую фразу: «...Заметна странная деталь: в общем количестве рассмотренных мифов преобладают мифы “военизированные”. Можно, конечно, посчитать, что они представляют собой не отзвук событий, а “отзвук отзвука” – но это скорее попытка успокоить себя. Подходя к проблеме непредвзято, приходится признать: картина контакта, набросок которой, при известном усилии, можно извлечь из существующих легенд, мало соответствует привычному для нас представлению о “космических цивилизаторах”. Может быть, именно поэтому необходимо обратить на нее особое внимание». Цензура цензурой, но преодолеть «давление атмосферы» бывает еще труднее.

<sup>45</sup> М. Агрест. Космонавты древности. – *На суше и на море*. М.: Географиз, 1961, с. 536.

<sup>46</sup> В. К. Зайцев. Боги приходят из космоса. – *Байкал*, 1967, №5, с. 53-54.

<sup>47</sup> См.: V.R. Dikshitar. *War in Ancient India*. Madras etc., 1944; В.И. Кальянов. Некоторые военные вопросы в древнеиндийском эпосе. – В кн.: *Махабхарата. Книга четвертая «Вираватапарва»*. Пер. с санскрита и комментарии В. И. Кальянова. Л.: Наука, 1967, с. 158-160; В. Рубцов. Астравидья: миф или реальность? – *Тайны веков*. М.: Молодая гвардия, 1978.

<sup>48</sup> М. Агрест. Космонавты древности, с. 540.

<sup>49</sup> Э. Церен. *Библейские холмы*. М.: Наука, 1966, с. 110.

<sup>50</sup> См., напр.: D.W. Davenport, E. Vincenti. 2000 a.C., *Distruzione Atomica*. Milano, 1979.

<sup>51</sup> М. Агрест. Космонавты древности, с. 537.

Птолемея. Не периодическую систему Менделеева, а, скорее, рецепт создания эффективного удобрения. Не теорию Менделя в неолите, а биологические средства борьбы с сорняками<sup>52</sup>.

Не исключено также, что в уцелевших обрывках лекций Галактических просветителей («космических реминисценциях», если применить здесь удачное выражение В. К. Зайцева) сохранились достаточно конкретные сведения об Империи, или хотя бы о том «образе Империи», который сама Империя считала необходимым внедрять в сознание землян. Скорее всего, они должны содержаться в мифах о Золотом веке, а также, не исключено, – в мифах об «изгнании из рая». Известный эпизод из Махабхараты – «Путешествие Арджуны на небо Индры»<sup>53</sup> – тоже можно трактовать в «имперско-галактическом» духе (в нем есть и «полет в космос», и «супероружие», и «космические битвы»). Но даже если эта трактовка верна, она сама по себе не приближает нас к решению проблемы и доказательству правильности принятой модели Галактического сообщества. Впрочем, внутренняя логика Имперской гипотезы вообще ведет к тому, что звание «решающего доказательства» смещается от «неопровержимого внеземного артефакта» (найденного либо в мощном культурном слое, оставшемся от ближневосточных цивилизаций, либо в безлюдной Тунгусской тайге) к реальному контакту Земной цивилизации с реальной Галактической империей. Можно, конечно, продолжать искать этот артефакт, но не исключено, что отправка «наивных» импульсных радиосигналов к ближайшим звездам быстрее подтолкнет имперских бюрократов к восстановлению разорванных связей с их бывшими подопечными. Другое дело – так ли необходимо с этим спешить...

## 6. Постскрипум к Имперской гипотезе

Вернемся к Галактическому конфликту, сыгравшему столь пагубную роль в судьбе неолитической протоцивилизации. С течением времени он, надо полагать, так или иначе завершился, и Земля вновь оказалась в поле зрения Империи. Увы, как убедились галактические наблюдатели, НПЦ развалилась, и на очереди – возникновение городской (уже не «прото», а настоящей) цивилизации, отнюдь не гармоничной в экологическом плане и настроенной на достаточно быстрое технологическое развитие. Возможно, и не имперские корабли вернулись сюда, а более мелкие экспедиции «Содружества независимых миров»... Так или иначе, подчистив следы конфликта, эмиссары Галактического сообщества отбыли восвояси. «Политика невмешательства» пришла на смену «палеопрогрессорству». Империя могла и должна была действовать со свойственной ей осторожностью, даже будучи вынуждена подчиняться обстоятельствам: городская цивилизация уже на подходе, возвращаться в прежнее русло – значит опять многое рушить. Почти автоматически Земля получила статус «космического зоопарка», или, скорее, культурно-генетического заповедника – с целью, как представляется, сохранения своеобразия новой цивилизации и получения от нее «новых, неожиданных плодов» (Циолковский).

Познавательное сообщество НПЦ (жреческое, по сути дела, но и с заметной примесью «привнесенной научности») должно было частично погибнуть, частично сохраниться; в той или иной форме оно могло пережить «тёмные века» и затем, возможно, влилось в новое (квази)познавательное – «ново-жреческое» – сообщество, или даже легло в его основу.

Но может быть, и целиком оно погибло в «тёмные столетия», оставив только осколки знаний в структуре и содержании расколовшейся неолитической мифологии. Ведь единственный способ сохранения любого познавательного сообщества – это система обучения, а, следовательно, люди, способные обучать, и люди, способные учиться. Однако не все эзотерические знания – плод фантазии ньюэйджевских сочинителей; какая-то система сохранения и передачи полученной от Галактических прогрессоров научной информации, видимо, всё же уцелела и продолжала существовать (другой вопрос – могла ли она развиваться). Именно наличием такой системы может объясняться вероятное использование нетрадиционных видов вооружения в относительно недавнем прошлом (башня в Борсиппе, по археологическим данным, была сооружена всего лишь в VII в. до н.э.).

С точки зрения Имперской гипотезы реальное «мегаоружие» могло использоваться на Земле (и/или поставляться землянам), скорее, «внеземными маргиналами» (или просто мятежниками, «в пику Империи» решившими стимулировать экстенсивно-технологическое развитие земной цивилизации), чем официальными представителями имперской власти. Возможен, конечно, вариант каких-то столкновений в ходе Галактического конфликта вблизи Земли или даже на поверхности планеты – между конфликтующими сторонами, либо между их сторонниками из числа «инструкторов». Но «официальная» передача «мегаоружия» землянам **крайне** сомнительна. И это вполне понятно, даже если оставить в стороне вопросы «космического права» и учитывать только военно-технические моменты: «галактическому крейсеру» на Земле делать нечего, а, скажем, эквивалент обычного истребителя-бомбардировщика XXI века н.э. без всей наземной системы обеспечения и обученного персонала и просто невозможно использовать. *Империя вовсе не собиралась снабжать землян своей высокой – даже и «мирной», не говоря уже о военной – технологией; сюда поставлялись лишь некоторые технические идеи и упрощенные образцы техники, позволявшей выполнять те задачи, которые ставились перед возникшей земной культурой Галактической империей.* И главной задачей было,

<sup>52</sup> Подробнее вопрос о возможных следах «имперских палеовизитов» рассмотрен в работе: В. В. Рубцов. К анализу теоретических оснований проблемы палеовизита. – Сборник *Космический разум: проблемы и суждения*. В печати.

<sup>53</sup> См.: В. Рубцов. Астравидья: миф или реальность? с. 197-198, 201-202.

как подчеркивалось выше, создание «экологической цивилизации» на основе «экологической протоцивилизации» (ЭПЦ). После же конфликта и развала ЭПЦ здесь уже была «антиэкологическая цивилизация», и с ней пришлось работать совсем иначе. Исправлять ошибки и резко менять уже сформировавшееся направление развития земной цивилизации в добром старом экологическом духе Империя не решилась; но и поддерживать потенциального конкурента в Галактике не стала. Вряд ли, однако, она совсем махнула на нас рукой и полностью предоставила своей судьбе. Не исключено, что в существующем многотысячном массиве сообщений о наблюдениях неопознанных летающих объектов присутствуют наблюдения реальных галактических зондов.

## 7. Заключение

Обрисованная выше картина может рассматриваться как одна из двух цивилизационных моделей Галактики, в рамках которых теоретически допустимы визиты из космоса, но которые дают существенно различные ответы на вопрос о характере и целях этих визитов. А именно:

1. В Галактике существуют цивилизации, мирно живущие на своих планетах и иногда посылающие экспедиции к соседним звездам («37-я звездная», «38-я звездная», и т.д.). Цели таких экспедиций, скорее всего, будут чисто исследовательскими; сама же модель может быть названа «классической».

2. Существует Галактическая империя или, как вариант, «региональная межзвездная империя», в зоне интересов которой находится Земля. Это «имперская» модель. Наиболее вероятной целью космических визитов в подобном случае будет контроль за развитием возникающих в Галактике цивилизаций – стимулирование тенденций, полезных для Империи, и предупреждение опасных отклонений от «правильного» (с точки зрения Империи) пути. А иногда и просто выжидание: игральные кости чисто естественного отбора – как биологического, так и социального – могут при случае выпасть куда удачнее, чем это способен предусмотреть самый хитроумный конструктор.

Мыслим, разумеется, и «промежуточный» вариант, при котором одна или несколько «галактических монокультур» именно «в данный момент» осуществляют колонизацию Галактики. Однако такой «переходный процесс» не может продолжаться слишком долго<sup>54</sup>, а потому вероятность реализации данного варианта незначительна.

Разумеется, понятие Галактической империи является (впрочем, как и бытующее в науке представление о «внеземных радиоастрономах», жаждущих обменяться приветствиями с радиоастрономами земными) прежде всего *теоретическим конструктом*. Насколько адекватно оно отражает реальное состояние Галактического сообщества космических цивилизаций, в настоящий момент судить трудно. Не исключено, что к подлинной картине «населенной Галактики» оно имеет примерно такое же отношение как модель «плоской Земли» к реальному земному геоиду. Можно, однако, вспомнить, что целый ряд баллистических задач в космонавтике и ракетной технике успешно решается именно с использованием модели плоской Земли. Равным образом, понятия материальной точки или абсолютно твердого тела в физике также не претендуют на «самостоятельный» онтологический статус, однако без них физика никак не может обойтись. С помощью «модели внеземных радиоастрономов» можно искать внеземные радиосигналы, а с помощью «имперской модели» – следы «программирующих» воздействий Галактического сообщества в истории человечества. В случае успеха поиска появится возможность наполнить исходные абстракции конкретным эмпирическим содержанием.

Впрочем, и преувеличивать абстрактность предлагаемой модели, на мой взгляд, не следует. В ней есть своя логика, как минимум выдерживающая сравнение с логикой «антиимперского» подхода. Я однажды спросил Матеста Менделевича Агреста, что явилось истоком его гипотезы, и он ответил: эмпирически очевидный закон экспансии разума. Но если это действительно **закон**, то отдельными визитами «в гости» развитые цивилизации в своих межзвездных исследованиях вряд ли ограничатся. Экспансия – это именно экспансия, ее может сдерживать только нехватка ресурсов, а отнюдь не благие намерения ученых и философов.

С точки зрения имперской модели, гипотеза об аэрокосмическом бое над Тунгусской выглядит – априорно – заметно более приемлемой, чем с точки зрения модели «классической». Из истории известно, что империя – организм, с одной стороны, относительно устойчивый, а с другой – подверженный разного рода кризисам. Беспроblemное существование общества на длительных исторических (и, тем более, астрономических) промежутках времени – увы, не более чем иллюзия. Космические мятежи и звёздные войны, равно как и квазидарвинистский естественный отбор цивилизаций в масштабе Галактики, могут показаться чем-то устаревшим, отдающим примитивной сайенс-фикшностью, но у этих малосимпатичных сторон имперской модели есть одно существенное преимущество перед картинами вселенского мира и в космических цивилизациях благоволения – они опираются на реальный исторический опыт цивилизации Земли. Хотя, конечно, куда спокойнее считать «боевой разворот ТКТ» просто метафорой...

---

<sup>54</sup> См.: М.Н. Hart. *Op. cit.*

## АТОМНЫЙ РАЗБАЛАНС КАК ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

### Удельная энергия Тунгусского взрыва

Гипотеза о взрывоподобном торможении ядра кометы как источнике энерговыделения при взрыве Тунгусского космического объекта, хотя и является в настоящее время наиболее обоснованной и принятой научным сообществом, имеет, однако, ряд уязвимых для критики аспектов, которые неохотно рассматриваются в научных дискуссиях по проблеме Тунгусского метеорита. Некоторые из них получили статус парадоксов проблемы, другие же просто не включаются в перечень тех особенностей феномена, которые обязательны для рассмотрения с позиций любой гипотезы или модели, претендующей на научный анализ Тунгусской катастрофы.

А. В. Золотов показал, что объемная концентрация энергии источника Тунгусского взрыва, как минимум, в 10–100 раз превышала концентрацию потенциальной энергии любого известного химического взрывчатого вещества [Золотов, 1967]. В монографии Золотова приведен расчет наименьшего значения удельной энергии взорвавшегося космического тела [Золотов, 1969], сделанный на базе оценок эффективного диаметра сферического источника ударной волны, валившей деревья (50–70 м) и эффективной протяженности этого двигавшегося в момент взрыва источника (не более 600 м). Расчет, основанный на данных изучения вывала на конечном участке траектории, показывает, что объемная концентрация энергии, выделившейся из источника и породившей ударную волну, составляла более  $10^{11}$  Дж/м<sup>3</sup>. Такой же порядок, по расчетам Золотова, имела и световая энергия взрыва (по ожогам веток и показаниям очевидцев). Проверка этих оценок Золотова одним из авторов настоящей статьи показала, что в Ванаваре на очевидцев действовал в момент вспышки взрыва световой импульс, вызвавший ощущения близкие к болевому порогу. Это было бы невозможным в случае химического взрыва [Журавлев, 1967]. Отсутствие количественных данных о прозрачности воздуха в момент взрыва не позволяет точно оценить величину доли лучистой энергии по отношению к энергии ударной волны, но даже в неблагоприятном варианте корректный расчет (учитывающий рассеянное излучение) дает величину лучистой энергии Тунгусского взрыва на два порядка больше, чем в случае мощного взрыва обычных бризантных взрывчатых веществ. Итак, как при расчете концентрации энергии по данным механического действия ударной волны, так и по данным действия лучистой энергии вспышки не удастся получить удельную энергию взрыва сравнимую с обычными (химическими) взрывами. В обоих случаях получается превышение в сто (и, может быть, более) раз. Конечно, эту ситуацию легко объяснить отсутствием точных исходных данных, на которых базируются расчеты и возникновением из-за этого ошибок.

Однако в этой ситуации можно все-таки задаться вопросом: не могут ли в природе возникать взрывы, удельная энергия источников которых лежит в интервале значений, промежуточных между химическим и ядерным взрывом?

Авторы этой работы сделали попытку обосновать положительный ответ на этот вопрос [Сергиенко, Журавлев, 1986]. Эта проблема была поставлена и в научно-популярном очерке проф. М. Е. Герценштейна, который предложил ее решать на базе несуществующей пока науки – химии внутренних оболочек атомов. Он так же, как и авторы этой статьи, полагает, что высокую температуру и удельную энергию Тунгусского взрыва невозможно объяснить привычными химическими превращениями на уровне наружных электронных оболочек атомов. При перестройке внутренних оболочек атома может выделяться гораздо больше энергии, чем при перестройке наружных оболочек [Герценштейн, 1990]. В 90-е годы в научной литературе появились сообщения об экспериментальных работах, подтверждающие высказанные нами основополагающие физические представления о возможности нового типа взрывных реакций, несколько уступающих ядерным по мощности, но более безвредных с точки зрения экологии. Поэтому стоит снова вернуться к вопросу: не могли ли реализоваться подобный механизм взрыва в случае разрушения Тунгусского болида?

### Разбаланс атома

Обнаружение В. А. Алексеевым вероятных следов «теплого термоядерного процесса» в виде повышенной концентрации  $He^3$  в смоле деревьев в центральной зоне Тунгусского взрыва может указывать на более сложный характер взаимодействия опасных космических объектов с атмосферой планет, чем тот, который до сих пор считался очевидным при их моделировании [Алексеев и др., 2005]. При обычном ядерном взрыве, как хорошо известно, выделяющаяся энергия является не только ядерной. Она включает и преобразованную электростатическую энергию разрушенных электронных оболочек атомов заряда и окружающего воздуха [Действие ..., 1963, с. 29–35, 48–50].

Один из авторов настоящей работы<sup>1</sup> еще в 70-х гг. высказал предположение, что в определенных условиях может произойти разбаланс структуры любого атома, т.е. разрушение его электронной оболочки, не затрагивающее устойчивое состояние атомного ядра. На базе этой гипотезы Н. А. Сергиенко была построена новая модель шаровой молнии, а также высказана идея, что подобные процессы не могут не идти при торможении гиперболических метеоров. Физическое обоснование этой

<sup>1</sup> Н. А. Сергиенко

идеи на полуколичественном уровне мы дали в публикации [Сергиенко, Журавлев, 1986]. Его суть сводится к следующей схеме.

Кинетическая энергия метеорных тел соответствует диапазону энергии, которая законсервирована в электронных оболочках атомов. Например, энергия, необходимая для отделения седьмого электрона от иона  $Si^+$  составляет 247 эВ, если осколок или сгусток пыли, состоящие из кремния, движутся со скоростью 100 км/с, кинетическая энергия атомов метеорного тела относительно атомов атмосферы планеты составляет 1,4 кэВ. Таким образом, если есть условия, при которых около 18 % кинетической энергии метеорного тела будет израсходовано на ионизацию при столкновениях с атомами атмосферы, то электронные оболочки К и М атомов кремния будут разрушены, законсервированная в этих оболочках электростатическая (кулоновская) энергия будет передана атомам атмосферы и конвертирована в другие виды энергии. В высоких слоях атмосферы электроны, освобожденные из атомов, могут остаться вблизи метеорного тела, особенно если оно уже имело электрический заряд. Возникает недолговечный плазмоид, который можно рассматривать как аккумулятор свободной энергии. Необратимое разделение зарядов при погружении плазмоида в толщу атмосферы происходит скачкообразно и носит характер взрыва [Сергиенко, Журавлев, 1986]. Модель, рассмотренная В. Ф. Соляником и А. П. Невским об аккумуляции большого электрического заряда на поверхности скоростного метеорного тела [Соляник, 1980, Невский, 1978] может быть объединена с описанной схемой. Важно, что такая модель описывает не только Тунгусское событие, но может быть использована и для проектирования космических экспериментов по программам защиты Земли от других опасных объектов в Солнечной системе.

### Аналогии явлений в ядре и атоме

Теоретическое и экспериментальное изучение возможных методов разбаланса атомов и сопровождающих их физических процессов является, по нашему мнению, актуальным направлением в науке. По современным представлениям «общее квантовомеханическое описание нуклонов в ядрах в принципе аналогично описанию поведения электронов в атомах, хотя вид полного потенциала, действующего на нуклоны, неизвестен... Подобно электронам в атоме, нуклоны в ядре находятся в дискретных стационарных энергетических состояниях» [Хедвиг, 1977, с. 225]. Итак, как атомное ядро, так и атом являются близкими по природе и даже структуре квантовомеханическими объектами. Поэтому при изучении явления разбаланса атомов могут применяться аналогии методов, используемых в ядерной физике.

Ядерная реакция происходит вследствие введения в атомное ядро избыточной энергии. Эта энергия нарушает равновесие структуры ядра, что вызывает реакцию, в ходе которой избыток энергии выбрасывается во внешнюю среду, а структура ядра перестраивается – происходит ядерное превращение, рождение нового ядра. Могут быть созданы условия, при которых начинается цепной процесс и ядерная реакция охватит макроскопические массы вещества. Разрушение атомного ядра при ядерной реакции также можно назвать следствием его разбаланса. Как может выглядеть аналог нейтрона в случае разбаланса атома? Нейтральная частица, которая могла бы сыграть роль нейтрона, особенно для разбаланса тяжелых атомов – позитроний. Однако малое время жизни требует использования нереалистичных сегодня потоков позитрония.

Другая квантовая система, по продуктам распада аналогичная нейтрону – мезоатомы (ядром мезоатома является протон, а электронное облако заменено мюоном, пионом или каоном).

Такие мезоатомы, подобно нейтронам, могут свободно проникать внутрь электронных оболочек других атомов, приближаться к их ядрам, образовывать мезомолекулы... В мезоатоме мезоны или мюоны расположены в сотни раз ближе к ядру, чем электроны в обычных атомах [Алиханьян, 1963]. Время жизни мезоатома с ядром из протона – порядка микросекунд.

Наконец, третья квантовая система рассматриваемого типа – мюоний. Это атом, в котором ядром является положительный мюон, электронное облако – обычный электрон. Размер мюония – в 200 раз меньше, чем размер атома водорода. Время жизни – порядка микросекунд.

Ядро атома можно расщепить не только нейтронами, но и очень жесткими гамма-лучами порядка 100 МэВ и более. По аналогии, разбаланс атома должен иметь место при облучении жестким рентгеном любых химических элементов, если энергия луча превышает энергию К-оболочки выбранного элемента. Но цепная реакция при облучении гамма-лучами неизвестна. Теоретически разбаланс в макроскопических масштабах в этом варианте должен происходить в луче гамма-лазера. Другой вариант – облучение мощным потоком позитронов.

Источник позитронов конструируется из отходов ядерных реакторов (радиоактивные фосфор, натрий и др.). Вращающийся поток жидкого хлора, аргона, ртути (выгодно облучать вещество с большой плотностью) при облучении направленным перпендикулярно к плоскости вращения мишени мощным пучком позитронов обогащается атомами, в которых возникают дырки – из-за аннигиляции электронов глубоких оболочек с позитронами. Совмещение этого способа с рассмотренным выше разбалансом в сильном электрическом поле (постоянном, переменном, импульсном, хаотическом), вероятно, может вызвать процесс, подобный эффекту цепной реакции.

Еще один аналог цепной ядерной реакции – электронная лавина. Этот процесс хорошо изучен и используется в электронных приборах (фотоумножители и др.). Во время грозы подобные процессы размножения зарядов происходят в стримере.

Электронная или ионная лавина обеспечивает преобладание процесса ионизации над рекомбинацией.

Можно предположить, что, поскольку ядро и атом – родственные квантовые объекты, при разбалансе атомов могут возникать и аналогии резонансного взаимодействия ядер с нейтронами. Условия этого

практически интересного для инженеров эффекта, однако, вряд ли можно рассчитать заранее на современном уровне квантовой физики – здесь нужен эксперимент, поисковые исследования.

### Экспериментальный кулоновский взрыв

В кратком обзоре английского физика Генри Хатчинсона систематизированы первые результаты экспериментов американских ученых по разрушению электронных оболочек атомов инертных газов в луче мощного лазера [Hutchinson, 1998].

В 1994 году коллектив американских физиков во главе с Роудсом опубликовал результаты экспериментов по разрушению кластеров инертных газов электрическим полем лазерного излучения. При интенсивности света  $10^{15}$  Вт/см<sup>2</sup> электроны глубоких оболочек атомов Хе, Кг, Аг, по мнению авторов открытия, становятся способны покидать удерживающую их на соответствующей атомной оболочке потенциальную яму путем туннельного эффекта. Именно такой механизм разбаланса атома был рассмотрен в нашей публикации [Сергиенко, Журавлев, 1986].

Размер кластера меньше длины световой волны, и на все атомы в течение полупериода действует одинаковая напряженность электрического поля, снижающего высоту потенциального барьера. Объемный заряд возникших ионов способствует накоплению больших количеств электростатической энергии, и на определенном этапе облучения становится неизбежным взрыв кластера и разлет его на ионные и электронные фрагменты. Эксперименты Роудса и его коллег были расширены другими группами физиков.

Левиус с соавторами обнаружили, что в осколках кулоновского взрыва присутствуют ионы с чрезвычайно высокой степенью ионизации, например, от Хе<sup>+30</sup> до Хе<sup>+35</sup>. Энергии разлета осколков достигали 1 МэВ. Кроме электростатического (кулоновского) механизма взрыва в условиях некоторых экспериментов, по-видимому, имел место гидродинамический механизм – температура микроплазмоида повышается до величин, подобных тем, которые должны быть внутри звезд, и разогретый кластер взрывается из-за огромного гидродинамического давления. Для аргоновых кластеров преобладающим механизмом в условиях опытов был кулоновский, для ксеноновых кластеров имело место действие также гидродинамического механизма.

### Об инженерных применениях и техногенном следе

В первых публикациях нового направления в физике и химии – разбаланса атомов – изучаемые процессы представляли интерес в рамках «чистой физики», и о возможных практических применениях новых феноменов не упоминалось. Из общих физических соображений можно предвидеть, что освоение химии «высокоионизированных ионов и оголенных атомов» – путь к созданию новых материалов, недостижимой до сих пор прочности и химической стойкости.

В Интернете появились сообщения, которые наводят на мысль о первых попытках инженерного использования новых открытий. Не ручаясь за достоверность сообщений, приведем два таких примера.

Лауреат Ленинской и государственной премий д. т. н. В. М. Соболев в эксклюзивной информации агентству РИА в 1991 г. сообщил о разработке особого электрохимического процесса («процесс обеднения»), продуктом которого являются высокотемпературные материалы в новом состоянии, о новейшем методе генерации холодной плазмы и других сенсационных открытиях.

В массовом популярном журнале опубликованы сообщения французского коммерческого телеканала о новых летательных аппаратах американской корпорации American Dynamics, прозванных «Flying Pigs», при испытаниях которых использовалось невиданное электрическое оружие, его применение сопровождалось «молниеподобными разрядами» [Пудомягин, 2007].

В случае если бы в 1908 году на Подкаменной Тунгуске по неизвестным для нас причинам произошел кулоновский взрыв, можно было бы ожидать находок осколков, вещество которых имело бы необычные свойства – например, высокую термостойкость и химическую инертность. Несмотря на высокую удельную энергию взрыва, вероятность обнаружения осколков не нулевая, т.к. имеются достоверные признаки того, что на расстоянии 5–20 км по траектории на запад от эпицентра взрыва движение болида или его фрагментов продолжалось. Пока таких находок нет.

Но есть некоторые основания для предположения, что один из необъясненных следов Тунгусского взрыва может быть рассмотрен в рамках гипотезы, изложенной в настоящей статье. Уже в образцах почвы, отобранных в месте катастрофы 1908 года экспедицией 1959 года (КСЭ-1), методом спектрального анализа было установлено, что космохимическим маркером центра взрыва и проекции траектории на ее заключительном отрезке является не никель (как можно было ожидать по метеоритной гипотезе феномена), а лантаноиды. Этот вывод был подтвержден результатами еще нескольких экспедиций. По данным анализов, проведенных С. В. Дозморовым в Омске, естественные относительные содержания элементов семейства лантана в *некоторых* пробах почвы из района конечного отрезка траектории были грубо нарушены: концентрация иттербия превышала фон в 800 раз, европия и тулия - в 130 раз. А по отношению к иттрию концентрация иттербия иногда оказывалась в два – три раза больше обычной нормы.

Распределение иттербия по территории четко маркировало эпицентр, рассчитанный по вывалу леса, но распределение лантана не повторяло этой картины. Таким образом, складывалось впечатление, что геохимический след Тунгусского космического тела образован несколькими лантаноидами, среди которых выделяется иттербий. Ни метеоритная, ни кометная гипотеза не могли объяснить этот результат. Кроме того,

нарушение относительных содержаний иттербия и лантана, иттербия и иттрия в почвах и торфе в некоторых пробах на фоне обычных отношений этих элементов в большинстве других проб на этой же территории вызывало дополнительные трудности интерпретации данных металлометрической съемки. И усиливало подозрения, что именно в эти аномальные пробы попали загадочные пылевые частицы Тунгусского болида. Их было не очень много, иначе любая проба содержала бы аномальное количество иттербия.

Разделение редкоземельных элементов в природных средах в лабораторных условиях требует применения сложных химических процедур и больших затрат энергии. И если присутствие никеля как маркера выпадения космического вещества могло бы считаться серьезным доводом в пользу присутствия вещества железного метеорита, если присутствие иридия увеличивает шансы на обнаружение космической пыли, то такой маркер как иттербий, нарушающий обычную иерархию в семействе лантаноидов по относительной концентрации, наводит на мысль о техногенном взрыве. Или – о взрыве объекта, еще неизвестного науке. Или – на то, что мы еще очень плохо знаем природу и разнообразие комет.

Лантаноидное семейство химических элементов отличается от других металлов тем, что для всех лантаноидов на их химическую активность в некоторой степени влияет глубинная f-подоболочка слоя N-оболочки [Трифонов, 1977]. Можно сказать, что лантаноиды, даже в неионизированном состоянии, уже начинают «работать» по законам «химии внутренних оболочек атомов», если использовать выражение М. Е. Герценштейна. Не признак ли это того, что именно эти законы управляли энерговыделением при взрыве Тунгусского болида? Это, конечно, лишь намек, а не доказательство. Но, может быть, именно этот след окажется важным для следующего поколения исследователей Тунгусской проблемы.

### Литература

- Алексеев, В. А.** Изотопический состав гелия как указатель на космическое происхождение «Тунгусского космического тела» [Текст] : материалы Всерос. конф. «Астероидно-кометная опасность – 2005» / В. А. Алексеев, Б. А. Мамырин, Л. В. Хабарин. – СПб, 2005. – С. 31 – 33.
- Алиханьян, А. И.** Мезоатом [Текст] / А. И. Алиханьян // Физический энциклопедический словарь. – М.: Изд-во Сов. Энциклопедия, 1963. – Т. 3. – С. 172-174.
- Герценштейн, М. Е.** Продолжим следствие о Тунгусском метеорите [Текст] / М. Е. Герценштейн // Химия и жизнь, 1990. – № 1. – С. 67-70.
- Действие ядерного оружия** [Текст]:[перевод с англ.]. –М.: Воениздат, 1963. – 684 с.
- Журавлев, В. К.** К оценке световой энергии Тунгусского взрыва [Текст] / В. К. Журавлев // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 120 - 122.
- Золотов, А. В.** К вопросу о концентрации энергии при взрыве Тунгусского космического тела [Текст] / А. В. Золотов // Журнал технической физики. – Т.37, Вып.11. – С. 2089 – 2093.
- Золотов, А. В.** Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / А. В. Золотов. – Минск: Наука и техника, 1969. – 204 с.
- Невский, А. П.** Явление положительного стабилизируемого электрического заряда и эффект электроразрядного взрыва крупных метеоритных тел при полете в атмосферах планет [Текст] / А. П. Невский // Астрономический вестник, 1978. – Т. 12, № 14. – С. 206–215.
- Пудомягин, А.** «Летающие свиньи» Пентагона [Текст] / А. Пудомягин // НЛО, 2007. – № 8. – С. 22.
- Сергиенко, Н. А.** Роль электронной компоненты внутренней энергии при торможении метеорных тел [Текст] / Н. А. Сергиенко, В. К. Журавлев // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 207–212.
- Соляник, В. Ф.** Тунгусская катастрофа 1908 г. в свете электрической теории магнитных явлений [Текст] / В. Ф. Соляник // Взаимодействие метеоритного вещества с Землей : сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 178 – 188.
- Трифонов, Д. Н.** Цена истины. Рассказ о редкоземельных элементах [Текст] / Д. Н. Трифонов. – М.: Педагогика, 1977. – 128 с.
- Хедвиг, П.** Прикладная квантовая химия [Текст] / П. Хедвиг. – М.: Мир, 1977. – 595 с.
- Hutchinson Н.** Explosions and Dissociations // Science. 1998, v. 280, No 5364, pp. 693–694.

Б. Ф. БИДЮКОВ, В. К. ЖУРАВЛЕВ (Новосибирск)

### СПЕКТР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ГИПОТЕЗ

(Комментарий к разделу)

Нерешенность Тунгусской Проблемы (ТП) в конкурентном противостоянии основных претендентов на окончательное объяснение – астероидной и кометной версий События – породила регулярное появление иных, нежели «классические», трактовок. Из всего спектра выдвинутых альтернатив наиболее разработанными и чаще других упоминаемыми в публикациях являются «техногенная» и «геотектоническая» версии, существующие в разных вариантах.

В отечественных разработках жестко апологетические позиции в четырех выделенных направлениях интерпретаций занимают следующие исследователи (здесь мы рассматриваем тематическое поле разработок пятидесятилетнего периода; к сожалению, некоторые из упоминаемых ниже разработчиков уже покинули нас навсегда):

«**Кометная**» версия – В. Г. Фесенков [1961], В. А. Бронштэн [2000].

«**Астероидная**» – Д. Ф. Анфиногенов [1998], В. И. Коваль [2000], И. К. Дорошин [2008 – наст. сб.].

«**Техногенная**» – А. В. Золотов [1969], Ф. Ю. Зигель [1971, 1983].

«**Геотектоническая**» – А. Ю. Ольховатов [1997].

Здесь мы выделили тех авторов, которые разрабатывали свои направления многоаспектно, либо считаются их основоположниками. Кроме них эти линии в последние десятилетия вели другие авторы и целые авторские коллективы. Однако в их разработках часто делается специальный акцент на определенные обстоятельства ТС, которые они рассматривают как ключевое звено в цепи своих доказательств. Приводимая ниже подборка, как и данная выше, отражает видение авторов настоящей статьи и не претендует на объективность.

«**Кометная**» версия – С. С. Григорян [1976], Г. А. Никольский и др. [1988], М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке [1988], Е. М. Дмитриев [1999], Е. М. Колесников и др. [2000], В. И. Зюков [2000], В. А. Ромейко [2008 – наст. сб.]. Сюда же можно отнести большинство авторов вышедшего в Санкт-Петербурге юбилейного сборника [100 лет., 2008].

«**Астероидная**» – В. В. Светцов [2003], [Катастрофические..., 2005].

«**Техногенная**» – В. К. Журавлев [2003], В. М. Кувшинников [2003], В. К. Журавлев; В. В. Рубцов; М. Ахманов [2008 – наст. сб.].

«**Геотектоническая**» – С. М. Кузнецов [2003], Б. Р. Герман [2007].

Кроме канонических версий существует определенное количество «гибридных», сочетающих в себе признаки нескольких «классических» гипотез. Пожалуй, наиболее ярким примером такого «гибрида» является версия новосибирцев Ю. А. Николаева и П. А. Фомина «Идентификация Тунгусской катастрофы со взрывом метано-воздушного облака, инициированного небольшим «медленно» летящим метеоритом» [2008 – наст. сб.]. Название говорит само за себя.

Есть целый ряд работ, где отнесенность к той или иной версии выглядит факультативно, а доказательная база строится вокруг какого-либо проблемного аспекта Тунгусского События (ТС) [Кувшинников; Эпиктетова, 2008 – наст. сб.] либо целого комплекса проблемных обстоятельств [Рубцов; Сергиенко, Журавлев; Симонов, 2008 – наст. сб.].

В имеющемся спектре разработок есть и такие, которые носят маскировочный характер по вполне понятным соображениям. Одни из самых известных: работы команды академика Г. И. Петрова [Петров, Стулов, 1975] – версия «большой снежинки», и книга А. Н. Дмитриева и В. К. Журавлева [1984] – версия «плазмоида». Те, кто камуфляж принимал в прямой номинации, изрядно потешились над именитыми «чудаками». Но, очевидно, лучше прослыть юродивым, чем лжеученым и подвергнуться остракизму со стороны «собратьев по оружию». Пример А. В. Золотова еще долго будет служить предостережением первопроходцам Тунгусской Проблемы.

Нельзя обойти вниманием и такое поветрие в тунгусских исследованиях как использование ТП в качестве полигона для апробации теоретических разработок в области «новой физики» [Ольховатов, Родионов, 1999; Черняев, 1999]. И хотя большинство представителей Тунгусского сообщества (т.е. причастных к тунгусским разработкам) к такого рода попыткам «объяснить неизвестное неизвестным» относятся резко отрицательно, число подобных экспериментов не уменьшается. Аргументы фундаторов этого направления сводятся к тезису – как же можно получить что-то новое, всецело находясь в рамках старого? По-другому – невозможно объяснить неизвестное известным. Эта тема, однако, заслуживает специального рассмотрения в рамках методологии и философии [Баженов, 1960; Бидюков, 2008 – наст. сб.].

Представленный в разделе «Панорама версий Тунгусской катастрофы» материал может рассматриваться как некоторая выборка из спектра выдвинутых к настоящему времени интерпретаций обстоятельств ТС. Более того, эта выборка преимущественно концентрируется в рамках выделенных выше четырех подходов. Так, работы В. А. Ромейко и В. И. Зюкова выполнены явно в кометном подходе, статьи О. Г. Гладышевой и А. А. Симонова не столь жестко ориентированы – их построение можно относить и к кометной, и к астероидной версиям, работы Ю. А. Николаева, П. А. Фомина, Б. Р. Германа и А. Ю. Ольховатова относятся к разновидностям геотектонического подхода, а работы В. В. Рубцова и Н. А. Сергиенко с В. К. Журавлевым – ближе к техногенной версии.

Наверное, исходя из общего замысла юбилейного сборника, такая подборка представляет лишь иллюстрацию расстановки сил на «тунгусском фронте». Эта расстановка не является, строго говоря, репрезентативным представлением того, что в этой области делается, и не претендует на какое-то особое место среди общего списка выполненных по тунгусской тематике исследований. Именно эти статьи попали в поле нашего зрения потому, что все мы оказались в одном деятельностном пространстве, связанном коммуникационными линиями. Авторы – люди, реально работающие в тематическом поле тунгусской проблематики. Дополнительный штрих к этой характерной иллюстрации – место проживания авторов статей, представленных в разделе: Москва, Санкт-Петербург, Троицк, Новосибирск, Волгоград (Россия); Харьков (Украина); Ташкент (Узбекистан); Фрайбург (Германия).

Характеризуя дальше ситуацию с гипотезами (версиями, трактовками, интерпретациями) ТС, сложившуюся к столетнему юбилею проблемы, мы все же будем исходить из более широкого спектра опубликованных к этому времени работ. Однако постараемся не повторять в своем анализе того, что сделано уже другими (см. напр., [Журавлев, Зигель, 1998; Бронштэн, 2000; Васильев, 2004]).

По авторитетному заверению Г. Ф. Плеханова: «Гипотез о природе ТМ высказано и опубликовано больше сотни» [2000, с. 252]. А тот, кто постоянно «держит руку на пульсе», знает, что процесс гипотезообразования продолжается и по сей день. Не мудрено, что периодически возникают попытки как-то систематизировать этот поток «народного творчества». С нашей точки зрения, наиболее значительными в этом отношении являются следующие работы.

Известный популяризатор науки А. И. Войцеховский в своей книге [2001, с. 126-133] – глава «Гипотезы, версии и предположения» – приводит пространную ссылку на публикации «крупнейшего знатока и исследователя Тунгусской проблемы, сотрудника Комитета по метеоритам АН СССР И. Т. Зоткина». Последний, под псевдонимом П. И. Привалова, поместил в 1969 г. в отечественных журналах «Юный техник» и «Природа» «Каталог-руководство тунгусских гипотез», где представил 77 гипотез, зафиксированных на 1 января 1969 г. Как утверждает Войцеховский, Зоткин обобщил материалы десятка монографий, 390 статей, около 180 докладов, свыше 550 научно-популярных очерков, рассказов и т.д.

Классификатор Зоткина содержит следующие типы гипотез: *техногенные, «антивещественные», религиозные, геофизические, метеоритные (канонические), метеоритные (апокрифические), кометные, синтетические.*

Хорошо зарекомендовавшая себя научно-популярная «энциклопедия Тунгуски» [Журавлев, Зигель, 1998] содержит схему изучения Тунгусского феномена (с. 134), на которой в виде обобщенных гипотез приведены три магистральных линии исследований, как они виделись авторам на тот период: *ядерная, кометная, гелиофизическая.*

Патриарх исследований ТФ, трактующий его с позиций кометарных представлений, В. А. Бронштэн, в своей монографии [2000, с. 228-252], подробно характеризуя противостояние астероидальной и кометной версий, комментирует и некоторые виды альтернативных: *«ядерную», аннигиляционную, «черной дыры», плазмоида, электрического пробоя, сверхпроводника, тектоническую.*

В уже упоминавшейся работе Г. Ф. Плеханова [2000, с. 252-257] – глава «Гипотезы» – по четырем группам распределены «гипотезы, претендующие на научность». Классификация осуществлена по следующим признакам:

1. *Объясняющие только разрушения.*
2. *Нестандартные, основанные на неоткрытых еще законах природы.*
3. *Экстравагантные, основанные на техногенной природе ТКТ.*
4. *Тривиальные, считающие ТМ обычным астрономическим телом.*

В первом выпуске «Трудов ГПЗ «Тунгусский» опубликована обширная статья Н. В. Васильева [2003, с. 204-217], где в разделе «Обзор и ревизия гипотез о природе Тунгусского метеорита» приведен схематический классификатор, типологизирующий гипотезы по следующим признакам: *земные, космические природные, космические техногенные.*

Наконец, в вышедшей в 2006 г. научно-популярной книге В. А. Ромейко «Огненная слеза Фазтона» в главе «Гипотезы о возможной природе Тунгусского явления» (с. 137-167) приведены краткие характеристики 65 разных гипотез. Предваряя свой каталог, Виталий Александрович пишет:

«В представленном обзоре разнообразных точек зрения на природу Тунгусского явления читатель найдет не только научный взгляд на события 1908 года, но и по достоинству сможет оценить весь спектр человеческой фантазии, а порой и чувство юмора авторов» (с. 139).

Уже этот поверхностный обзор показывает, что какой-то общепринятой классификации массива версий Катастрофы не существует – каждый именитый специалист выстраивает систематику по собственным основаниям и под решение своей стратегической задачи. Более того, сама необходимость такой классификации подается авторами с откровенным или едва заметным налетом ироничности – понагородили тут... Множественность версий воспринимается, скорее, как нонсенс, чем закономерность или симптом, на которые стоило бы обратить пристальное внимание и попытаться разобраться в причинах возникновения такого постоянно фонтанирующего источника.

Выдвижение гипотез не является произвольным, а обусловлено системой господствующих представлений, профессиональных и познавательных ориентаций исследователей. И задается эта процедура, с нашей точки зрения, прежде всего, социально-исторической ситуацией.

Существенно, что исследователем в каждом конкретном случае выдвижения «принципиально новой гипотезы» в качестве объекта исследования *полагается* конструкт нового предметного знания из своей профессиональной сферы или сферы своего познавательного интереса, а затем уже этому конструкту-объекту *приписываются* (вменяются) признаки Тунгусского феномена (а не наоборот, как стараются это представить!). Узкий профессионал исследует не Тунгусский феномен с признаками прорывного знания в новой научной сфере, а новый конструкт с признаками Тунгусского феномена.

Как правило, все новые «гипотезы» последнего времени были построены по этому признаку. Злобинский «сверхпроводник», «сверхплотное вещество» Божича, «лед высокой модификации» Зюкова, «черная дыра» Джексона и Райана, «большая снежинка» Петрова (химерический объект, замещавший по

идеологическим соображениям полый искусственный аппарат – планетарный посадочный модуль венерианского образца, с которым профессионально работала команда академика Петрова), «плазмод» Дмитриева-Журавлева. К таким же «объектам» относятся и «торообразное газовое облако» Николаева-Фомина, и ВНЕЛП Ольховатова.

Принцип построения объекта идентичен: в ядро конструкта закладывается механизм реализации какого-либо открытого в частной научной области эффекта (сверхпроводимость, «холодный термояд», «объемный детонационный взрыв газовой смеси», фазовое превращение вещества), либо постулируется существование еще не открытого, но предполагаемого эффекта (сверхплотное вещество Вселенной, устойчивые плазменные образования большой энергоемкости, флюксы, гравитолиты, эфиролиты); делается предположение, что этот механизм мог лежать в основе проявлений Тунгусского Феномена; затем привлекается комплекс феноменальных проявлений Тунгусского События; из него извлекается все, что может свидетельствовать в пользу действия рассматриваемого механизма и критикуется, либо игнорируется все, что на этот механизм не работает.

Таким образом, на исходную структуру наращивается «мясо», обеспечивающее функционирование построенного идеального объекта в граничных условиях надежно установленных обстоятельств Тунгусского События. Вся дальнейшая работа исследователя направлена на детализацию функциональных проявлений построенного объекта и структурную проработку модели, обеспечивающей детализированное функциональное описание. При этом использование самого изощренного профессионального инструментария не меняет существенным образом исходного идеального объекта. Конечная интерпретационная картина будет лишь детализированным описанием первоначального конструкта.

В работе Г. С. Альтшуллера «Алгоритм изобретения» [1973] приведена структурная схема творческого процесса. Буквами (А, Б, В, Г, Д, Е) обозначены на ней *этапы*, цифрами (1, 2, 3, 4, 5) – *уровни*. Каждая стадия может быть пройдена на одном из пяти уровней. По утверждению автора, с некоторым приближением можно считать характерным:

- для *первого* уровня: **использование готового объекта** без выбора или почти без выбора;
- для *второго* уровня: **выбор** одного объекта из нескольких;
- для *третьего* уровня: **частичное изменение** выбранного объекта;
- для *четвертого* уровня: **создание нового объекта** (или **полное изменение исходного**);
- для *пятого* уровня: **создание нового комплекса объектов**.

Разработанная в теле ТРИЗа, эта классификационная модель, по нашему представлению, может быть применена и для ранжирования *по степени новизны и радикальности* выдвинутых гипотез, претендующих на решение Тунгусской проблемы.

«Новизна» очередной модели будет заключаться в *принципе переноса* новообразования из одной сферы знания в другую.

А по этому признаку все рассматриваемые модели имеют сходные характеристики и ничем принципиально не отличаются – фундаментальное открытие из какой-либо научно-исследовательской деятельности драпируется в «тунгусские одежды» и каждый раз, фактически, выдается за Тунгусский Феномен.

Стоит еще раз подчеркнуть, что современные фундаторы Проблемы пытаются не решить «проблему ТМ как таковую», а решить ее в рамках собственных представлений и предпочтений, полагая свою позицию и свои представления «более истинными», нежели позиции и представления других. При этом ставится задача доказать, в чем «неистинность» иных представлений. Не допускается, что истинными могут быть ВСЕ представления и правомочными все другие позиции и подходы. Парадоксальность такого допущения маркирует необходимость осуществления каких-то иных действий со всеми истинными утверждениями для изменения конечного результата, не совпадающего в каждом конкретном случае с остальными. Не учитывая эту социальную составляющую, невозможно разобраться в причинах принципиального несовпадения результатов и в основаниях конфронтации исследовательских позиций.

В этом смысле Тунгуска – это полигон апробации профессиональных средств деятельности: есть Проблема и есть моя индивидуальная мощь – надо приложить одно к другому. Личная задача: проверка собственной когнитивной состоятельности.

Необходимость «борьбы за истину» появляется лишь после сопоставления с другими вариантами объяснений, с признанием, «скрепя сердце», самого факта существования других объяснений. Тогда оказывается необходимым выход в коммуникацию и поиск дополнительных аргументов в защиту своей версии. Возникает ситуация борьбы идей, научная полемика, позиционная конфронтация. При этом борются не за «истину вообще», а за истинность собственных представлений.

Сложилось мнение, что в тунгусских исследованиях сейчас мало что можно проверить путем прямого экспериментирования (в материально-вещном варианте). Потому на вооружение берутся модельные эксперименты (расчетные, в основном) и спекулятивные рассуждения на уровне понятий.

Однако история науки дает основание для прогноза о возможности и, пожалуй, даже неизбежности нового этапа эволюции проблемы Тунгусской катастрофы. Появление спектра гипотез в ходе изучения проблемы Тунгусского феномена в этом русле имеет объективные основания и вполне может быть мотивировано. Рассмотрим эти возможные мотивы.

**Во-первых**, отсутствие близких аналогов события и невозможность их воспроизведения исследователями. Однако в конце столетнего интервала истории проблемы эта ситуация меняется. Перенос инженерной деятельности человечества в космическое пространство и осознание фундаментальной наукой опасности со стороны космических объектов для самого существования цивилизации создает реальную возможность проверки астероидной и кометной гипотез путем экспериментов в геокосмосе. Обстрел кометы американскими учеными в 2005 году – первый реальный шаг в этом направлении. Уже сейчас можно прогнозировать – на основании накопленной в XX веке информации – что в ходе целенаправленной бомбардировки избранного участка земной поверхности осколком кометы или астероида часть эффектов, вызванных Тунгусским явлением 1908 года, воспроизвести не удастся (геомагнитную бурю, форму границ разрушений и ожогов леса, термолюминесцентные следы и т.д.). Такой результат – весьма вероятный – вызовет новую волну научного интереса к событию столетней давности.

**Во-вторых**, выполненные в XX веке физико-математические расчеты и компьютерные модели Тунгусского феномена сделаны с нарушением фундаментальных требований научной методологии: модель феномена должна учитывать всю имеющуюся существенную фактическую информацию о нем. Отбор только «существенных» фактов должен быть *критериально обоснован*. Только один пример: в книге В. А. Бронштэна, которая вполне обоснованно получила оценку Н. В. Васильева как «написанная на самом высоком научном уровне», нет описания и анализа такого фундаментального следа Тунгусского болида как региональное магнитное возмущение! О нем не сказано ни слова, как если бы его не было вообще. Конечно, это не случайное и характерное для сторонников кометной модели умолчание – вызывает сомнения в объективности и верности научным заповедям сторонников внешне наиболее научной версии Тунгусского феномена. И стимулирует попытки найти новые пути к анализу причин катастрофы – нередко просто путем фантазирования, без серьезного погружения в имеющуюся базу данных, накопленную несколькими поколениями исследователей.

**В-третьих**, *противоречие* между наличием интригующих «белых пятен» в проблеме, которые требуют расшифровки, и трудоемкостью необходимых для этого исследований, отсутствием реальных финансовых возможностей и резервов времени, которые нужны для их изучения. Подобные ситуации возникают в таких науках, как космогония, астрофизика, геология, где объяснительные гипотезы часто заменяют главный метод решения задач в точных науках – проверку экспериментом или практикой. Нет сомнения, что Тунгусская проблема уже в недалеком будущем будет решаться именно на пути сочетания компьютерного и натурального моделирования. В этом случае феномен произвольного «измышления гипотез» прекратит свое существование.

### Литература

- Альтшуллер, Г. С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г. С. Альтшуллер. – М.: Московский рабочий, 1973.
- Анфиногенов, Дж. Ф. Тунгусские этюды. Опыт комплексной разработки научного подхода к решению проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Дж. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева. – Томск, 1998. – 107 с.
- Ахманов М. Тунгусский метеорит – межзвездный корабль? (наст. сборник).
- Бидюков, Б. Ф. Тунгусский феномен: затруднения интерпретации [Текст] / Б. Ф. Бидюков // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Баженов, Л. Гипотеза [Текст] / Л. Баженов // *Философская энциклопедия*. – М.: Изд-во Сов. энциклопедия, 1960. – Т. 1. – С. 371–373.
- Бронштэн, В. Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.
- Васильев, Н. В. Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Васильев, Н. В. Проблема Тунгусского метеорита на рубеже столетий [Текст] / Н. В. Васильев // *Тунгусский заповедник (Труды ГПЗ «Тунгусский»)*: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – Вып. 1. – С. 142–238.
- Войцеховский, А. И. Тунгусский метеорит и загадки кометы Галлея [Текст] / А. И. Войцеховский. – М.: Вече, 2001.
- Герман, Б. Р. Тесла, НЛО и Тунгусский метеорит [Текст] / Б. Р. Герман. – Марбург-Пресс, 2007.
- Гладышева, О. Г. Тунгусская катастрофа: источник излучения [Текст] / О. Г. Гладышева // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Григорян, С. С. К вопросу о природе Тунгусского метеорита [Текст] / С.С. Григорян // *ДАН СССР*. – 1976. – Т. 231, № 1. – С. 57–60.
- Дмитриев, А. Н. Тунгусский феномен 1908 года – вид солнечно-земных взаимосвязей [Текст] / А. Н. Дмитриев, В. К. Журавлев. – Новосибирск: Изд-во ИГиГ, 1984.
- Дмитриев, Е. В. «Концепция трех гипотез» – ключ к решению проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Е. В. Дмитриев // *Околосолнечная астрономия и проблемы изучения малых тел Солнечной системы: тез. докл.* – Обнинск, 25–29 октября, 1999. – С 30–31.
- Дорошин, И. К. О парадоксах проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / И. К. Дорошин // *(настоящий сборник)*. – 2008.

- Журавлев, В. К.** Анализ эволюции гипотезы о техногенной природе Тунгусского метеорита [Текст] / В. К. Журавлев // Юбилейная научная конференция 95 лет Тунгусской проблеме 1908–2003: тез. докл. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2003. – С. 99–102.
- Журавлев, В. К.** Нерешенные проблемы Тунгусского феномена [Текст] / В. К. Журавлев // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Журавлев, В. К.** Тунгусское диво [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 465 с.
- Зигель, Ф. Ю.** К вопросу о природе Тунгусского тела [Текст] / Ф. Ю. Зигель // Метеоритные и метеорные исследования: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 151 – 161.
- Зигель, Ф. Ю.** Об атмосферной траектории Тунгусского тела [Текст] / Ф. Ю. Зигель // Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1971. – С. 16–18.
- Злобин, А. Е.** О взаимодействии метеорного тела – сверхпроводника с атмосферой и магнитным полем Земли (новая гипотеза о природе Тунгусского явления) [Текст] / А. Е. Злобин // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде: сб. ст. – Томск, 1988. – С. 214–215.
- Золотов, А. В.** Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / А. В. Золотов. – Минск: Наука и техника, 1969. – 56 с.
- Зюков, В. И.** О веществе «Тунгуса». Новая концептуальная гипотеза // Тунгусский вестник КСЭ, 2000. – № 12. – С. 11–17.
- Катастрофические воздействия космических тел** [Текст] : сб. науч. ст. [Институт динамики геосфер РАН / под ред. В. В. Адушкина и И. В. Немчинова]. – М.: ИКЦ Академкнига, 2005.
- Коваль, В. И.** Метеоритные исследования молодежного творческого коллектива «Гея» астролаборатории Дворца творчества на Миуссах и установление основных параметров Тунгусского суперболида 1908 г. Краткая историческая справка 1969–1998 г. [Текст] / В. И. Коваль // Тунгусский сборник (юбилейный выпуск). – М. : Изд-во МГДТДиЮ, 2000. – С. 80–91.
- Колесников, Е. М.** Следы кометного вещества в торфе с места падения Тунгусского космического тела [Текст] / Е. М. Колесников и др. // Тунгусский вестник КСЭ, 2000. – № 11. – С. 27–35.
- Кондратьев, К. Я.** Тунгусское космическое тело – ядро кометы [Текст] / К. Я. Кондратьев, Г. А. Никольский, Э. О. Шульц // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири : сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 114 – 143.
- Кувшинников, В. М.** К вопросу об особенностях тунгусского вывала [Текст] / В. М. Кувшинников // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Кувшинников, В. М.** Новый вариант техногенной катастрофы [Текст] / В. М. Кувшинников // Юбилейная научная конференция 95 лет Тунгусской проблеме 1908–2003: тез. докл. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2003. – С. 106–108.
- Кузнецов, С. М.** Тунгусский метеорит [Текст] / С. М. Кузнецов. – Новосибирск, 2003.
- Николаев, Ю. А.** Идентификация Тунгусской катастрофы со взрывом метано-воздушного облака, инициированного небольшим «медленно» летящим метеоритом [Текст] / Ю. А. Николаев, П. А. Фомин // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Ольховатов, А.** Миф о Тунгусском метеорите [Текст] / А. Ольховатов. – М. : Экология непознанного, 1997.
- Ольховатов, А. Ю.** Тунгусское сияние [Текст] / А. Ю. Ольховатов, Б. У. Родионов. – М.: ЛБЗ, 1999.
- Петров, Г. И.** Движение больших тел в атмосферах планет [Текст] / Г. И. Петров, В. П. Стулов // Космические исследования, 1975. – Т. 13, № 4. – С. 587–594.
- Плеханов, Г. П.** Размышления о природе Тунгусского метеорита [Текст] / Г. П. Плеханов. – Томск : ТГУ, 2000.
- Ромейко, В. А.** Огненная слеза Фаэтона. Эхо далекой Тунгуски [Текст] / В. А. Ромейко. – М.: Вече, 2006.
- Ромейко, В. А.** Современный портрет Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Ромейко // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Рубцов, В. В.** Тунгусский метеорит и проблема палеовизита [Текст] / В. В. Рубцов // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Сергиенко, Н. А.** Разбаланс атомов как возможный источник энергии Тунгусского взрыва [Текст] / Н. А. Сергиенко, В. К. Журавлев // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Симонов, А. А.** Возможные энергетические и радиационные механизмы Тунгусской катастрофы 1908 года на основе МГД теории плазменных явлений [Текст] / А. А. Симонов // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Светцов, В. В.** Что могли увидеть очевидцы Тунгусского события [Текст] / В. В. Светцов // Юбилейная научная конференция 95 лет Тунгусской проблеме 1908–2003: тез. докл. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2003. – С. 72–75.
- 100 лет Тунгусскому Кометному Телу** [Текст] : материалы конф., Санкт-Петербург, 25 марта 2008 г. – СПб., 2008.
- Цынбал, М. Н.** Об ожоге и пожаре в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / М. Н. Цынбал, В. Э. Шнитке // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1988. – С. 41–72.
- Черняев, А. Ф.** Камни падают в небо или вещественный эфир и антигравитация [Текст] / А. Ф. Черняев // Тунгусский феномен, Бермудский треугольник, Сасово. – М. : ЗАО Белые альвы, 1999.
- Фесенков, В. Г.** О кометной природе Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фесенков // Астрон. журн. – 1961. – 38. – Вып. 4. – С. 577–592.
- Эпиктетова Л. Е.** Траектория Тунгусского метеорита из показаний очевидцев [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // *(настоящий сборник)*. – 2008.

Е. В. МАЛИНОВСКИЙ (Москва)

### ТУНГУСКА КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН

Как известно, Тунгусский феномен привлекает внимание науки уже более 70 лет. За этот срок сменилось несколько поколений исследователей, ушли в небытие научные парадигмы, обновилась техническая база научных исследований. Однако, несмотря на то, что накоплен огромный эмпирический материал, есть явные победы и продвижения, проблему в целом нельзя назвать решенной.

Вернее «решалась» и «решается» Тунгусская загадка многократно. И всегда очередное «окончательное» решение рождалось на свет с помощью ножниц и клея – часть фактов отрезалась, отбрасывалась, объявлялась ненаучной. Впрочем, в рамках данной работы мы не намерены аргументировать этот тезис. Тех же, кто придерживается прямо противоположной точки зрения, мы призываем на время чтения принять как данность, что есть и другое мнение. И, поскольку оно существует, то есть ряд предпосылок и аргументов в его пользу.

Можно сказать, что Тунгусская проблема не решена только в силу того, что есть значительная группа лиц, «включенных» в проблему и стоящих на этой точке зрения. Правы они или нет, но это социокультурный факт, который и задает тему для особого видения ситуации.

#### Тунгусская проблема как ненаучная

Для ученого ценность работы по Тунгуске кроется в самом содержании проблемы. Нет нужды расписывать привлекательность Тунгусского дива. Здесь и масштабность природного явления, и его уникальный характер, и загадочные эффекты, похожие на след техногенной катастрофы... Любопытных отсылает к обширной литературе.

Нас же интересует Тунгусская проблема с весьма специфической точки зрения – методологической. В научном сообществе бытует мнение, что методология вообще и методология науки в частности, есть нечто подчиненное научной работе, нечто такое, чем серьезный ученый занимается «по ходу дела», и, в общем, не требующее никаких особых средств, отличных от мыслительного аппарата науки. Эту точку зрения мы считаем совершенно неперспективной, неэффективной и тормозящей движение научных разработок.

Иное видение места и сути методологической деятельности было выработано в нашей стране в работах Московского методологического кружка (ММК), и в частности, его лидера и руководителя Г. П. Щедровицкого. Согласно представлениям ММК, методологическая работа имеет особый, отдельный от научного, статус. Более того, хотя она может выступать в качестве сервиса для науки, методология всегда «ортогональна» науке и требует принципиально других средств и подходов, а главное – другого устройства сознания исследователя. Если ученый-естественник устремлен на познание объективного, на изучение противостоящей ему природы, то методолог видит, прежде всего, социальную практику, деятельность, мышление и затруднения в деятельности и мышлении. Поэтому в методологической работе превалирует инженерно-проектный, а не исследовательский подход.

Таким образом, мы приходим к нашему тезису. *Из методологической позиции проблема Тунгуски представляется не как научная, связанная с открытием или исследованием чего-то, а как затруднение в практике и, прежде всего, в практике мышления.* Как методологов нас интересует не феномен Тунгуски как таковой, а причина того, почему за столь долгий срок Тунгусская проблема так и не была разрешена.

#### Зачем методология Тунгуске

Если мы придерживаемся понимания науки и методологии как принципиально разных практик, следует четко определить взаимоотношения между ними. Методология, безусловно, есть сервис для любой деятельности. И как сервис методологическая работа исходит из затруднения в практике, имея в виду перестройку системы практики в целях преодоления затруднения. Если мы имеем в виду сферу мыслительной деятельности, то воздействие методологической рефлексивной работы может выражаться в поставке средств мышления, способов организации работы, культурных форм фиксации знаний. *Методолог не решает научных задач, а формирует предпосылки для их решения, прежде всего, в виде программ и проектов.*

Для понимания этого тезиса рассмотрим два полярных взгляда, две точки зрения на современное состояние Тунгусской проблемы и, соответственно, пути дальнейшего движения.

На сегодняшний день степень обработанности материала для того, чтобы прийти к решению вопроса, недостаточна, – говорят сторонники первой точки зрения, – нужны более тщательные полевые исследования, инвентаризация и критика уже существующего, тем более, что многое делалось «не так».

Второй подход сводится к тому, что, в общем-то, данных уже достаточно, не хватает универсальной теории, гипотезы, свежего взгляда, надо бы свести всю информацию воедино и тогда...

Обе точки зрения оправданны и осмысленны. Однако у обеих позиций есть общее слабое место – как программы исследований, так и гипотезы строятся во многом произвольно, на основе интуиции. Первую скрипку играют личные предпочтения разработчика программы, сфера его интересов, а не серьезное обоснование. Отсюда широко распространенная практика копания в частностях, исследования ради исследования, а не ради решения проблемы в целом.

Поэтому основным результатом методологической работы для Тунгусских исследований должна стать *обоснованная научная программа*, которая приведет к решению проблемы. Можно сказать, что эта программа и может возникнуть исключительно через методологическую рефлексию, потому что решение вопроса лежит на пути преодоления специфических затруднений в мышлении, неадекватности и несогласованности мыслительных средств. Эти затруднения исследователь-естественник видит как проблемы в материале, в объекте изучения.

Логика здесь очень простая. *Чтобы решить проблемы в объекте, надо увидеть проблемы в мышлении*, найти пути перестройки мыслительного процесса в рамках методологии и перевести результат в программу научных разработок. Такую программу, где каждый блок является необходимым шагом на пути к решению вопроса. *Методология не может и не должна решить научную проблему, цель ее – создать обеспеченный средствами план действий, с помощью которого можно прийти к решению.*

### **Зачем Тунгуска методологии**

Несмотря на обилие и разнообразие методологических средств и концептов, в настоящее время можно сказать, что *инструментарий для анализа сложных междисциплинарных научных проблем далек от совершенства*. Хотя общие подходы широко известны, пока мы не имеем формализованной технологии подобной деятельности. В свете этой ситуации наиболее актуальна работа по апробации и тестированию разнообразных средств и методик на комфортном материале. *Нужен своего рода испытательный полигон, максимально удобный и приспособленный для работы.*

Чем же интересна в этом ключе Тунгусская проблема для методологии? На наш взгляд, именно она может служить таким идеальным полигоном для создания новых инструментов, технологий, методик организации и методологического обеспечения комплексных исследований. Тому есть несколько предпосылок.

Во-первых, проблема, как уже говорилось выше, не решена. *А любая работа над живой проблемой актуальней разбора динамики проблем в истории науки*. Второе преимущество – *компактность*. Несмотря на длительную историю, все материалы (по крайней мере, опубликованные) представляют собой нечто обозримое. В этом смысле для методологического анализа возможно взять полный корпус текстов, что крайне трудоемко во многих других случаях, либо по причине обширности литературы, либо по причине разбросанности, растворенности нужного тематического пласта в текстах другой тематики. *Обозримость текстов – одно из чрезвычайно благоприятных обстоятельств.*

Третья важная характеристика проблемы заключается в том, что *в относительно компактном виде отражено историческое развитие целого комплекса предметных представлений*, так как весь корпус текстов «растянут» почти на 90 лет.

Четвертая особенность – это *комплексный мультидисциплинарный характер проблемы*. Это позволяет на узко выделенном модельном материале проанализировать, практически, все основные механизмы работы современных естественных наук. Следовательно, систему методов с легкостью можно будет использовать в других областях.

И, наконец, последнее. Тунгусская проблема не является узконаучной, а *имеет мировоззренческое измерение*. Отметим здесь только два аспекта – вопрос о возможной техногенной природе Тунгусского феномена и проблемы потенциальной глобальной катастрофы, вызванной космическим телом.

Можно сказать, что *такой набор характеристик является уникальным для современной науки*. В один ряд с Тунгусской, по сложности структуры знания, можно поставить, пожалуй, проблемы происхождения жизни, объяснения аномальных явлений, вопрос о природе сознания. Однако, очевидно, что *все они гораздо более трудоемки для методологической работы.*

\*\*\*

Вопросы, поднятые в рамках данной статьи, безусловно, во многом описаны лишь схематично. Требуется подробное обсуждение состава методологических работ по проблеме. Нужно детальное описание особенностей решения методологических и научных задач в рамках Тунгуски...

Однако нашей целью было обрисовать самые общие основания взгляда на Тунгусскую проблему, выделить специфическую, автономную точку зрения на нее. На этой основе можно будет в дальнейшем перейти к более частным проблемам проектирования методологических разработок в рамках тунгусской тематики.

## НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТУНГУССКОГО ФЕНОМЕНА

Обзор

### Две стратегии

30 июня 2008 года исполнится 100 лет со дня грандиозной космической катастрофы на территории Центральной Сибири, вошедшей в историю науки как феномен, связанный с падением Тунгусского метеорита. История изучения этого феномена растянулась на многие десятилетия и еще не закончена. Она оказалась не менее необычной, чем сам феномен [Кринов, 1949; Журавлев, Зигель, 1998; Плеханов, 2000; Бронштэн, 2000; Васильев, 2004; Sugendra Verma, 2005]. Безуспешные поиски осколков предполагавшегося гигантского метеорита, изучение таежного района площадью свыше 15000 кв. км, сохранившего разнообразные следы катастрофы, составление каталогов и карт этих следов, открытие в научных архивах необычных геофизических эффектов, совпавших со временем катастрофы, поиски и опрос очевидцев, моделирование некоторых сторон феномена (физическое и компьютерное), изучение районов, которые могли рассматриваться как фоновые – вся эта огромная работа вошла в историю отечественной науки как небывалая научная и культурно-историческая эпопея, охватившая весь XX век.

В июне 2003 г. в Москве, в Государственном Астрономическом Институте им. Штернберга состоялась научная конференция, посвященная 95-летию Тунгусской проблемы. Выступая с докладом о современном состоянии проблемы Тунгусского метеорита, известный ее исследователь астроном В. А. Бронштэн, охарактеризовал итоги научных исследований в XX веке следующим образом [Юбилейная..., 2003]:

«Я считаю, что никакой «тайны» или «загадки» уже не осталось – самые различные методы исследования говорят в пользу кометной природы Тунгусского космического тела». Такую же позицию занимает и академик С. С. Григорян, разработавший количественную теорию движения и разрушения в атмосфере больших тел, двигающихся с космическими скоростями [там же]. Теорию Григоряна рассматривают как подтверждение кометной природы Тунгусского космического тела. Но из нее следует, что разлет обломков дробящегося тела является вероятностным процессом. Поэтому, по мнению автора теории, расчеты судьбы каждого обломка мало интересны. *Но именно наличие прогноза зон выпадения осколков представляет главную ценность любой теории для полевых исследований района катастрофы.*

Руководители полевых исследований Тунгусского феномена 60-80-х годов исходили из простой и ясной посылки, что только обнаружение бесспорных материальных остатков космического тела (в виде макроскопических осколков, микроскопических частиц или скоплений пыли) может быть доказательством верности той или иной гипотезы о природе Тунгусского болида [Васильев, 2004]. Выводы на основании косвенных свидетельств могут рассматриваться только как предварительные – до тех пор, пока структура и химический состав гипотетических малых космических тел, в том числе кометных, не будут исследованы так же детально, как изучен сейчас состав обломков астероидов – метеоритов.

Критерии опознания вещества Тунгусского космического тела в процессе исследования района тайги, подвергнутого разрушениям 30 июня 1908 года, в кометной гипотезе опираются только на телескопические наблюдения спектров кометных хвостов и комы, а также на исследования околокометной атмосферы с космических станций.

Проблема существования неизвестных компонент кометных ядер даже после космических миссий автоматических станций к кометам по-прежнему является актуальной. Неизвестно, насколько велико разнообразие химического состава, структур и энергетики различных комет. Не закончен и спор между сторонниками ледяной и эруптивной гипотез о происхождении комет.

Можно было бы ожидать от приверженцев кометной гипотезы, что единственный в истории науки эпизод, когда одна из комет сама прибыла в атмосферу Земли, в руки исследователей, не требуя особых затрат для инструментального изучения последствий, будет использован учеными для детальнейшего исследования следов ее взаимодействия с атмосферой и биосферой и уточнения ее химического состава. Как ни странно, этого не произошло.

Усилия ученых, изучавших Тунгусский феномен, прежде всего, были нацелены на обоснование тезиса, что Тунгусский болид был ядром небольшой кометы, свойства которой полностью совпадают с ледяной моделью кометного ядра, наиболее авторитетной среди астрономов. Сами же исследования района, где произошел контакт предполагаемого осколка кометы Энке с поверхностью Земли, производились преимущественно силами энтузиастов и лишь в минимальной степени интересовали профессиональных кометологов. При прямом контакте со следами разрушившегося кометного ядра можно было ожидать обнаружения каких-то новых фактов, недоступных при дистанционном зондировании и телескопических наблюдениях. Но возможность получения неожиданных научных результатов о кометах на пути изучения Тунгусского феномена профессиональными астрономами никогда не рассматривалась.

Стратегия изучения Тунгусской катастрофы самостоятельными экспедициями, последовательно осуществлявшаяся под руководством заслуженного деятеля науки профессора Г. Ф. Плеханова и академика Н. В. Васильева, не строилась на фундаменте какой-либо гипотезы. На первом этапе послевоенных исследований проблемы ставилась задача сбора и детального научного анализа любых фактов, которые,

бесспорно или предположительно, могли быть связаны с Тунгусским феноменом – идея «пространственно-временного креста» в формулировке Г. Ф. Плеханова [2000].

Ученые-профессионалы астрономии, метеоритики и космохимии считали эту стратегию избыточной. Опираясь на исторический опыт астрономии и метеоритики, они постулировали как не подлежащий сомнению факт, что в атмосферу Земли из космического пространства может войти лишь одно из двух видов малых тел Солнечной системы – осколок астероида или осколок ядра кометы. Отрицательный результат первых экспедиций, не обнаруживших обломков метеорита, оставлял лишь один вариант объяснения причины Тунгусского феномена – кометный. На этом фундаменте и строилась их стратегия и методология изучения Тунгусской катастрофы с 1958 года. Поэтому такие программы исследования, как детальное картирование поваленного леса, изучение следов пожара и ожога деревьев, изучение биоценоза, возникшего на месте уничтоженной тайги, и, тем более, – исследование радиоактивного фона в центре катастрофы – считались неактуальными, так как они, очевидно, не могли дать прямого ответа на вопрос о вещественном составе космического тела, явившегося причиной разрушений в тайге.

«К 1970-м гг. стало очевидно, что решить проблему Тунгусского метеорита можно, только сочетая исследования по физике взрыва с изучением материального состава взорвавшегося тела» [Васильев, 1986, с. 3]. Но многолетняя масштабная программа поисков распыленного кометного вещества в почве и торфяных болотах на территории в тысячи квадратных километров вокруг центральной зоны катастрофы не привела к вполне однозначным результатам.

Полевые исследования, направленные на обнаружение тугоплавкой компоненты расплывшегося ядра кометы, дали неопределенный и, скорее всего, отрицательный результат: оплавленная силикатная пыль, извлеченная из торфяных и почвенных слоев на территории катастрофы, нигде не образовывала каких либо явных зон сгущений, которые можно было бы связать с зонами бесспорных следов катастрофы (вывала леса, пожара или мест ускоренного восстановления погибшего леса).

По современным представлениям кометной астрономии тугоплавкая компонента в ядрах типичных комет составляет от трети до половины их массы. Масса Тунгусской кометы, по оценке академика В. Г. Фесенкова, при распылении над Северным полушарием должна была быть порядка 1 миллиона тонн (оценка по спектрам помутнения атмосферы летом 1908 года в Калифорнии). Экстраполяция массы обнаруженных силикатных микросферул в торфяных слоях, соответствующих году катастрофы, дает цифру, не превышающую нескольких тонн (по другим оценкам – в десятки раз меньше). Превышения содержания силикатных сферул, как в центре катастрофы, так и в направлении возможного ветрового шлейфа, практически соизмеримы со статистическими колебаниями фона выпадения космической пыли. По мнению томских ученых – организаторов и руководителей полевых программ – поиски мелкодисперсной составляющей выпадения вещества Тунгусского космического тела, начатые под руководством Н. В. Васильева в 1969 году, дали к началу 80-х гг. в целом отрицательный результат [Анфиногенов и др., 2003]. Сам Васильев был согласен с такой оценкой лишь частично [Васильев, 1986].

Не дав вполне однозначного ответа на вопрос о химическом составе источника Тунгусского взрыва, проведенные исследования, тем не менее, позволили сделать несколько косвенных, но достаточно правдоподобных выводов о веществе взорвавшегося тела, его территориальном распределении и взаимодействии с биосферой.

Наиболее ярким и обоснованным фактическим материалом полевых и лабораторных исследований был результат, полученный коллективом под руководством московского геохимика Е. М. Колесникова, по изучению аномалий стабильных изотопов в слоях торфа на конечном участке существования Тунгусского болида [Колесников и др., 1998; 2003]. Небольшие отклонения изотопных отношений водорода, углерода, азота и свинца в слое торфа, включающего год катастрофы, свидетельствовали о внесении неземного вещества в биосферу в районе разрушения Тунгусского болида. Состав этого вещества, по ряду косвенных признаков, можно было рассматривать как промежуточный между химическим составом типичных комет и углистых хондритов I типа. Эти результаты можно было согласовать с ледяной моделью кометы и рассматривать как прямое подтверждение кометной гипотезы. По мнению ряда авторитетных исследователей, такой итог давал основание считать проблему Тунгусской катастрофы в принципе решенной.

Однако самым важным – по нашему мнению – результатом послевоенного этапа истории исследования Тунгусского феномена было обнаружение фактов, которые **не могли быть предсказаны с позиций кометной гипотезы**. Взаимодействие и соревнование двух различных стратегий решения Тунгусской проблемы оказалось стимулом к получению результатов, заслуживающих оценки как неожиданные (и потому особенно ценные) *научные открытия*.

### Парадоксы взрыва

После обсуждения результатов экспедиции Комитета по метеоритам АН СССР, проведенной под руководством К. П. Флоренского в 1958 году, академик М. А. Садовский на специальном совещании в Москве в январе 1959 года высказал мнение, что «судя по размерам разрушений, энергия взрыва составляет около 10 миллионов тонн тротила, а по характеру разрушений взрыв походит на воздушный, над поверхностью Земли. Однако необычно вытянутая форма района разрушений, несимметрия относительно центра, и другие особенности говорят о том, что источник взрыва был сложной формы. Для исследования этого уникального явления природы предстояло применить все накопленные знания о взрыве

и об ударных волнах и их поражающем действии» [Цикулин, 1969, с.5]. Хотя результаты экспедиции Флоренского следовало рассматривать как предварительные (границы и форму области поваленной тайги тогда еще предстояло установить), в истории метеоритики это был первый случай, когда физики и аэродинамики пришли к заключению, что малое тело Солнечной системы, вторгшееся в атмосферу Земли, не достигло ее поверхности, не сгорело и не раздробилось в воздухе, а взорвалось на большой высоте, выделив энергию, сравнимую с энергией термоядерного взрыва!

Этот вывод был **парадоксальным** для метеоритики. Однако для *истории метеоритики* сразу же возник второй парадокс. Он заключался в том, что приоритет нового открытия принадлежал не Флоренскому и не Садовскому, а писателю и инженеру Александру Казанцеву, опубликовавшему «диагноз» о причине гибели леса задолго до 1959 года – в 1946 году на страницах научно-популярного журнала «Вокруг света» в рассказе «Взрыв», под которым стояло многозначительное уточнение: «рассказ-гипотеза». Но Казанцев за основу своей модели взрыва брал не ядро ледяной кометы, а ядерный взрыв реактивных двигателей фантастической марсианской ракеты. Возникший после публикаций Казанцева «социологический взрыв», взрыв в сфере общественного мнения, подробно описан в книгах по истории Тунгусской проблемы [Журавлев, Зигель, 1998; Бронштэн, 2000; Surendra Verma, 2005].

Величина энергии воздушного взрыва рассчитывалась многократно по барограммам и сейсмограммам, зарегистрировавшим ударную волну, опустошившую район эвенкийской тайги площадью более 2000 кв. км. Оценки этой энергии, сделанные независимо десятью авторами разными методами, дали значения тротилового эквивалента в интервале от 10 до 50 мегатонн тротилового эквивалента [Бронштэн, 2000; Васильев, 2004].

Сравнение визуально наблюдаемой картины разрушений и ожогов с рассчитанной (по записям самописцев в момент катастрофы) величиной энергии взрыва создает впечатление о близости к истинной величине нижних значений указанного интервала энергии.

Высота взрыва по независимым оценкам пяти авторов составляла от 5 до 11 км [Васильев, 2004].

Картирование территории вывала по методике, разработанной В. Г. Фастом и под его руководством, продолжалось с 1961 по 1979 гг. Обработка полевых дневников на компьютере позволила установить простую связь между важной статистической характеристикой массива поваленных деревьев – стандартным отклонением  $s$  от среднего азимута повала и аэродинамическим давлением  $a$  ( $H/m^2$ ) воздушного напора, валившего деревья:

$$a = \text{const} / s$$

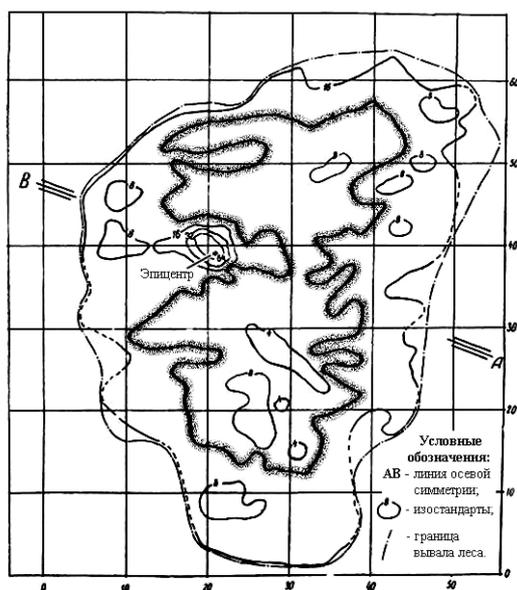
Справедливость этой формулы Фастом была строго математически доказана [Фаст, 1967].

Из нее с очевидностью следует, что изолинии стандартных отклонений поваленных деревьев на любой пробной площади на территории вывала, названные «изостандартами», являются изодинамами, изображающими территориальное распределение величины аэродинамического напора воздуха за фронтом ударной волны. Одновременно, факт справедливости формулы Фаста можно рассматривать как математическое доказательство физического действия на лес

*сильной* ударной волны, а, следовательно, высокой концентрации энергии в объеме источника генерации ударной волны. Ударная волна химического взрыва не смогла бы повалить 100 % деревьев на территории 600 кв. км.

Выдающийся результат Фаста, позволивший восстановить точную картину действовавших на деревья сил (рис.1), оказался, однако, практически невостребованным при построении компьютерных моделей Тунгусского взрыва. Можно предполагать, что это произошло из-за того, что эта картина оказалась не только неожиданной, но и слишком сложной. Анизотропия площади поражения, признаки осевой и центральной симметрии действия источника и, наконец, наличие симметричных зон, где явно проявились кумулятивные эффекты ударных волн – все эти конкретные следы, оставленные в тайге взрывом конкретной Тунгусской кометы (а не упрощенной ее моделью) – до сих пор не рассматривались никем из теоретиков. Для точного моделирования действия источника взрыва нужно было сконструировать не просто сложную его модель, но модель подозрительно похожую на сложную инженерную конструкцию. Такая модель плохо сочетается с обычными представлениями о структуре кометного ядра.

Следующий шаг в обработке информации, сосредоточенной в каталоге Фаста [Фаст и др., 1983], был сделан Д. В. Деминим [2001]. Разработав оригинальную



**Рис.1.** Контур зоны вывала леса (площадь 2150 км<sup>2</sup>) [Фаст, 1967].

Линии внутри этого контура – изостандарты, их физический смысл – изодинамы горизонтальной составляющей фронта ударной волны.

На схеме выделена изодинама максимального аэродинамического напора, форма которой указывает на симметричность и сложность источника взрыва.

компьютерную программу выявления регулярных структур в хаосе дисперсии поваленных деревьев, он подтвердил забытые наблюдения участников довоенных экспедиций о необъяснимых эффектах на местности, которые Е. Л. Кринов назвал «лучистым характером действия ударной волны» [Кринов, 1949, с. 160-161].

Выявленные Фастом симметричные аномалии изоклин средних направлений поваленных стволов в южном крыле зоны вывала, след сложной системы ударных волн, запечатленный торфяным слоем эпохи катастрофы – дополняют перечень непонятных эффектов Тунгусского феномена, выявленных в ходе полевых исследований (рис.1-3). Эти и другие эффекты, зафиксированные в каталогах и картах, составленных в ходе многолетних полевых исследований района катастрофы, сейчас не поддаются не только интерпретации, но и моделированию – они не могли быть предсказаны на основе современных представлений о строении комет и явились полной неожиданностью для ученых. Проверка и детальное исследование большинства из них в районе катастрофы уже невозможно – во-первых, по причине исчезновения последних следов вывала, во-вторых, по причине прекращения в новом веке нефинансируемых добровольных экспедиций, способных выполнить исследования еще сохранившихся следов катастрофы в тех масштабах, которые были реальными в 60 – 70-х гг.

Однако работа с каталогом вывала, не законченная В. Г. Фастом, не только возможна, но и остро необходима. Вторая часть каталога вывала [Фаст и др., 1983] также не привлекла внимания специалистов.

Не начата и работа по сравнению данных каталога вывала, составленного под руководством Фаста, с данными полевых исследований вывала экспедициями В. И. Ковалья в 70 – 80 гг. [Коваль, 2000].

Сложный характер энергоактивной зоны взрыва Тунгусского космического тела (рис. 2) указывает на то, что натурное моделирование его взрыва, начатое М. А. Цикулиным и И. Т. Зоткиным, и компьютерное моделирование, выполненное коллективом академика В. П. Коробейникова, являются лишь первыми шагами, «нулевым приближением» к адекватной модели взрывоподобного разрушения Тунгусского болида. Общий анализ реальной картины Тунгусского вывала, сложившейся в результате многолетних полевых работ в районе катастрофы, был сделан Г. Ф. Плехановым [2005]. Попыток промоделировать на компьютерах механизм и условия возникновения этой картины до сих пор сделано не было – опубликованные модели носят во многом абстрактный характер, не претендующий на объяснение конкретных карт разрушений и следов катастрофы в тайге. Это обстоятельство не является случайным – событие 30 июня 1908 года не имеет аналогов на том отрезке истории нашей планеты, когда оно могло быть зафиксировано не природными объектами, а средствами науки, приборами и наблюдателями. Важно, что в настоящее время ученые во всем мире пришли к выводу, что Тунгусская катастрофа – это не просто очередное падение очень большого метеорита, которое интересно только с точки зрения фундаментальной науки, а «самый опасный удар космического тела за последнее тысячелетие» [Светцов, Шувалов, 2005].

В последние 12 лет произошли серьезные изменения в области численного моделирования Тунгусского феномена. Это было связано с осознанием мировой фундаментальной и прикладной наукой реальной опасности столкновения Земли с малыми телами Солнечной системы – астероидами и кометами. Научные встречи и конференции по этой проблеме с участием NASA ведутся с 1981 года. Первая международная научная конференция в России «Защита Земли от опасных космических объектов» состоялась в 1994 году на Урале, в г. Снежинске. На ней работала секция «Проблема Тунгусского метеорита». Об актуальности проблемы говорил почетный гость этой

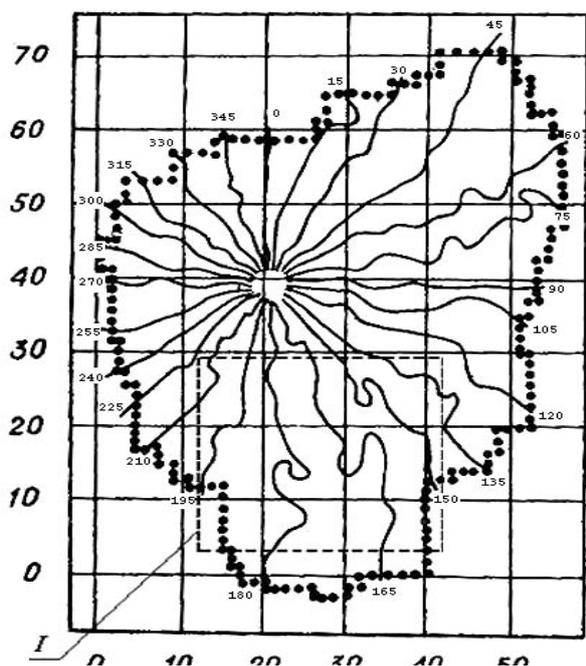
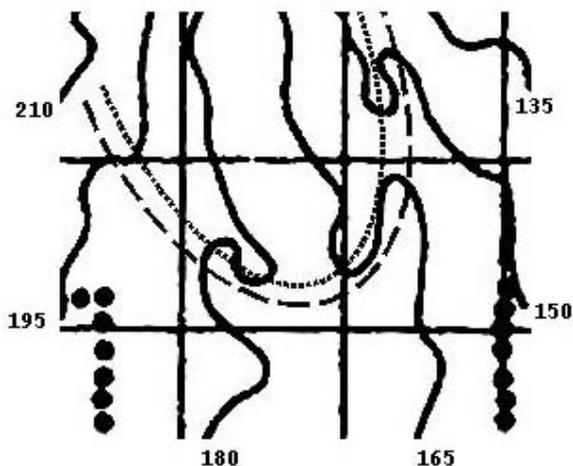


Рис.2. (а). Контур зоны вывала леса с линиями равных средних направлений поваленных деревьев – изоклин (по [Фаст и др., 1976]).

Цифры у изоклин – азимуты средних направлений поваленных деревьев вдоль изоклины. В южном крыле зоны вывала выделена (в рамке) симметричная аномалия изоклин. (б) Дугообразные линии, проведенные через точки перегиба изоклин, А.Е.Злобин сравнил с аэродинамической каустикой – фокусированием волн давления при старте сверхзвукового самолета.



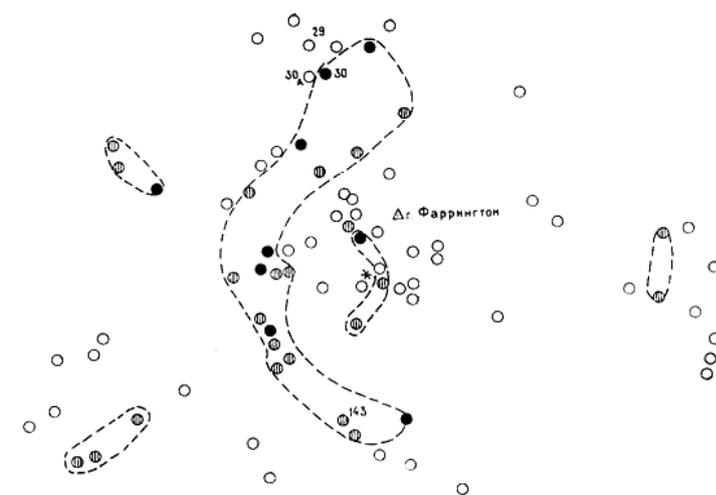
конференции профессор Эдвард Теллер, отметив, что «Тунгусский метеорит успешно изучался в России». В 1995 году в Новосибирске академик А. С. Алексеев выступил с инициативой создания компьютерного банка данных по Тунгусской проблеме. Первые шаги в этом направлении были сделаны в Вычислительном центре Новосибирского Академгородка.

В настоящее время центр этой работы переместился в Томск, в Институт оптики атмосферы СО РАН.

В Москве численное моделирование Тунгусского феномена ведут научные работники Института динамики геосфер РАН, Института механики и ГАИШ МГУ. В Институте инновационных и термоядерных исследований в г. Троицке исследуются образцы природных объектов из района Тунгусской катастрофы и сделаны первые шаги в области натурного моделирования разрушения комет. Итоги этого нового этапа Тунгусской проблемы подведены в коллективной монографии [Катастрофическое..., 2005].

### Задача об ожоге

В экспедиции 1961 года на деревьях, переживших воздействие взрыва в центральной части района разрушений, И. М. Зенкиным и А. Г. Ильиным были обнаружены характерные ожоги живых веток, которые были проинтерпретированы специалистами



**Рис.3.** Карта зольности (по [Львов и др., 1976]) – следы ударных волн, записанные слоем торфа 1908 года в центре Тунгусской катастрофы. Их происхождение не расшифровано. Геометрия аномалии хорошо совпадает с компьютерной моделью ударных волн при взрыве заряда на границе твердого тела и атмосферы [Журавлев, Зигель, 1998, Журавлев, 2003]).

**Обозначения:** темный кружок – большой пик зольности, сетчатый кружок – небольшой пик зольности, пустой кружок – колонка торфа не содержит пиков зольности. Звездочкой обозначен эпицентр вывала по Фасту, треугольник – вершина горы Фаррингтон, расстояние между ними – 4,3 км.

как «след лучистого ожога», вызванного радиацией взрыва. При этом взрыв Тунгусского болида рассматривался по аналогии с ядерным взрывом. Поскольку позднее И. К. Дорошиным на основании детального изучения послекатастрофных пожарных повреждений деревьев было высказано мнение, что указанный тип повреждений мог иметь и другую природу [Дорошин, 2005], то ожоги ветвей, связанные с гибелью слоя камбия, стали именовать следами «лучистого ожога» только в кавычках, т.е. условно. Было выявлено – разными методами – два эпицентра ожога (эпицентр Зенкина на южном берегу Южного болота, расположенный с хорошей точностью на «первой траектории Фаста» и эпицентр Воробьева-Дёмина, через который проходила линия, отождествлявшаяся со «второй траекторией Фаста» [Журавлев, Зигель, 1998]). Эти совпадения не могли быть случайными, так как проекции траектории и расположение точек эпицентров рассчитывались совершенно разными методами по разным следам – направлениям мертвых стволов и линейным ожогам ветвей деревьев, переживших катастрофу. Ощущения ожога очевидцами в Ванаваре при количественных оценках давали значения величины лучистой энергии, для которых интерпретация ожогов как следствия инфракрасного и светового воздействия взрыва болида оказывалась вполне правдоподобной [Журавлев, 1967]. Было выдвинуто два варианта альтернативных объяснений возникновения этих ожогов. Одна из них базировалась на гипотезе Дорошина о возникновении в момент взрыва болида огненного шквала [Дорошин, 2005], другая – на предположении О. Г. Гладышевой о возникновении во время пролета Тунгусского болида мощного электрического разряда, соединившего кратер палеовулкана с ионосферой [Гладышева, 2008].

С точки зрения инженерной деятельности по защите планеты от опасных космических объектов возникшая неоднозначность объяснений возникновения ожогов и пожара при Тунгусской катастрофе требует детального анализа и надежного установления истинных причин поражений тайги. Для этого требуется информация о характере лучевых повреждений деревьев в результате ядерных и химических взрывов над лесом, изучение леса в районе падения Витимского болида, компьютерный анализ каталога ожога в центре Тунгусской катастрофы и дополнительные полевые исследования на территории ГПЗ «Тунгусский» (следы термических повреждений еще сохранились и доступны для изучения).

### Термолюминесцентный след

Б. Ф. Бидюков выявил две особенности в территориальном распределении светосумм термолюминесценции (ТЛ) минеральной составляющей почвенных проб, отобранных в зоне, прилегающей к эпицентру вывала леса: повышение уровня термовысвечивания до 15 км и более локальное – до 6 км – ослабление ТЛ ниже фонового уровня. Составлен каталог ТЛ-характеристик почв района Тунгусского падения [Бидюков и др., 1990], отобрано большое количество проб на разных расстояниях от эпицентра, проведены эксперименты по отжигу и восстановлению характерных пиков термовысвечивания. Выявлена территориальная корреляция эффектов изменения фоновой ТЛ с ожогом ветвей лиственниц: пробы

с максимальными пиками термовысвечивания находятся в полосе слабого ожога, и наоборот, в области наиболее интенсивного ожога находятся пробы, содержащие частицы кварца с уровнем термовысвечивания ниже фона.

Стертый при нагреве пик ТЛ восстанавливался в результате облучения образца гамма-излучением кобальтовой пушки. Полоса проб с повышенной ТЛ совпадает с территорией, на которую проецируется вторая траектория Фаста, что вряд ли является случайностью. Объяснить увеличение пиков ТЛ-воздействием ультрафиолетового излучения болида невозможно не только по причине большой высоты пролета, но и вследствие того, что пробы почвы отбирались из-под толстого слоя лесной подстилки, которая надежно их экранировала от излучений светового диапазона. Кроме того, экспериментальные данные показывают, что ультрафиолетовое излучение стирает природные уровни ТЛ, но его энергии недостаточно для значительного увеличения ТЛ-характеристик выше фоновых.

Предположение, что термоллюминесцентный след может быть связан с действием жесткой компоненты излучения болида, является серьезным стимулом к возобновлению и расширению исследований по остановленной в настоящее время программе «Термоллюм». Особенно после публикации В. А. Алексеевым результатов обнаружения в частицах пыли, законсервированных в смоле катастрофических повреждений деревьев, высоких содержаний  $He^3$  – факт, который автор интерпретирует как след термоядерного процесса [Алексеев и др., 2005]. Следы воздействия, записанные почвенными минералами в виде аномалий пиков термоллюминесценции, могут сохраняться в течение длительных интервалов геологической шкалы времени и доступны изучению и в настоящее время.

### Геомагнитная буря после взрыва Тунгусского болида

На возможность метеоромагнитных явлений обращали внимание такие классики науки как Гаусс и Гумбольдт. Но только в 1946 году были сделаны первые записи импульсов геомагнитного поля, порожденных метеорными потоками или отдельными метеорами. При использовании индукционных магнитометров можно регистрировать всплески напряженности магнитного поля от 0,1 до 50 и более нТл.

Однако вплоть до 1959 года не было попыток обнаружить на магнитограммах 1908 года магнитное возмущение, которое должен был оставить Тунгусский сверхболид. Гипотеза о возможной ядерной природе Тунгусского взрыва в это время «пересеклась» с новым эмпирическим фактом: термоядерные взрывы на высотах от 10 до 70 км порождали региональные геомагнитные бури в районе испытательного полигона. Этот тип магнитных возмущений имел все характерные признаки обычных мировых геомагнитных бурь, порождаемых выбросами плазмы при вспышках на Солнце. В случае ядерных взрывов источником плазмы было кратковременно возникающее «искусственное солнце» – огненный шар ядерного взрыва, испускающий ионизирующее излучение. Естественно, время жизни искусственной геомагнитной бури определялось временем жизни огненного шара.

Геофизики А. Ф. Ковалевский и К. Г. Иванов, первыми детально проанализировавшие обнаруженные в Иркутске магнитограммы 30 июня 1908 года, согласились, что магнитное возмущение, совпавшее по времени с сейсмическими и барографическими эффектами, зарегистрированными при пролете Тунгусского болида, можно назвать геомагнитной бурей необычно малой продолжительности. Импульс напряженности магнитного поля, явившийся началом возмущения, возник примерно через 6 минут после момента взрыва болида (рассчитанного по сейсмограмме).

В нижеприведенной таблице характеристики магнитного возмущения, вызванного Тунгусским взрывом, сравниваются с аналогичными характеристиками типичных солнечных магнитных бурь (данные о них взяты из монографии Чэпмена и Бартельса «Геомагнетизм», Оксфорд, 1940 г.).

Таблица. – Сравнение типичных геомагнитных бурь с геомагнитным эффектом Тунгусского феномена

Фазы возмущения	Типичная солнечная магнитная буря	Геомагнитное возмущение Тунгусского взрыва
Внезапное начало <b>H</b> (первая фаза)	внезапный рост <b>H</b> на 10–20 нТл	Внезапный рост <b>H</b> на 3,5 нТл
Длительность фазы	30 мин.	2,3 мин
Начальная фаза	рост <b>H</b> на 10–20 нТл	рост <b>H</b> на 20 нТл
Длительность начальной фазы	1 час или больше	32 мин
Главная фаза	уменьшение <b>H</b> на 50–100 нТл	уменьшение <b>H</b> на 67 нТл
Длительность главной фазы	5–10 час.	1 час 29 мин
Фаза восстановления	возвращение к исходному уровню	возвращение к исходному уровню
Длительность фазы восстановления	10–50 час.	4–5 час.
Возмущение компоненты поля <b>Z</b>	отрицательная бухта 2-12 нТл	отрицательная бухта 25,5 нТл
Длительность бухты:	1,5–2 часа	1 час 51 мин
Возмущение склонения <b>D</b>	100 нТл	отклонение к западу на 10 нТл

Компоненты вектора напряженности геомагнитного поля:

**H** – горизонтальная составляющая поля, **Z** – вертикальная составляющая поля, **D** – магнитное склонение.

Искусственные магнитные бури, порождаемые термоядерными взрывами, имели амплитуды возмущений составляющих вектора напряженности поля – порядка 20-50 нТл, а длительность фаз со-

ставляла 10-20 минут. Расхождение с параметрами Тунгусской бури можно объяснить тем, что тротильный эквивалент этих «эталонных» взрывов не превышал 3 мегатонн, тогда как для Тунгусского болида нижний предел энергии взрыва не мог быть ниже 10 мегатонн тротила (по сейсмограммам).

Аналізу геомагнитного ефекта Тунгусского метеорита посвящено несколько публикаций. Но в большинстве из них решается вопрос о построении модели токовой системы, нарушившей стабильность магнитного поля Земли через 6 минут после взрыва Тунгусского болида, и не затрагиваются главные вопросы – почему это возмущение носило характер именно магнитной бури (точнее – магнитосферной суббури) регионального характера? Откуда появилась плазма в количестве, соответствующем запасу плазмы в огненном шаре 10-мегатонного ядерного взрыва? Почему ионизированный след Тунгусского сверхболида не вызвал никакого возмущения на магнитограммах?

Обнаруженная А. П. Бояркиной и С. Д. Сидорасом палеомагнитная аномалия в центре Тунгусской катастрофы, как показывают численные оценки, вполне могла быть магнитным следом того процесса, который был причиной взрывного начала (первой фазой) Тунгусской магнитной бури [Дмитриев, Журавлев, 1984, с.104-108].

То или иное геомагнитное возмущение в результате такого масштабного феномена, каким была Тунгусская катастрофа, представляется вполне вероятным. Но почему это возмущение носило характер именно солнечной магнитосферной бури со всеми ее типичными фазами и одновременно имело ближайшим аналогом искусственные магнитные бури, возникающие при высотных термоядерных взрывах? Объяснить этот факт только близкими величинами энергии взрыва невозможно. Этот вопрос остается нерешенным и через 50 лет после находки в архивах Сибирского института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн магнитограмм, зафиксировавших непредвиденный след Тунгусского феномена.

### **Экологические последствия**

Экологические последствия Тунгусской катастрофы систематизированы в монографии Н. В. Васильева [2004]. Их появление и характер не могли быть предсказаны, исходя из гипотез естественного космического тела на основании известного о них. Стимулом к их обнаружению служили программы, предполагавшие поиск любых необычных следов в биосфере района катастрофы. После многолетних полевых работ можно определенно выделить следующие достоверные последствия взрыва 1908 года, имеющие отношение к изменению экологической ситуации после катастрофы.

1) Аномально интенсивное возобновление молодого леса в районе, прилегающем к эпицентру взрыва. По заключению В. И. Некрасова, район Тунгусской катастрофы – единственный известный в лесоведении случай, когда лес, выросший на месте уничтоженного ветровалом или пожаром, не просто улучшил свой бонитет (сортность). Имело место скачкообразное улучшение качества древостоя, интенсивность эффекта зависела от расстояния до эпицентра вывала. Там, где до катастрофы преобладали деревья IV – V класса бонитета, новое поколение леса относилось уже ко II или I классу бонитета. При этом виды деревьев, требующие для благоприятного роста разных экологических условий, отзывались на изменение экологической ситуации одинаково – в положительную сторону.

2) Был установлен эффект ускоренного роста старых деревьев, переживших катастрофу, – однако его границы не совпадают с границами ускоренного возобновления деревьев, сменивших погибший лес.

3) Г. Ф. Плехановым обнаружен эффект резкого увеличения в центре катастрофы числа сосен с морфологической аномалией: треххвойностью пучков иголок. Видовым признаком сосны обыкновенной является пучок из двух игл. Однако после облучения семян сосны небольшими дозами жесткой радиации увеличивается число пучков, состоящих из трех и более иголок. Этот эффект может быть признаком мутации. Однако рост треххвойности наблюдается и в результате резкого изменения экологической обстановки (после пожаров, вырубок и т.п.). Эффект, обнаруженный Плехановым, закономерно спадал с расстоянием до центра вывала и имел максимум в районе, над которым закончил свой путь Тунгусский болид («сектор Анфиногенова»).

4) Картирование характеристик послекатастрофного поколения леса в центральной зоне разрушений тайги позволило сделать вывод, что среди этого поколения значительный процент составляют сосны-мутанты (эффект В. А. Драгавцева), причем фактор, вызвавший мутагенез, действовал примерно в 10 раз эффективнее, чем гамма-радиация в экспериментах. Этот вывод был сделан с помощью математической обработки каталога нового леса, и так же, как и эффект Плеханова, по мнению генетиков, нуждался в прямом подтверждении методами генетического анализа семян новых поколений сосны из этого района. Этот анализ не проведен до сих пор, хотя функционирование Государственного природного заповедника «Тунгусский» дает для такой работы возможности, которых не было в 60-70-х гг., когда были получены наиболее интересные результаты, связанные с изучением экологических последствий.

Известны и другие указания на возможное мутагенное действие распыленного вещества или радиации Тунгусского взрыва. Однако они не имеют характера убедительного научного результата.

### **Глобальные эффекты Тунгусского феномена**

Еще в 1949 году академик В. Г. Фесенков опубликовал результаты анализа коэффициентов прозрачности воздуха в июне-сентябре 1908 года, измеренные на нескольких длинах волн видимого и инфракрасного спектров американскими специалистами на обсерватории Маунт-Вильсон в Калифорнии. В июле коэффициент прозрачности на всех длинах волн уменьшился и, пройдя через минимум в начале

августа, вернулся к среднегодовому уровню в сентябре. Эти данные были использованы Фесенковым для определения массы Тунгусской кометы, объяснения оптико-атмосферных аномалий в Евразии после Тунгусской катастрофы и обоснования выдвинутого им варианта кометной гипотезы.

Только в 1988 году спектры коэффициента прозрачности, измеренные по свежим следам события, были вновь рассмотрены коллективом ленинградских геофизиков. Авторы пришли к неожиданным и даже сенсационным выводам [Кондратьев и др., 1988].

1) Масса Тунгусского космического тела была не 1 миллион тонн, как оценил ее В. Г. Фесенков, а не менее 10 миллионов тонн.

2) Помутнение атмосферы в Северном полушарии летом и осенью 1908 года следует связывать не столько с внесением пыли, сколько газообразного диоксида азота.

3) Вторжению Тунгусского болида 30 июня 1908 года предшествовало вторжение в начале мая «Дотунгусского болида», пропущенного астрономами и вызвавшего близкое к катастрофическому запыление атмосферы Северного полушария.

4) Скорость входа в атмосферу Земли Тунгусского болида была невысокой (менее 11 км/с).

5) Вторжение высокоскоростного «Дотунгусского болида» в мае 1908 года произвело сильное разрушительное действие на озоновый слой в Северном полушарии.

6) Общее содержание озона в результате вторжения Тунгусского космического тела не уменьшилось. Наоборот, произошло торможение процесса разрушения озона, и в августе 1908 года над Калифорнией общее содержание озона *увеличилось* на 15 %. Этот процесс способствовал стабилизации температурного режима в масштабах планеты.

7) Спектры, записанные американской обсерваторией, не позволяют установить химический состав облака, принесенного в Калифорнию с места взрыва Тунгусского космического тела, которое ликвидировало «озонную дыру». Но косвенные признаки указывают на возможность присутствия в нем воды и какого-то экзотического аэрозоля, который не удалось идентифицировать.

Работа коллектива академика К. Я. Кондратьева, таким образом, привела к выводам, которые нельзя было заранее предсказать с позиций кометной гипотезы. Оказывается, вторжение комет в атмосферу Земли может приводить к результатам, которые можно рассматривать не как катастрофу, а как процесс регулирования гомеостаза планеты!

Еще до публикации этих результатов А. Н. Дмитриев сформулировал задачу: «прояснить “космогеофизический смысл” Тунгусского феномена как события в последовательности энергоинформационных связей в Солнечной системе» [Дмитриев, Журавлев, 1984]. Эта задача могла быть выполнена в ходе сбора информации по схеме «пространственно-временного креста», предложенной Г. Ф. Плехановым. В ряде публикаций 1984 года А. Н. Дмитриев обратил внимание на то, что кроме оптико-атмосферных аномалий, зарегистрированных в 1908 году в масштабе Евразийского материка, в научных архивах могут быть обнаружены и другие глобальные геофизические явления, возможно связанные с вторжением Тунгусского болида.

Этот прогноз оправдался: в 1986 г были опубликованы материалы о найденных Н. П. Чирковым аномалиях солнечной и геомагнитной активности, выделяющие 1908 год в истории геофизики [Чирков, 1986]. Анализ глобального геомагнитного режима 1908 года, выполненный Дмитриевым, выявил в 1908 году отчетливый июнь-июльский минимум среднемесячных геомагнитных индексов  $C_{int}$ . Эта аномалия во времени была сопоставлена с территориальными аномалиями региона вторжения Тунгусского болида. Был сделан вывод о том, что район, оказавшийся его конечным «пунктом назначения», выделен на геологической карте наличием тесной взаимосвязи закономерностей локализации магнитного и гравитационного полей и рядом других геофизических особенностей.

Это направление исследований было продолжено А. Ю. Ольховатовым. Используя геологические карты, опубликованные В. Я. Ероменко, он сделал вывод о неслучайности (с точки зрения геологии) расположения Куликовского вывала. Оказывается, он возник над Березовско-Ванаварским тектоническим разломом, пересекающим Хушминский палеовулканический комплекс. Ось симметрии вывала соответствует направлению простирания этого разлома. Кроме поисков пространственных совпадений геометрических характеристик района Тунгусской катастрофы с расположением геологических структур, Ольховатовым были обнаружены новые совпадения во времени, а именно – критических моментов некоторых геофизических процессов с временем вторжения Тунгусского болида. Из них обращает на себя внимание совпадение дня катастрофы со скачком мгновенного радиуса полудия земной оси на поверхности Земли (импульсное смещение Северного полюса). Найдены и другие интересные совпадения – пиков метеорологических, а также тектонических явлений с временем Тунгусского феномена – иногда с точностью до часов и дней, иногда месяцев. Исследование возможной взаимосвязи конкретных характеристик Тунгусского феномена с пространственно-временными особенностями лета 1908 года при настоящем состоянии проблемы представляется оправданным. Не давая оценки вариантам объяснений этих совпадений, предложенных А. Ю. Ольховатовым, а также Б. У. Родионовым [Ольховатов, Родионов, 1999], следует признать дальнейшую работу в направлении, инициированном А. Н. Дмитриевым, важной и перспективной именно потому, что ее первые результаты являются неожиданными и часто – труднообъяснимыми не только с точки зрения сейсмологии, но и физики.

Разумеется, этот новый подход к изучению Тунгусской проблемы с точки зрения астрономической науки является, мягко говоря, спорным. Однако для научно-инженерной деятельности по защите Земли от опасных космических объектов это направление изучения Тунгусского феномена представляет большой практический интерес даже в том случае, если многие из обнаруженных совпадений будут, в конце концов, признаны чисто случайными.

### Заключение

Изложенные факты, на взгляд автора, убедительно показывают ошибочность утверждения о том, что «загадки Тунгусского метеорита более не существует». Такое мнение, возможно, имело бы право на существование до 90-х годов XX века, когда стимулом изучения Тунгусской проблемы был только научно-познавательный интерес к редкому космическому явлению. Однако признание реальности в историческом времени столкновения нашей планеты с опасными космическими объектами в условиях глобализации техносферы придает исследованиям Тунгусской катастрофы новый стимул, формирует новые задачи и требует более конкретных результатов. Не только компьютерное, но и натурное моделирование кометного удара по лесному массиву с учетом геофизических условий оказывается актуальной научно-инженерной задачей. Эта идея, высказанная в 1994 году автором настоящего обзора на научной конференции в Снежинске, была встречена с недоверием и скепсисом. За прошедшие годы данные, полученные в результате численного моделирования процессов разрушения астероидов и комет, продемонстрировали неосновательность аргументов скептиков. Опытное подтверждение принципиально новых результатов, полученных в ходе компьютерного моделирования, например, таких, как влияние на лучевое и механическое воздействие на поверхность Земли и на геомагнитную обстановку плазменного ступка, плюма [Светцов, Шувалов, 2005], необходимо для практических прогнозов опасности кометных вторжений в индустриальных зонах. Безусловно, требует проверки в условиях натурального моделирования фундаментальный вывод, полученный при изучении изотопной аномалии, о термоядерных процессах при вторжении комет в атмосферу [Алексеев и др., 2005]. С точки зрения энергетики процесса он смыкается с заключением В. В. Светцова и В. В. Шувалова о том, что «эффекты, связанные с выделением энергии на заключительной стадии торможения крупного метеороида, по существу, мало отличаются от высотного ядерного взрыва».

Итак, на новом витке истории Тунгусской проблемы вновь в неожиданном облике возникают гипотезы, казалось бы, полностью развенчанные, как ненаучные. Идеи такого масштаба могут быть подтверждены или опровергнуты только при натурном воспроизведении условий, при которых они могут проявиться как очевидные.

Вывод о формировании ударной волны в условиях образования вдоль траектории болида вакуумной полости, подтверждение не только на численной модели, но и в реальности веретенообразной формы ударной волны, которая была предсказана в ходе изучения Тунгусского лесоповала [Анфиногенов, 1966], учет взаимодействия кинетической энергии космического объекта с резервами свободной энергии в геологических структурах – лишь наиболее яркие примеры новых задач, которые возникли в результате компьютерного моделирования Тунгусского феномена. Практическая важность изучения подобных явлений, равно как и фундаментальный их характер, является надежной гарантией того, что исследование проблемы Тунгусского феномена будут продолжены и в XXI веке. С точки зрения физики, этот феномен произошел «очень давно» – 100 лет тому назад. Но для геологии и астрофизики, работающих с другими временными масштабами, он все еще был «только что».

Хотелось бы надеяться, что следующим этапом эволюции проблемы Тунгусского феномена будет преодоление пока существующего разрыва между конкретными результатами экспедиций, задокументированными в виде каталогов и карт реальных следов катастрофы, и моделями взаимодействия космического объекта с атмосферой планеты.

### Литература

- Алексеев, В. А.** Изотопический состав гелия как указатель на космическое происхождение «Тунгусского космического тела» [Текст] : материалы Всерос. конф. «Астероидно-кометная опасность – 2005» / В. А. Алексеев, Б. А. Мамырин, Л. В. Хабарин. – СПб, 2005. – С. 31 – 33.
- Анфиногенов, Д. Ф.** О Тунгусском метеоритном дожде [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов // Успехи метеоритики : сб. ст. – Новосибирск : Ин-т геол. и геофиз. СО АН СССР, 1966. – С. 20-22.
- Анфиногенов, Д.Ф.** О датировке торфяных горизонтов при поисках вещества Тунгусского метеорита. Тунгусский заповедник [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, И. К. Дорошин, В. Д. Несветайло // Труды ГПЗ «Тунгусский» : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – Вып.1. – С. 129 – 131.
- Бидюков, Б. Ф.** Термолюминесцентные аномалии почв района Тунгусского падения [Текст] / Б. Ф. Бидюков, В. О. Красавчиков, В. А. Разум // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 88 – 108.
- Бронштэн, В.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.
- Васильев, Н. В.** История изучения проблемы Тунгусского метеорита (1970 – 1980 гг.) [Текст] / Н. В. Васильев // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 3 – 34.

- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Гладышева, О. Г.** Тунгусская катастрофа: источник излучения [Текст] / О. Г. Гладышева // *(настоящий сборник)*. – 2008.
- Дёмин, Д. В.** О некоторых особенностях энергоактивной зоны Тунгусского феномена 1908 г. [Текст] / Д.В. Дёмин // Вопросы устойчивого и бескризисного развития. № 4/2 (секция науки о Земле) : сб. ст. – Новосибирск: Изд-во ИДМИ, 2001, с. 44 – 52.
- Дмитриев, А. Н.** Тунгусский феномен 1908 года – вид солнечно-земных взаимосвязей [Текст] / А. Н. Дмитриев, В. К. Журавлев. – Новосибирск : Изд-во ИГиГ, 1984.
- Дорошин, И. К.** Огненный шквал при Тунгусской катастрофе [Текст] / И. К. Дорошин // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – № 16. – С. 28 – 52.
- Журавлев, В. К.** Анализ карты зольности торфа в районе вывала 1908 года [Текст] / В. К. Журавлев // Юбилейная научная конференция 95 лет Тунгусской проблеме 1908 – 2003 : тез. докл. – М. : Изд-во Мос. ун-та, 2003.
- Журавлев, В. К.** К оценке световой энергии Тунгусского взрыва [Текст] / В. К. Журавлев // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 120 - 122.
- Журавлев, В. К.** Тунгусское диво [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994. – 465 с.
- Зола в слое торфа 1908 года** [Текст] / Ю. А. Львов, Н. В. Васильев, П. П. Ваулин, С. Н. Грязнова, Т. А. Менявцева // Вопросы метеоритики: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 94-98.
- Изотопные и элементные аномалии в торфах на месте Тунгусской катастрофы - вероятные следы кометного вещества** [Текст] / Е. М. Колесников, Н. В. Колесникова, А. И. Степанов, Е. А. Горидько, Т. Бёттгер, К. Л. Хоу. // Тунгусский заповедник (Труды ГПЗ «Тунгусский») : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – Вып. 1. – С. 250 - 266.
- Катастрофические воздействия космических тел** [Текст] : коллектив. моногр./ [под ред. В. В. Адушкина и И. В. Немчинова]. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005.
- Коваль, В. И.** Метеоритные исследования молодежного творческого коллектива «Гея» астролaborатории Дворца творчества на Миуссах и установление основных параметров Тунгусского суперболида 1908 г. Краткая историческая справка 1969-1998 г. [Текст] / В. И. Коваль // Тунгусский сборник (юбилейный выпуск). – М. : Изд-во МГДТДиЮ, 2000. – С. 80-91.
- Кондратьев, К. Я.** Тунгусское космическое тело – ядро кометы [Текст] / К. Я. Кондратьев, Г. А. Никольский, Э. О. Шульц // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири : сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 114 – 143.
- Кринов, Е. Л.** Тунгусский метеорит [Текст] / Е. Л. Кринов. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – 196 с.
- Обнаружение вероятных следов Тунгусской кометы 1908 г. – Элементные аномалии в торфе** [Текст] / Е. М. Колесников, А. И. Степанов, Е. А. Горидько, Н. В. Колесникова // ДАН СССР. – 1998. – Т. 363, № 4. – С. 531 - 535.
- Ольховатов, А. Ю.** Тунгусское сияние [Текст] / А. Ю. Ольховатов, Б. У. Родионов. – М.: ЛБЗ, 1999.
- Плеханов, Г. Ф.** Анализ тонкой структуры вывала леса Тунгусским метеоритом [Текст] / Г. Ф. Плеханов // Тунгусский вестник. – 2005. – № 16. – С. 13 – 24.
- Плеханов, Г. Ф.** Тунгусский метеорит. Воспоминания и размышления [Текст] / Г. Ф. Плеханов. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2000.
- Светцов, В. В.** Тунгусская катастрофа 30 июня 1908 года [Текст] : коллектив. моногр. / В. В. Светцов, В. В. Шувалов; под ред. В. В. Адушкина и И. В. Немчинова. – Катастрофические воздействия космических тел. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – Гл. 7. – С. 167 – 200.
- Фаст, В. Г.** Статистический анализ параметров Тунгусского вывала [Текст] / В. Г. Фаст // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 40-61.
- Фаст, В. Г.** Каталог повала леса, вызванного Тунгусским метеоритом [Текст] / В. Г. Фаст, Н. П. Фаст, Н. А. Голенберг // Метеоритные и метеорные исследования: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 24 – 74.
- Фаст, В. Г.** О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фаст, А. П. Баранник, С. А. Разин // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита : сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 39-52.
- Фесенков, В. Г.** Помутнение атмосферы, произведенное падением Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. [Текст] / В. Г. Фесенков // Метеоритика: сб. ст. – 1949. – № 6. – С. 8-12.
- Цикулин, М. А.** Ударные волны при движении в атмосфере крупных метеоритных тел [Текст] / М. А. Цикулин. – М. : Наука, 1969.
- Чирков, Н. П.** Солнечная и геомагнитная активность и Тунгусский феномен [Текст] / Н. П. Чирков // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 215 – 217.
- Юбилейная научная конференция 95 лет Тунгусской проблеме 1908 – 2003** [Текст] : тез. докл. – М. : Изд-во Мос. ун-та, 2003.
- Surendra Verma** The Tunguska Fireball. Solving One of the Great Mysteries of the 20<sup>th</sup> Century. UK, Cambridge SG8 7RG: Icon Books Ltd, 2005.

## О «ПАРАДОКСАХ» ПРОБЛЕМЫ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

**Парадокс** (от греч. paradoxos – неожиданный странный):

1) неожиданное, непривычное, расходящееся с традицией утверждение, рассуждение или вывод;

2) в логике – противоречие, полученное в результате логически формально правильного рассуждения, приводящее к взаимно противоречащим заключениям.

*Энциклопедический словарь*

В силу ряда обстоятельств проблема Тунгусского Метеорита (ТМ) приобрела в общественном сознании одиозный, если не сказать скандальный, характер. Этому в немалой степени способствовало и принятое за эталон освещение проблемы как совокупности парадоксов, якобы неразрешимых или не решенных в рамках обычной науки. В общественном сознании постепенно сформировалось ощущение, что проблема ТМ носит некий иррациональный характер, и что без привлечения иррационального начала проблему не решить. Реальным выражением такого ощущения стал поток «гипотез» о природе ТМ, основанных на малоизученных и даже предполагаемых (!) явлениях, а также на предполагаемых свойствах неизвестных науке тел. Весьма показательным, что изложение каждой такой гипотезы начинается с цитирования того или иного «парадокса» по проблеме ТМ, сама же гипотеза излагается как решение такого «парадокса».

Общеизвестность и частое повторение «парадоксов» в публицистической и научной печати вводят в заблуждение не только обычного читателя, жертвами устоявшегося образа проблемы становятся уже и профессиональные, всеми уважаемые исследователи ТМ. Например, В. А. Бронштэн в [2000] пишет, что «...Решающий аргумент против гипотезы каменного метеорита ... – полное отсутствие на местности осколков каменного метеорита, даже мельчайших». В качестве доказательств отсутствия осколков Бронштэн приводит результаты поисков осколков в 2-4 км к западу и северо-западу от эпицентра и напоминает о 700 пробных площадях на площади 15000 кв.км. А между тем, сам Бронштэн настаивает на малом угле наклона траектории, что автоматически приводит к удалению земной точки траектории не менее чем на 25 км, а возможная область выпадения осколков отодвигается минимум на 15-20 км, где никто и никогда осколков не искал. Что касается «700 пробных площадей», то нужно знать, что речь здесь идет о торфяных пробах площадью 1 кв. дм. На весь предполагаемый эллипс выпадения осколков этих проб приходится в среднем от 3 до 5 штук в зависимости от размера эллипса, однако, если эллипс рассеяния приходится на водораздел, а так похоже и есть на самом деле, то количество отобранных на эллипсе проб будет нулевым, поскольку торфяники здесь нет. Следует учесть и то, что сами пробы были отмыты на сите 0,25 мм, и, если мелкие осколки даже и присутствовали в пробе, то были выброшены вместе с торфом при отмыве. В результате вместо солидных «700 пробных площадей» мы имеем от 0 до 5 квадратных дециметров исследованной площади, да и то с оговоркой на влияние операции отмыва. Если же учесть, что при операции отсмотра отожженной пробы применялся прием квартования, т.е. отсматривалась не вся проба, а только 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 и т. д. части, то, фактически, результат по «700-ам пробных площадей» выглядит так: «На исследованных нескольких квадратных сантиметрах поверхности предполагаемого эллипса рассеяния осколков размером менее 0,25 мм не обнаружено». Приравнивать такой результат к доказательству отсутствия выпадения осколков Тунгусского метеорита, по крайней мере, неосторожно.

Тем не менее, «парадокс» отсутствия вещества ТМ вновь и вновь упоминается в разных работах и служит оправданием и основанием для построения сложных, часто заумных, неестественных и, главное, непроверяемых гипотез. Аналогично используются и другие «парадоксы». В связи с изложенным, имеется настоятельная необходимость проанализировать «парадоксы» проблемы ТМ, выяснить, какие из них действительно реальны, а какие основаны на заблуждениях, неверных посылах или недостоверных измерениях.

Парадоксы по проблеме ТМ можно редуцировать к одному из следующих видов противоречий:

1. Результаты измерений противоречат известным законам.
2. Результаты измерений противоречат какой-либо теории (модели).
3. Интерпретация результатов измерений с точки зрения какой-либо теории (модели) противоречит известным законам.
4. Измерения одной и той же величины разными способами противоречат друг другу.

Такие противоречия разрешаются способами достаточно простыми, давно известными, проверенными, действенными.

1. Противоречие между измерениями и известными законами решается проверкой допустимости условий проведения измерений и повторными измерениями. Практически в 100 % случаев обнаруживается ошибочность первой серии измерений. Если же «парадоксальный» результат повторяется, следует проверить все условия измерений. Например, получено, что  $A \times B = D$ , хотя по известным законам результат должен быть  $= C$ . Следует проверить А, проверить Б, проверить операцию «умножить

на», проверить действительно ли Д отличается от С, и если опять получен неверный результат, вернуться к проверке А, Б, «умножить на» и так до тех пор, пока результат не станет идентичен С.

2. Противоречие между измерениями и теорией (моделью) решается: а) проверкой измерений, б) проверкой теории (модели). Теорию обычно проверяют по ее следствиям, т.е. проводят дополнительные измерения неких величин, значения которых предсказываются данной теорией. Серия подобных проверок обычно приводит к корректировке теории или корректировке условий ее применения.

3. Противоречие между интерпретацией результатов измерений с точки зрения какой-либо теории (модели) и известными законами решается совокупностью приемов, перечисленных в пп. 1, 2. Чаще всего, решение оказывается в том, что теория (модель) неверна.

4. Противоречие между двумя сериями измерений одной и той же величины решается разделением его на два независимых противоречия третьего типа и последующим их решением.

Перейдем к подробному анализу парадоксов по проблеме ТМ.

В разных изданиях, посвященных проблеме ТМ, упоминаются то одни, то другие парадоксы, то почти все вместе. Наиболее полно они собраны в работе [Васильев, 1992]. Часть парадоксов упомянута в работе [Плеханов, 1998]. Можно добавить также некоторые парадоксы, формулировки которых встречаются в работах [Бронштэн, 2000], [Ольховатов, 1998], [Бидюков, 1998] и какое-то количество противоречий в измерениях, специально нигде не описанных, но обсуждавшихся на совещаниях и семинарах КСЭ в разное время. Ниже все эти парадоксы сгруппированы по явлениям, сопровождавшим падение ТМ, авторы парадоксов не упоминаются, поскольку часто парадоксы впервые формулировались на рабочих совещаниях, в личных беседах и восстановить авторство теперь невозможно, определять же авторство по публикациям будет совсем неверно.

## ПАРАДОКСЫ ОЧЕВИДЦЕВ

### *Парадокс слышимости болида во время пролета*

*«... Анализ каталога показаний очевидцев катастрофы ... 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, .... 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 ....»*

Сформулируем этот парадокс несколько иначе, чтобы было видно допущение, которое молчаливо предполагается: «Если исходить из акустического механизма слышимости болида, то очевидцы слышать что-либо в момент пролета не могли. Тем не менее, они слышали звуки». В такой формулировке парадокса ясно и решение – либо очевидцы врут про звуки во время пролета (неверны измерения), либо механизм распространения звуков был не акустический (неверна модель).

К настоящему времени собрано достаточно много материалов об «электрофонности» крупных болидов, и в достоверности (реальности) «электрофонности» уже никто не сомневается, хотя механизм возникновения звуков вследствие электромагнитных колебаний, вызванных пролетом болида, пока до конца не ясен. Каталоги электрофонных болидов публиковались не единожды, последний из них опубликован Бронштэном с соавторами в сборнике 1988 года «Актуальные вопросы метеоритики в Сибири», желающие могут ознакомиться. В данном случае парадокс возник вследствие неверного предположения об акустическом распространении звука во время пролета ТМ.

### *Парадокс азимутов траекторий по очевидцам и по вывалу (он же парадокс доворота траектории)*

*«... Анализ показаний свидетелей, собранных по горячим следам события и в 20-е - 30-е годы, 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  $114^\circ$ , а поле ожоговых повреждений - даже  $95^\circ$ , т. е. свидетельствует о движении метеорита почти с востока на запад ...»*

*«Возможно, что на самом заключительном участке траектории, когда его скорость стала сопоставимой со скоростью вращения Земли на этой широте (около 230 м/с), для земного наблюдателя произошел, как бы поворот движущегося тела в горизонтальной плоскости и проекцию его предыдущей траектории следует развернуть к югу».*

### *Парадокс траекторий по южным и восточным очевидцам*

*«... Необходимо добавить, что это направление (восточное, курсив автора) подтверждается и анализом показаний очевидцев, проживавших в момент события в верховьях Нижней Тунгуски (район Преображенки, Ербогачена и Нэны)»*

Предлагались разные способы решения этих парадоксов от фильтрации показаний очевидцев: «очевидцы врут!» до модели такого замедления скорости болида на конечном участке траектории, при котором скорость вращения Земли становится существенной и приводит к «двороту» траектории. Попробуем разобраться, в чем тут дело.

В данном случае, один и тот же параметр – азимут траектории, измеряется двумя разными способами – расчетным путем через инструментально измеренные параметры вывала леса и расчетным же путем через геометрические характеристики, указанные очевидцами. В обоих случаях сами измерения подвергаются статистической обработке и некоторым преобразованиям. Поэтому наряду с проверкой результатов измерений следует проверять обоснованность (корректность) применявшихся преобразований.

Расчет оси симметрии по вывалу проводился двумя способами: 1) по средним кривизмам изоклин [Фаст, 1968]; 2) по отклонениям векторов повала от радиальности, причем автор обоих методов отдавал предпочтение [Фаст и др., 1976] второму методу. В первом случае получена ось симметрии  $115^\circ$ , во втором –  $99^\circ$  от истинного меридиана. Второе определение сделано на более обширном статистическом материале, с применением ясной и понятной методики, в отличие от первого определения, методика которого мало понятна и, как отмечает сам автор, ненадежна из-за сложного характера изоклин и неустойчивости их кривизны. Фактически, Фаст дезавуирует результат, полученный в первом определении.

К инструментально определенным осям симметрии следует отнести также ось симметрии  $98^\circ$ – $100^\circ$  от истинного меридиана контура области сплошного (массового) вывала, полученной в работе [Анфиногенов, Будаева 1998] (*определение автора*), ось симметрии области ожога ( $95^\circ$  в системе координат Фаста, повернутой на  $4^\circ$  по часовой стрелке) –  $99^\circ$  от истинного меридиана [Воробьев, Демин, 1976], и ось симметрии «светлого пятна» –  $98^\circ$ – $100^\circ$  от истинного меридиана (*определение автора*) [Кривяков, Хамматова, 2004].

Азимут траектории по очевидцам определялся неоднократно, начиная с работ Кринова и Астаповича и кончая многочисленными публикациями последних лет. Все эти работы, за исключением работы [Зоткин, Чигорин, 1988], имеют один и тот же методологический недостаток – показание очевидца они рассматривают как измерение параметров болида «особым прибором» – человеком. Чтобы пояснить этот огрех, особенно для читателей-гуманитариев, далеких от понятий «поверка», «калибровка» и «нормировка», можно привести следующий наглядный пример.

Предположим, что мы много раз взвешиваем на незнакомых нам весах гирьку весом точно в 1 грамм. При этом получаем ряд цифр, например 1,2; 1,4; 0,5; 1,1 ... и т.д. Всего, положим, провели 101 измерение, среднее значение по всем измерениям = 1,2 г, дисперсия 0,1 г. Что это означает? Что вес гирьки 1,2 грамма а точность измерения веса (сигма/корень из числа измерений) = 0,01 г ?

В этом случае любой грамотный инженер сделает другой, единственно правильный вывод: «Весы имеют систематическое смещение = 0,2 г, а точность одного измерения на этих весах =  $\pm 0,1$  г». Иными словами, проводя многократное измерение ОДНОГО и ТОГО ЖЕ объекта мы определяем не параметры этого объекта (они всегда одни и те же по определению), а параметры измерительного прибора!

С точки зрения анализа показаний очевидцев, прибор под названием «очевидец» измеряет предположительно один и тот же объект – Тунгусский болид (например, его геометрические характеристики – траекторию), и если в результате обработки получаются смещения относительно истинной траектории, определенной, например, по инструментальным данным, то все, что мы можем сказать – это то, что измерительный прибор под названием «очевидец» имеет такое-то систематическое смещение.

В упомянутой уже работе Зоткина и Чигорина авторы отмечают целый набор систематических смещений («приближение», «горизонтирование», «приподнимание» и т.п.), выявленных по показаниям очевидцев других болидов, и пытаются применить методику расчета, свободную от таких смещений. Тем не менее, авторы отмечают, что им не удалось учесть смещения, вызванные округлением азимутальных углов до величин, кратных  $90^\circ$ . Кроме упомянутых авторами, возможны и другие типы неучтенных ими смещений, например, возникающие вследствие положения очевидцев на разных, относительно уровня моря, высотах. Сделав расчет азимута траектории, они получили величину  $120^\circ \pm 20^\circ$ , т.е. получили систематическое смещение в  $21^\circ$  при среднеквадратичном отклонении  $\pm 20^\circ$ . Этим результатом исчерпывается характеристика прибора – «очевидец ТМ» – с точки зрения точности определения азимута траектории.

Таким образом, парадокс траекторий – не что иное, как недоразумение. Здесь сравниваются истинная траектория, определенная инструментальными методами, с результатами «поверки» прибора под названием «очевидец». Это все равно, что объявлять парадоксом измерения однограммовой гирьки с результатом взвешивания = 1,2 г на плохих весах.

Все, что касается «парадокса» азимута траектории, можно отнести и к «парадоксу» наклона траектории. Необходимые дополнения к «парадоксу» наклона (или «клевка») будут даны в соответствующем месте этой статьи.

#### ***Парадокс времени события по приборам и очевидцам***

*Большая доля очевидцев описывала время падения метеорита как «обед», «перед обедом», хотя время события зафиксировано инструментально на сейсмо- и барограммах как 7 с минутами часов утра местного времени.*

Этот «парадокс», к нашему стыду, простое незнание этнографии. Вот несколько цитат из справки, полученной от этнографа, с.н.с. экспозиционного отдела Томского областного музея Назаренко Т. Ю., озаглавленной как «Материальная культура русского населения Среднего Приобья XVII – нач. XX века. Пища и утварь. Историческая справка»:

«... режим питания несколько смещался: зимой вставали позже и раньше ложились спать. Завтрак был в таком случае до восхода солнца...

... В 8-10 часов был второй завтрак, который называли «обед». Он мало отличался от первого. В 12-14 часов ели еще раз. Это был основной прием пищи, который назывался «полдник», «полуденник» или «паужина». ... Ужинали с наступлением темноты: зимой – около 9 часов, летом – часов в 10-11....».

К справке приложен обильный список первоисточников, в частности упомянутые цитаты взяты из фундаментального коллективного труда [Этнография., 1981].

Такое расписание приемов пищи, очевидно, связано с крестьянским бытом и сельхозпроизводством. В городах, на приисках, заводах, шахтах уже в то время начинали работу в 7-8 утра, а обедали в 11-12 часов дня и называли этот перерыв – обедом. Таким образом, на территории сбора показаний очевидцев слово «обед» применялось в двух смыслах одновременно: для крестьян оно означало 8-10 часов (8 – летом, 10 – зимой) и 11-12 часов для городского населения. Что и было отражено в показаниях очевидцев из сельской местности: время падения метеорита они иногда обозначают как «обед».

### ***Парадокс дымного следа в атмосфере***

*«... Ни один из очевидцев не отметил наличие мощного дымного следа, сохранявшегося длительное время, а подавляющее большинство из них вообще не упоминали о каких либо следах после пролета тела ...».*

Хорошо известно, что железные метеориты оставляют за собой черный дымный след (как у Сихоте-Алиньского). Предположительно, каменные метеориты также оставляют мощный след, но белого или серого цвета, откуда следует, что будь ТМ железным или каменным метеоритом, то при его массе он должен был оставить настолько мощный след, что его бы запомнили все очевидцы. А поскольку никто из очевидцев яркого следа не видел, то, стало быть, это не астероид. Такие же рассуждения можно сделать и для кометной модели, поскольку из чего состоят ядра комет уже известно, а, стало быть, и от кометного ядра след должен был образовываться.

Для разрешения парадокса проверим посылки, на которых он основан. Посылка первая – очевидцы не видели дымного следа.

В Каталоге очевидцев есть показания, в которых прямо упоминается «дымный след»:

С. 132 показание (74)

С. 151 показание (164)

С. 233 показание (49)

С. 258 показание (1)

С. 260 показание (2)

Примерно вдвое больше показаний с утверждениями о том, что «дымного следа не было». Кроме показаний с употреблением слова «дымный» очень много показаний с употреблением синонимов и аналогов – полоса, морок, радуга-дуга, белый след, хвост и т.п.

Ближайшие очевидцы, эвенки, так описывают падение в фольклоре (загадка): **«Огонь по небу летел, глухарем квохтал, БЕЛУЮ ДОРОГУ оставлял. Отгадай?»** Здесь и электрофонные явления, и дымный след, которые у эвенков были ОБЩЕИЗВЕСТНЫ, иначе не было бы и загадки. То есть посылка о том, что очевидцы не видели следа – неверна изначально. Можно лишь говорить о том, что не все очевидцы отмечают дымный след, а часть говорит об отсутствии следа, и эти обстоятельства требуют объяснения. Такое объяснение имеется в работе [Анфиногенов, 1998]. Основано оно на предельной дальности видимости облаков до 80-160 км в условиях ясной и чрезвычайно ясной атмосферы. Можно добавить здесь чисто практическое наблюдение, доступное любому человеку: инверсионный след высотного самолета виден только в пределах некоторого сектора, при приближении к горизонту (удалении) видимость инверсионного следа становится нулевой.

Нам ничего не остается, как сделать вывод о том, что формулировка противоречия неверна сама по себе, а отсутствие массовых показаний о дымном следе имеет, в буквальном смысле, очевидное объяснение. Даже при равномерной плотности заселения, по определению, будет квадратичная зависимость между числом ближних и дальних очевидцев, а с учетом фактического положения дел – зависимость будет еще более сильная, т.е. соотношение «видевших» и «не видевших» дымный след очевидцев будет небольшим, что мы и имеем.

## **ПАРАДОКСЫ ОПТИЧЕСКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

### ***Парадокс досвечения***

*Парадокс состоит в том, что на территории северной части Европы оптические атмосферные аномалии начались за полторы недели до столкновения с Землей Тунгусского метеорита. В то же время, никакое естественное тело не могло сформировать досвечение ночного неба на столь ограниченной территории Земли, находясь от нее на расстоянии в десятках миллионов километров.*

Признание реальным этого парадокса равнозначно отмене принципа причинно-следственной связи. Не спасают здесь и рассуждения (гипотезы) об искусственном космическом теле, поскольку такие рассуждения предполагают знание о грядущей катастрофе и месте, куда полетят осколки от взорвавшегося космического корабля, что ничем не лучше отмены принципа причинно-следственной связи. Какие же основания приводятся для признания этого парадокса реальным?

Основания следующие: Уже после падения ТМ и развертывания над северной частью Европы ночной иллюминации ряд европейских ученых, пытаясь, как и положено настоящим ученым, проследить генезис наблюдаемых явлений, указали на необычные оптические явления, наблюдаемые ими ДО основных событий. Вот эти-то сведения (а не публикации ДО события) и стали единственным статистическим основанием для формулировки парадокса досвечения. Число таких показаний 2-4 в день и только на 29 июня приходится 9 таких показаний. В эти показания включены аномалии самого разного сорта: необычные цветные тона зорь, необычный вид облаков, серебристые облака, противосумерки, светлые сумерки, эффектное освещение ... струями молний, но нигде в них не говорится о светлой ночи. Вполне естественная попытка ученых выявить историю явления привела к упоминанию ОБЫЧНО НЕ УПОМИНАЕМЫХ явлений, что и сформировало «статистическую» базу парадокса. На языке статистики это означает, что мы имеем ЗАВИСИМЫЕ измерения. Статистика же, на основании которой и строится парадокс, оперирует с НЕЗАВИСИМЫМИ измерениями одной и той же величины, законы статистики, выведенные для независимых измерений, нельзя применять к зависимым, в том числе – и критерии статистической значимости и достоверности.

Если же учесть и возможные ошибки в определении дат наблюдений (плюс минус один день), то вся формулировка парадокса становится более чем сомнительной. Доводы же о том, что таких ошибок быть не может (серьезные ученые ведь писали!) не могут быть приняты, поскольку, по крайней мере, одна такая ошибка была выявлена в [Васильев и др. 1965] – в статье Срезневского в Метеорологическом вестнике, 1908, № 8, даты сдвинуты на ШЕСТЬ дней назад.

Таким образом, парадокс досвечения сформулирован на основе применения статистических методов к ЗАВИСИМЫМ измерениям, сами измерения (показания) описывают все, что угодно, только не свечение ночного неба, а посему термин доСВЕЧЕНИЕ применим быть не может, а сам парадокс следует признать нонсенсом.

#### ***Парадокс пылевой тени***

*Парадокс состоит в том, что облако пыли, окружавшее Тунгусский метеорит (комету), не могло попасть в область, где наблюдались светлые ночи, поскольку Земля своим телом загораживала доступ к этим районам.*

Модель проникновения пыли в небо над Европой построена В. А. Бронштэном [2000]. Он рассмотрел внедрение пыли по так называемым «коридорам входа» и рассчитал возможные при этом концентрации пыли в районах над Европой. Были получены вполне приемлемые концентрации пыли, обеспечивающие появление светлых ночей над теми территориями, где их и наблюдали.

Вероятно, найдутся исследователи, которые не удовлетворятся моделью Бронштэна. Означает ли это, что парадокс пылевой тени реален? Формулировка парадокса такова, что предполагает прямое попадание космической пыли прямо с орбиты в районы наблюдения светлых ночей, а это с точки зрения астрономических законов невозможно. Иными словами, модель прямого попадания пыли заведомо неверна.

Совершенно непонятно, зачем нужно было брать заведомо неверную модель (прямое попадание пыли в Европу), сравнивать с фактическими данными (светлые ночи над Европой) и затем объявлять «парадоксом» несоответствие фактам заведомо неверной модели.

#### ***Парадокс отсутствия аномалий над Канадой***

*Парадокс состоит в том, что облако пыли, окружавшее Тунгусский метеорит (комету), должно было попасть в те же самые коридоры входа, но уже с другой стороны Земли, и вызвать над Канадой и северными штатами США такие же светлые ночи, как и над Европой. На самом деле на Северо-Американском континенте никаких светлых ночей никто не наблюдал.*

Парадокс этот в таком явном виде в литературе не формулировался, а потому специально и не рассматривался. Тем не менее, это один из немногих парадоксов, имеющих под собой некое основание. Рассмотрим, однако, допущения, сделанные при формулировке этого парадокса.

Первое – неявно предполагается, что пылевые частички образовывали рой вокруг ТМ еще на орбите, причем размер роя превышал размеры Земли.

Второе – неявно предполагается, что плотность частичек в рое слабо зависит от расстояния до источника роя – ТМ, по крайней мере, на расстояниях порядка размеров Земли.

Третье – предполагается, что над Канадой и севером США светлых ночей не было.

Если третье допущение более или менее проверено, по крайней мере, для США [Васильев 2004 с. 42], то первое годится только для кометной модели, а второе вообще сомнительно. Решение этого парадокса может состоять либо в отказе от кометной гипотезы, либо в доказательстве того, что плотность пылевого облака непосредственно вблизи ТМ было значительно выше, чем на расстояниях порядка диаметра Земли. Впрочем, это предположение вполне естественно, доказывать нужно было бы как раз обратное. При наличии светлых ночей над Канадой однозначно бы решался вопрос о кометной природе

ТМ, оставалось бы только объяснить, почему на значительных расстояниях от ядра кометы концентрация пыли столь же велика, как и вблизи ядра кометы.

Парадокс, таким образом, решается отрицанием либо первой, либо второй неявной посылки. Отрицание первой посылки более сильное, приводящее к необходимости объяснения возникновения пыли на астероиде еще до вторжения в атмосферу, либо образования ее на участках траектории высоко в стратосфере. Тем не менее, и та, и другая задача может быть рассмотрена и, возможно, решена в рамках астероидной модели. Пылевые поля на крупных астероидах обнаружены, однако размеры таких астероидов – десятки километров, есть ли пылевая оболочка на астероидах размером десятки метров, пока не известно, однако законам физики и астрономии такое предположение не противоречит.

#### ***Парадокс короткого времени атмосферных аномалий***

*«...акад. В. Г. Фесенков, 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»*

#### ***Парадокс западной локализации аномалий***

*«...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»*

Оба эти парадокса так и не были никем решены, по-видимому, в силу их принципиальной нерешаемости. А это, скорее всего, означает, что при их формулировке сделано неверное допущение – выбрана неверная модель явления, а именно – кометная. В рамках астероидной модели второго парадокса просто не возникает.

Первый же парадокс, если его переформулировать иначе, звучит примерно так: модель свободного падения пылинок не соответствует наблюдаемым фактам. Отсюда можно сделать и очевидный вывод, что для объяснения совокупности наблюдаемых явлений необходимо строить более сложные модели, например, с привлечением данных о вертикальных циркуляциях в стратосфере и, возможно, с привлечением данных о физических и химических процессах, происходящих в стратосфере. Пока нет даже попыток построить более сложную модель, чем у Фесенкова. Возможно, это связано с тем, что специалистам-стратосферникам проблема незнакома (или неинтересна). В любом случае, мы имеем тут дело не с «парадоксом», а с нерешенной задачей (проблемой).

По аналогии с тропосферой, можно ожидать, что в стратосфере также происходят процессы, переводящие стратосферу из одного неустойчивого состояния в другое неустойчивое состояние при постоянной подкачке энергией от Солнца. Постоянный сброс лишней энергии стратосферой подтверждается, например, наличием мега-молний в стратосфере. Есть большая вероятность того, что пылевые частички Тунгусского метеорита сыграли роль «спускового крючка», а атмосферные аномалии и светлые ночи – не что иное, как отражение перехода стратосферы из одного состояния в другое. Насколько автору известно, с таких позиций явление светлых ночей еще никем не рассматривалось и здесь, безусловно, должен поработать специалист, обладающий необходимыми знаниями.

#### ***Парадокс южных широт оптических аномалий.***

*«...Яркая манифестация феномена даже в южных широтах (Ташкент, Севастополь, Бордо), т.е. в условиях, когда в сумерках Солнце освещает лишь самые верхние слои атмосферы ...».*

На указанных широтах Солнце может освещать только очень высокие слои атмосферы – более 700 км, где никакая пыль задерживаться не могла – тем не менее, на этих широтах наблюдалась светлая ночь.

Кометная модель могла бы обеспечить доставку пыли в южные широты, но тогда имела бы место доставка пыли и до Якутии, а в Якутии никаких светлых ночей не наблюдали, т.е. кометная модель здесь просто не годится.

Астероидная модель здесь испытывает трудности в том смысле, что необходимо обеспечить разлет пылевых частиц на достаточно большие углы относительно траектории для формирования облаков в южных широтах. Пока что никто не сделал расчета максимальных углов рассеяния пылевых частиц, и никто не доказал, что астероидная модель не способна обеспечить запыление атмосферы в южных ши-

ротах. Однако, основываясь на наблюдении болидов и углов разлета «искр», можно принять, что раствор разлета осколков не превышает 11 градусов, т.е. парадокс реален и в астероидной модели.

Решение парадокса предложил В. А. Бронштэн [2000], рассмотрев механизм вторичного рассеяния солнечного излучения. При таком механизме пылевые облака, находящиеся на высоких широтах, подсвечивают облака, находящиеся на более низких широтах. По расчетам Бронштэна, такой механизм обеспечивает необходимый поток света для возникновения светлой ночи на указанных широтах при небольших начальных углах разлета осколков (пыли). Еще раз оговоримся здесь, что в случае более сложных моделей светлых ночей, отличных от простейшей модели рассеяния света на пылинках, возможны и другие объяснения свечения неба в южных широтах.

#### ***Парадокс вертикальной одновременности оптических аномалий***

*«... Одновременное вовлечение в процесс всей оптической толщи атмосферы на огромной, но, тем не менее, четко локализованной территории ...».*

#### ***Парадокс пикового проявления оптических аномалий***

*«... "Пиковое" проявление и столь же резкий спад ...» в течение нескольких дней.*

Два последних «парадокса» следует рассматривать, скорее, как граничные условия решения самой задачи об оптических аномалиях, чем как парадоксы, поскольку они не содержат противоречий ни с какой теорией светлых ночей ввиду отсутствия таковой (кроме простейшей модели оседания пылинки). До сих пор неясно, чем именно вызвало свечение ночного неба – самими пылевыми частицами или некими физическими и химическими процессами, инициированными ими.

### **ПАРАДОКСЫ ВЫВАЛА**

Почти все парадоксы вывала порождены противоречием между измерениями и моделью единого осесимметричного взрыва. Поскольку взрыв считается осесимметричным, то любые параметры измерений должны иметь симметрию относительно траектории, а всякая асимметричность трактовалась как парадокс. Неоднократно делались попытки доказать неправильность самой модели взрыва (множественность взрывов, лучистая структура энерговыделения, интерференция и т.п.), однако ни одного факта, доказывающего неправильность модели, так и не было найдено. Нам остается только рассмотреть парадоксы с точки зрения особенностей условий проведения измерений и показать, какие условия могли повлиять на измерения и дать повод для формулировки парадоксов.

#### ***Парадокс ротора***

*При статистических расчетах вывала леса было обнаружено, что все векторы повалов деревьев как бы повернуты примерно на 2,5 градуса по часовой стрелке (ротор). Это означает, что кроме движения от центра взрыва массы воздуха имели еще и вращательную составляющую. Парадокс заключается в том, что направленное движение возникает при наличии разности потенциалов (в данном случае, давлений), но разность потенциалов по замкнутому контуру по определению равна нулю, поэтому никакого ротора быть не может.*

Решение парадокса оказалось очень простым. Оказывается, чтобы учесть магнитное склонение, при расчетах делалась корректировка азимута повала на величину, приводимую на географических картах-десятиверстках этого района – 4 градуса. На самом же деле, магнитное склонение в этом районе за период полевых работ по вывалу (с 1961 по 1979-й год) изменилось от начального +1° 11' почти до нуля (см. таблицу ниже). Ротор, полученный на материале 61-69-х годов, когда среднее значение склонения за эти годы равно почти ровно 1° 05', лежит в интервале [2,7°; 3,9°] т. е., сумма истинного склонения и ложного ротора в пределах точности измерений как раз дают произвольно взятое 4-х градусное склонение.

Отсюда вывод: никакого ротора нет, это следствие изначально неверно принятой величины магнитного склонения. Стало быть, нет и «парадокса».

**Таблица магнитных склонений в эпицентре по годам**

(по данным <http://ngdc.noaa.gov/seg/geomag/jsp/struts/calcIGRFWMM>)

7/15/1961	1° 11'	7/15/1968	60'	7/15/1974	45'
7/15/1962	1° 10'	7/15/1969	58'	7/15/1975	42'
7/15/1963	1° 9'	7/15/1970	55'	7/15/1976	38'
7/15/1964	1° 8'	7/15/1971	53'	7/15/1977	33'
7/15/1965	1° 7'	7/15/1972	50'	7/15/1978	29'
7/15/1966	1° 4'	7/15/1973	48'	7/15/1979	25'
7/15/1967	1° 2'				

#### ***Парадокс передних осесимметричных отклонений***

*«... Одним из важнейших штрихов в "портрете" векторного поля повала леса, образованного ударной волной, является наличие осесимметричных отклонений от строгой радиальности ... и представляющих собою след баллистической волны. ... 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»

Если исходить из предположения, что передние осесимметричные отклонения вызваны баллистической волной от тела, продолжающего свое движение после основного взрыва, то наличие передних осесимметричных отклонений действительно противоречит кометной гипотезе. Однако астероидной гипотезе эти осесимметричные отклонения несколько не мешают, наоборот, согласно классическим представлениям, после дробления тела крупные куски метеорита и должны были продолжать движение вплоть до встречи с землей. Передние осесимметричные отклонения прослеживаются на 12-14 км вперед от эпицентра, а это означало бы, что обломки ТМ еще были в воздухе, когда пролетели 12-14 км за эпицентр, причем достаточно высоко, поскольку сформированная ими баллистическая волна вызвала отклонения повала от радиального на расстоянии в 4-8 км от траектории. Этой трактовке мешает одно обстоятельство – максимальные отклонения почему-то прослеживаются далеко в стороне от траектории, в случае же действия баллистической волны мы были бы вправе ожидать максимальных отклонений вблизи от траектории и постепенный спад к периферии, чего на самом деле нет.

Имеется другое, более простое и более естественное объяснение передних осесимметричных отклонений – как математическое следствие влияния задних осесимметричных отклонений. Рассуждения тут следующие: при расчете средней точки пересечений линий повала (эпицентра) в расчет были взяты, без какой-либо корректировки, данные по точкам, содержащим задние осесимметричные отклонения. Поскольку в задней части площадь вывала больше, соответственно, в расчете участвовало большее количество площадок с задними осесимметричными отклонениями, что не могло не привести к «оттягиванию» расчетного эпицентра назад по траектории относительно «истинного» эпицентра. Когда же мы попытаемся рассчитать передние осесимметричные отклонения относительно расчетного, «ложного» эпицентра, то мы и получим ложные передние осесимметричные отклонения. Расчеты автора показывают, что для получения передних отклонений около 4 градусов достаточно сместить расчетный эпицентр относительно истинного всего на 600-800 метров назад по траектории. Эта величина не кажется чрезмерной с учетом того, что задние осесимметричные отклонения достигают 15 градусов на периферии вывала. Косвенным подтверждением именно этого объяснения служит тот факт, что максимальные отклонения получаются для площадок, расположенных не вблизи от траектории, а на линиях в 45 градусов и больше в обе стороны от нее. Почти нулевые отклонения для поперечных направлений в северном и южном направлении в этом случае – результат сложения истинных задних отклонений и ложных передних.

Таким образом, никакого парадокса здесь нет, а есть либо естественный ход событий при астероидной модели, либо математический артефакт, полученный в результате расчетов. Что именно, следует, конечно, уточнить, проведя соответствующие модельные расчеты по вывалу.

#### ***Парадокс смещения оси симметрии «бабочки» вывала***

*Заключается в том, что ось симметрии внешней границы вывала («бабочки») смещена к югу почти ровно на 2 км от особой точки вывала («эпицентра»). Аналогично смещена ось симметрии внешнего контура сплошного (массового) вывала, но уже менее чем на 1 км к югу. Исходя же из модели единого осесимметричного взрыва, эти оси должны проходить точно через эпицентр.*

Для решения парадокса необходимо рассмотреть, как именно формируется внешняя граница вывала. Известно, что область вывала подразделяется, по меньшей мере, на три зоны: 1 – зона хаотического повала деревьев (эпицентр), 2 – зона сплошного вывала, 3 – зона частичного вывала. Причем в зоне частичного вывала наблюдаются большие участки леса, вовсе не тронутые ударной волной. Внимательное рассмотрение краевой зоны вывала показывает, что лес здесь повален в основном на склонах сопки, обращенных к эпицентру взрыва. Это легко объясняется тем, что в таких местах при обтекании горы воздух уплотнялся, что приводило к локальному усилению ветра с наветренной стороны. Иными словами, не будь в этом месте горы, не было бы и вывала. Рассмотрение рельефа местности на южной и северной границе вывала показывает, что в южной стороне вывал везде заканчивается на сопках, перепад высот которых составляет до 100 метров на километр и выше, а в северном и северо-восточном направлении – плоско, перепад высот не более 40 м на 2-3 километра. Южная граница вывала получила развитие примерно на 4 км дальше от эпицентра, чем северная, от этого и смещение оси симметрии контура вывала – около 2 км.

Другой, более важной причиной смещения границы к югу мог служить и северный ветер в момент катастрофы [Абрамов, 2003]. В этом случае объясняется и смещение оси симметрии внешнего контура зоны массового вывала. Предварительные оценки показывают, что для получения нужного смещения достаточной является скорость ветра в 5-10 м/с. Человек такой ветер обычно даже не замечает.

### **Парадокс двух траекторий по вывалу**

*Заключается в том, что при построении оси симметрии вывала по симметрии изоклин (линий равных направлений) вывала и по симметрии отклонений вывала от радиальности получены разные величины: соответственно  $115^\circ$  и  $99^\circ$  от истинного меридиана.*

Поскольку имел место осесимметричный взрыв, то какие бы поля вывала мы не исследовали, если в них имеются неоднородности, то должна быть и симметрия этих неоднородностей.

Обратим внимание на одну деталь, явно никем не отмеченную. Ось симметрии по изоклинам  $115^\circ$  [Фаст, 1967] в точности соответствует оси симметрии внешнего контура вывала (см. выше), но проходит севернее последней на 2 км через эпицентр. Вряд ли это обстоятельство случайно. А мы уже видели, что внешний контур вывала искажен за счет гористой местности на юге и, возможно, северного ветра при катастрофе. В расчете оси симметрии по изоклинам участвует вся длина изоклины, если же последняя искажена (а она искажена, поскольку искажен контур), то мы просто обязаны получить какое-то систематическое смещение рассчитываемой величины. К сожалению, автор обеих осей симметрии – В. Г. Фаст – не успел при жизни дать какое-либо объяснение этим разногласиям. Для нас же важно отметить, что оба результата получены расчетным путем на одном и том же исходном материале, что автоматически означает, что какой-то из расчетов неверен. На наш взгляд, вторая оценка оси симметрии в  $99^\circ$  более предпочтительна, поскольку на ее расчет форма вывала не влияет. Кроме того, как уже было отмечено выше, она подтверждается другими независимыми инструментальными измерениями.

### **Парадокс клевка**

*Сопоставление показаний очевидцев о наклоне траектории [Зоткин, Чигорин, 1988] с данными по натурному моделированию взрыва [Зоткин, Цикулин, 1966] и расчетным моделированием [Коробейников, 1984] приводят к необходимости введения «клевка» на конечном участке траектории. Иными словами, траектория по очевидцам пологая – не более  $20^\circ \pm 12^\circ$  градусов, по расчетному моделированию – не менее 45 градусов, по натурному – около 37 градусов.*

Парадокс состоит в том, что естественные тела при космических скоростях не могут так менять угол падения – траектория должна оставаться, практически, постоянной в силу закона сохранения импульса, а внешние воздействия с необходимой для поворота силой неизбежно вступают в конфликт с прочностными характеристиками веществ, из которых могут состоять космические тела.

Парадокс был бы реален, если бы все вышеприведенные оценки имели статус твердо установленного факта. На самом же деле идет жесткая дискуссия по поводу правильности расчетов между разными расчетными группами, результаты же натурального и расчетного моделирования только в первом приближении напоминают имеющийся вывал леса. Например, никому еще не удалось получить имеющийся фактически коридор нетронутого леса в передней части вывала, точно так же, как никому еще не удалось получить изодинамы, соответствующие форме массового вывала леса. Наклон же траектории по показаниям очевидцев еще более оспариваем – и в силу специфики самого измерительного прибора под названием «очевидец» (см. выше), и в силу разных подходов к решению задачи исследователями, приводящих к разным оценкам угла наклона траектории. В такой ситуации говорить о парадоксе просто преждевременно. Есть так и не решенная окончательно задача о взрывной волне и соответствующем угле наклона траектории ТМ.

## **ПАРАДОКСЫ РАДИОАКТИВНОСТИ**

Характеризуются тем, что время от времени обнаруживаются явления, которые иначе, чем радиационным воздействием объяснить затруднительно. В то же время повышенной радиации на местности нет, что доказано дважды и весьма изящно: первый раз при исследовании радиации в земле под полом Куликовских изб (изба как защита от глобальных осадков от испытаний ядерного оружия), и второй раз это доказал Колесников по изотопам аргона в кристаллах минералов горных пород.

### **Парадокс геомагнитной бури**

*Падение ТМ вызвало локальную геомагнитную бурю, зафиксированную в Иркутске. Параметры бури весьма похожи на параметры геомагнитных бурь, возникавших при ядерных испытаниях в атмосфере. Парадокс состоит в том, что для возникновения такой бури необходим вброс в верхние слои атмосферы большого количества заряженных частиц – протонов. При испытаниях ядерного оружия протоны образуются при взрыве бомбы, а при падениях метеоритов протонов не образуется. Следов же радиоактивности в районе падения ТМ не обнаружено (кроме фона, разумеется).*

Долгое время этот парадокс был хотя и последней, но надежной опорой сторонников космического корабля. Однако явления, аналогичные геомагнитной буре при ТМ, наблюдаются и при сейсмических катаклизмах [Анфиногенов, 1999], а совсем недавно появилась информация о том, что аналогичные геомагнитные бури возникают при дневных запусках космических кораблей [Иванов, 2003], и вряд ли это объяснение последнее из возможных. Существуют модели, основанные на выбросе плюма в страто- и ионосферу [Катастрофические..., 2005].

Таким образом, сделанное допущение о том, что геомагнитный эффект возможен только при наличии ядерных реакций является сомнительным. Вопрос о природе геомагнитного эффекта при Тунгусской катастрофе остается открытым.

### ***Парадокс термолюминесценции***

*«Комплекс разнообразных исследований следов радиоактивности на местности района катастрофы отмечает либо их полное отсутствие, либо флюктуации на уровне естественного фона, в то же время ТЛ-метод определенно указывает на следы действия жесткой радиации ...»*

Автор формулировки не указывает, какие, собственно, результаты ТЛ-метода указывают на следы действия жесткой радиации. Нам известны три группы исследований – по траппам [Василенко и др., 1967], по почвам [Бидюков, 2001] и по «Камню Джона» [Коровкин, 1997].

В работе по траппам авторы не делают выводов относительно радиационного воздействия ТМ.

В работах Бидюкова таких выводов тоже не содержится, однако подача информации о термолюминесценции такова, что можно подумать о существовании такого парадокса. Например: **«...первоначально наведенная неизвестным стимулирующим фактором ТЛ (термолюминесценция) затем маскируется более мощным эффектом, ее ослабляющим»**. В качестве ослабляющего эффекта предполагается, по-видимому, пожар (из текстов статей это не ясно), в качестве стимулирующего ... ничего прямо не предлагается, но сама постановка задачи связана с поиском следов радиационного воздействия и читатель, естественно, в качестве стимулирующего эффекта мысленно подставляет радиоактивность, поскольку иных альтернатив нигде не предлагается, и получает парадокс.

На самом деле данных, представленных в статьях по термолюминесценции почв, просто недостаточно для формулировки парадокса. Измеренные величины светосуммы термолюминесценции автор работ нигде с радиационным воздействием ТМ прямо не связывает, да и связать не может в принципе, поскольку неизвестна геологическая история песчинок, подвергшихся анализу. Нигде не приводятся возможные дозы облучения, необходимые для получения обнаруженной термолюминесценции, и не доказывается, что такая доза не могла быть получена естественным путем, например, от рассеянных радиоактивных элементов, как входящих в состав песчинок, так и находящихся вне их. Более того, нигде не утверждается, что «аномальная» термолюминесценция не может быть объяснена естественными причинами, например, геологической историей образцов. Взаимодействие излучения с веществом достаточно хорошо изучено, известен, например, закон экспоненциального ослабления поглощенной дозы с глубиной, и первое, что нужно проверить, а есть ли изменения (ослабления) термолюминесценции почв по глубине? В этом случае, по крайней мере, можно попытаться вычестить естественную дозу, накопленную за геологическую историю осадочной породы, а добавку связать с воздействием ТМ. Однако таких данных почему-то не приводится.

Формулировать же парадокс, исходя из результатов работы Коровкина, нельзя по той причине, что в ней сделан крайне поспешный вывод по измерениям термолюминесценции кварца, извлеченного из «Камня Джона» с разных глубин. Результаты измерений говорили о том, что с глубиной светосумма падает, откуда авторы делали вывод о том, что падение Тунгусского метеорита сопровождалось радиационным воздействием. Между тем, камень этот лежит несколько миллионов лет, накапливая естественную термолюминесценцию. Достаточно предположить большую радиоактивность осадочных и изверженных пород, его окружающих, по сравнению с собственной радиоактивностью «Камня», и вывод будет прямо противоположным. Естественно ожидать в таком случае, что поверхностные участки камня за это время накопят большую дозу, чем глубинные, что и было выявлено при измерении термолюминесценции. Никаких иных аргументов в пользу воздействия именно ТМ, авторы не приводят, а замеры естественной радиоактивности «Камня» и окружающих его пород – пренебрегают.

Из изложенного можно сделать вывод, что парадокс термолюминесценции сформулирован преждевременно, оснований для его формулировки пока что нет.

### ***Парадокс биологических мутаций***

*«Много вопросов вызывают биологические последствия Тунгусского взрыва, в особенности обнаруженный методами математической популяционной генетики эффект увеличения генотипической изменчивости (разброс длины мутаций) у сосны в районе катастрофы. Эффект этот статистически высоко достоверен, тяготеет к эпицентру и проекции траектории и несводим к действию пожара, вывала леса и другим известным изменениям экологической обстановки. ... Исследование радиоактивности почв и растений в районе катастрофы выявили колебания в пределах естественного фона...»*

Парадокс из этого абзаца коротко можно переформулировать следующим образом: Методами математической популяционной генетики выявлена мутация, но превышение над фоном радиоактивности на местности, необходимое для этой мутации, отсутствует.

При формулировке парадокса сделаны допущения, что разброс длин мутаций такой величины есть мутация и что для данной мутации необходимо радиационное воздействие. Эти допущения на практике не проверялись, а сама применяемая методика не является проверенной (аттестованной). Кроме того, весьма сомнительно, чтобы возникла единственная мутация (влияющая на длину мутаций) и не возникло бы никаких других, видимых мутаций. Так что до проверки (тестирования, атте-

станции) самой методики считать парадоксом повышенное (или пониженное) значение некоей расчетной величины при отсутствии радиоактивности вряд ли обоснованно.

## ПАРАДОКСЫ ВЕЩЕСТВА

### *Парадокс энергии*

*Энергия, вызвавшая разрушения, эквивалентна взрыву 30 - 50 млн. тонн тротила, из чего следует большая масса метеорита, но вещества не обнаружено, значит, масса была небольшой, откуда тогда такая энергия?*

Видно, что парадокс энергии сводится к парадоксу отсутствия вещества. Его рассмотрим ниже.

Другой вариант этого же парадокса:

*«Осесимметричные отклонения свидетельствуют о значительном вкладе баллистической волны (не меньше 10 %) в общую энергию разрушений, которая могла быть вызвана только движением тела больших размеров, масса которого составляла миллионы тонн. Однако ни одного миллиграмма вещества ТКТ пока не обнаружено»*

### *Парадокс отсутствия вещества*

*«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. 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.*

*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. 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»*

В этих абзацах сделаны обобщения по многим работам, выполненными как КСЭ, так и другими организациями. Если безоговорочно принять все послышки и все результаты, то действительно, мы приходим к противоречию. А поскольку в природе такого противоречия быть не может, значит, либо послышки не верны, либо следует сомневаться в результатах.

Заметим здесь, что многие исследователи, приняв на веру этот тезис (что вещества ТМ нет и не было), занялись выдумываем гипотез, в которых парадокс отсутствия вещества и не возникал бы. К сожалению, все подобные гипотезы (с которыми автор знаком, разумеется), свободны ТОЛЬКО от этого противоречия, но сами противоречат многим другим фактам, известным о ТМ. Авторы этих гипотез наверняка и сами видят слабые места своих гипотез, но закрывают на них глаза из-за отсутствия ГЛАВНОГО противоречия. Такую позицию можно понять, но признать ее конструктивной вряд ли возможно.

Разберем послышки и результаты и посмотрим, что же здесь может быть неверным, исходя из классической астероидной гипотезы.

### *Парадокс отсутствия осколков*

*Огромная масса метеорита при разрушении должна была дать большое количество осколков самых разных размеров. Часть осколков, обладающая оптимальными размерами, должна была затормозиться атмосферой и выпасть в виде метеоритного дождя где-то у земной точки метеорита. Тщательные же поиски выявили отсутствие осколков.*

Рассмотрим парадокс повнимательнее. Поиском более или менее крупных осколков (миллиметрового и более диапазона) за всю историю изучения метеорита регулярно занимались всего четырежды. Первые поиски осуществлял Кулик, область его поисков ограничивалась Центральным торфяником и Южным болотом.

Во второй раз в 1966 году, по предложению Д. Анфиногенова, исследователи, вооруженные теорией воздушного взрыва, экспериментально определенным наклоном угла траектории (более 35°), сместили область исследований к горе Кларк (4 км к западу от эпицентра) и провели комплексную проверку на наличие осколков. Был отработан участок в 65 км<sup>2</sup> в направлении предполагаемой траектории 115°. Отбирались земляные пробы размером 0,5×0,5 м и толщиной 3-5 см от поверхности для шлихового анализа. Расстояние между пробами – через километр (ближе к эпицентру чаще). Группы, отбиравшие пробы на шлих, имели специальное задание осматривать в маршрутах все замеченные подозрительные углубле-

ния и проверять, не воронки ли это от метеорита. Всего взято 111 проб общей площадью 27,75 м<sup>2</sup>. В отмытом шлихе почвы достоверных метеоритных осколков не обнаружили.

На рис. 1 показана схема отбора проб. Параллельно было отобрано 33 грунтовых проб площадью по 3 м<sup>2</sup> и глубиной 0,3 м на предмет поисков крупных осколков в грунте. Эти 33 пробы взяты в районе от эпицентра до г. Кларк, т.е. не далее 4 км от эпицентра. Визуальный осмотр выкопанной почвы метеоритных осколков не выявил.

Третью попытку предприняли Г. Плеханов и Д. Демин. Исходя из гипотезы образования тороидального кольца осколков, они сделали несколько раскопок на востоке (!) от эпицентра, но ничего не нашли. Детали этой работы неизвестны (количество раскопок, площади, места и т.п.), отчет по работе составлен не был. Известно из устных преданий, что камней в раскопанных торфяниках оказалось очень много, но это все были местные траппы.

Четвертую попытку предпринял московский независимый исследователь В. Коваль. Поиском осколков он посвятил несколько экспедиций [Коваль, 2000], однако изначальная его установка двигаться «с шагом 10 км» вряд ли могла привести к успеху, в результате, к настоящему времени им исследуется область где-то между Мутораем и Байкитом, за сотни км от эпицентра. Тем не менее, Коваль нашел, с его слов, в большом количестве полуторамиллиметровые магнетитовые шарики примерно за 10 км до эпицентра под траекторией ТМ.

К этим четырем попыткам следует добавить спорадические поиски воронок и кусков метеорита, осуществлявшиеся разными людьми в разное время по личной инициативе и в связи с обследованием образований, напоминающих кратеры. Д. Анфиногеновым неоднократно обследовались площади, прилегающие к горам Кларк и Чирвинский (Острая), а также площади по маршрутам, выполненным в связи с исследованием воронок и подозрительных мест, выявленных на аэрофотосъемке Кулика. Отряд А. Бояркиной обследовал склоны и подножие хребта Чувар при исследовании болота, расположенного на вершине этого хребта. Из архивных записей известно, что С. Разин, работая по вывалу на подходах к хребту Чувар, осматривал местность на предмет наличия воронок. Наверняка осуществлялись и другие попутные поиски воронок и камней, не зафиксированные в документах экспедиции. Однако систематические поиски, в рамках специальных программ, больше не предпринимались.

Рассмотрим теперь известные нам параметры ТМ и попытаемся определить, поиски в каком районе могли привести к положительному результату. Азимут траектории примем, естественно, равным 99°. (Основание: азимут определен инструментальными методами четырежды – по осесимметричным отклонениям вывала, по оси симметрии контура зоны сплошного вывала, по оси симметрии области «лучистого ожога», по оси симметрии области «светлого пятна»). Первые два определения прямо связаны с осесимметричным источником ударной волны, последние два опосредованно связаны с действием осесимметричного источника излучения.) Наклон траектории точно не известен, поэтому определим возможные положения эллипса рассеяния для углов наклона от 30 до 40 градусов. Высота взрыва также точно не известна, ее тоже повaryируем от 5 до 11 км. На рисунке показаны вероятные расчетные местоположения эллипсов рассеяния в районе падения ТМ и показано, где отбирались пробы для шлихового анализа в 1966 году.

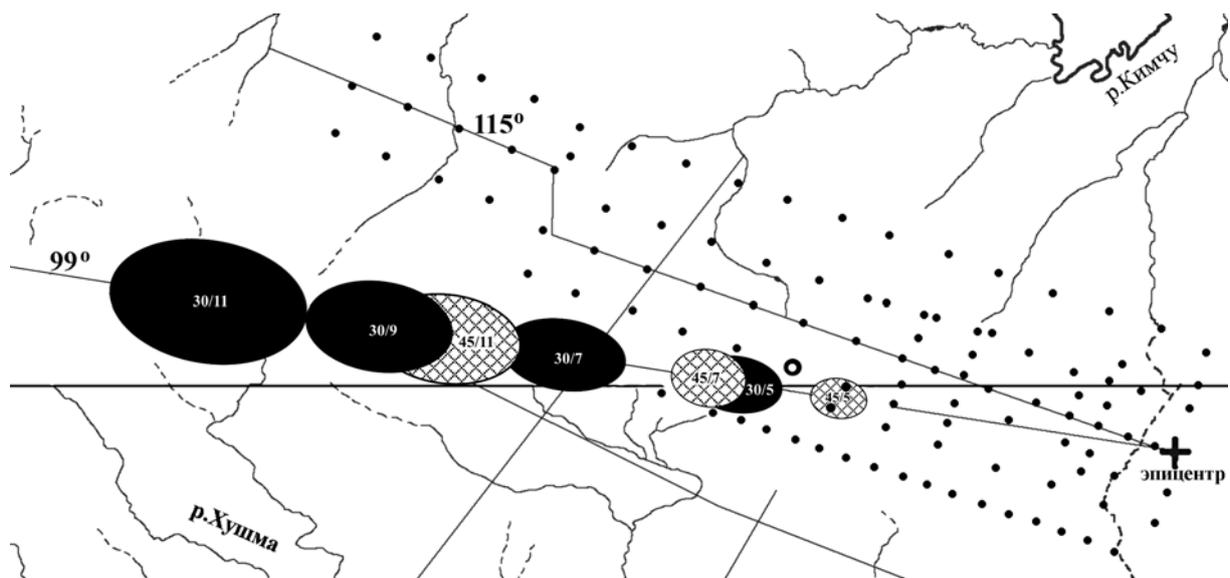


Рис. 1. Предполагаемое положение эллипса рассеяния при заданных параметрах. Цифры внутри эллипсов: угол наклона/высота взрыва в км. Точками обозначены места отбора проб на шлиховое опробование, кольцом – место находки полуторамиллиметровой оплавленной частицы.

Проверим, какая же из описанных выше работ должна была дать положительный результат.

Результаты поисков Кулика известны, и другими быть не могли – Южное болото слишком далеко от земной точки траектории, и искать тут можно только те осколки, которые образовались задолго до разрушения основного тела и двигались самостоятельно. Плотность их выпадения не будет высокой, а вероятность находки – практически нулевая. Правда, камень все-таки нашелся (камень Янковского), но товарищ Кулик не пожелал его осмотреть. Пень на дне Сусловской воронки – закономерный итог предпринятых усилий.

Результаты поисков второй попытки тоже не удивительны. Глубокие грунтовые пробы отобраны слишком близко к эпицентру, и тоже в принципе не могли дать положительного результата.

Рассмотрим подробнее работу по шлихам, имевшую, казалось бы, шансы на успех. Здесь пробы отбирались ступенчато: четырехкилометровой полосой до расстояния 9 км, затем трехкилометровой полосой до 12 км, затем двухкилометровой полосой до 16-го километра, причем каждый раз ширина полосы укорачивалась с юга. Направление полосы –  $291^\circ$  от меридиана, что примерно соответствует расчетной траектории  $115^\circ$  – собственно ступеньки в полосе как раз и вызваны попыткой корректировки направления к  $115^\circ$  градусам уже в поле после ошибочно заданного начального направления в  $111^\circ$ .

Как отмечалась, площадь каждой пробы составляла  $0,25 \text{ м}^2$ . При вероятной ширине эллипса рассеяния 700 м, угле наклона траектории от  $30^\circ$  до  $40^\circ$ , плотности выпадения осколков не менее 1 на кв. м и территориального пересечения мест отбора проб с эллипсом рассеяния, вероятность нахождения осколков близка к 1. Проверим все эти допущения.

Ширина эллипса рассеяния оценена на основании данных по другим падениям метеоритов и, по-видимому, должна быть принята как близкая к истинной.

Предположение о плотности выпадения осколков подтверждается только данными о Сихотэ-Алиньском метеоритном дожде (железный метеорит), где по некоторым оценкам средняя плотность осколков миллиметрового и более диапазона достигала 5 штук на  $1 \text{ м}^2$ . Данных же о плотности выпадения осколков каменных метеоритов практически нет. Автор участвовал в экспедиции на место падения Телеутского каменного метеоритного дождя, где в заведомо известном месте выпадения осколков вскрыша  $20 \text{ м}^2$  почвы не дала ни одного метеорита [Анфиногенов и др., 2000]. (Справедливости ради нужно отметить, что пробы нами были отобраны недалеко от барачков лесорубов, которые, как известно, собрали десятки камней непосредственно после падения.) Таким образом, предположение о плотности выпадения осколков в случае каменного ТМ не менее 1 на кв. м является, в какой-то мере, произвольным.

Последнее из предположений о совмещении точек отбора проб с эллипсом рассеяния наиболее спорное. Во-первых, выбранная траектория в  $115^\circ$  сильно отличается от, несомненно, более вероятной траектории в  $99^\circ$ . Отобранные пробы в большинстве своем не попадают в область вероятного эллипса рассеяния и лежат севернее его. Только 5-6 проб лежат внутри вероятного эллипса или совсем рядом с ним. Можно было бы надеяться на ветер, способный снести мелкую фракцию к местам проб, однако нам уже известно по пожарным данным, что в момент катастрофы дул ветер северных румбов. Во-вторых, при принятом угле наклона траектории в  $30-40^\circ$  для пересечения мест отбора проб с эллипсом рассеяния высота взрыва должна быть минимальной (около 5-6 км). Уже то обстоятельство, что в указанных 4-5-ти пробах не найдены мелкие осколки, говорит о более высоком взрыве или более пологой траектории.

Отметим отдельно единственную находку, сделанную в рамках этой программы. В пробе № 49 найдена частица черного оплавленного стекла размером 1,5 мм, состав которой похож на состав космических силикатов, в то же время не исключено, что такой состав могут иметь вулканические стекла. Ввиду того, что находка была единственной, плановые работы по поиску осколков решено было прекратить.

Попытки Г. Плеханова и Д. Дёмина отыскать осколки на восток от эпицентра вдоль траектории, очевидно, тоже не могли привести к успеху – здесь можно обнаружить только фрагменты, отколовшиеся задолго до взрыва и летящие отдельно, не в основном рое тел. Ясно, что плотность выпадения таких осколков будет небольшой, как и вероятность их обнаружения.

О работе Коваля мало что можно сказать – слишком скудная информация им опубликована, известно только, что очевидного успеха поиски Коваля не имели.

Что касается спорадических поисков воронок и осколков, то автор, сам бывалый полевик, не верит в возможность тщательного осмотра местности при переходах под рюкзаками, когда необходимо следить за тропой, чтобы не споткнуться, и за ветвями, чтобы не выхлестнуло глаз. Тут не до воронок. Мелкие же камни в тайге найти практически невозможно – мешает мощная подстилка, давно укрывшая все камушки под собой. Хорошее подтверждение этому – находка в 1986 году крупного красноватого камня размером около метра буквально в 5 метрах от Западной просеки. Камень очень необычен, совершенно не похож на местные траппы, скорее напоминает Камень Джона, только не голубоватого, а розовато-красного цвета. Если бы его видели раньше (а ходили по этой просеке многочисленные отряды не менее 20 лет), то непременно отобрали бы кусочки на анализ, но на камне никаких сколов не было.

Таким образом, можно сделать следующие выводы относительно поисков осколков: Единственная программа поисков, имевшая высокие шансы на успех, не сработала из-за ошибочно принятой траектории в  $115^\circ$ . Тем не менее, реализация этой программы позволила уточнить то обстоятельство, что либо высота взрыва была выше 6 км, либо наклон траектории был менее  $30^\circ$ . Во всяком случае, осколков в пределах пер-

вых 7 км от эпицентра либо нет, либо плотность их выпадения существенно меньше 1 шт. на кв. м. Площади за пределами 7 км от эпицентра, на которых может располагаться эллипс рассеяния, не изучались.

Отсутствие осколков метеорита не доказано. Отсутствие астроблем от падения фрагментов метеорита не доказано. Следовательно, парадокс отсутствия осколков не может быть сформулирован за отсутствием к тому оснований.

Заметим справочно, что где-то в конце 70-х – начале 80-х годов при обвале в каньоне Чургима в русле ручья появился крупный обломок скалы, примерно полутораметровой ширины и метровой высоты, в теле которого отчетливо была видна астроблема, диаметром около 20 см и глубиной более 10 см. Ею занимался Г. В. Андреев, преждевременная смерть которого приостановила исследования. К настоящему моменту камень раскололся под действием воды и морозов, а трещина прошла как раз по серединке астроблемы.

### ***Парадокс отсутствия пыли***

*Формулировку см. выше.*

Обсудим основания (модель) поиска мелкодисперсного вещества ТМ и результаты измерений.

Предполагается, что вещество могло выпасть либо в виде затвердевших капель расплава, образовавшихся при сдувании расплавленной пленки на поверхности метеорита (частицы 1-го рода), либо в виде затвердевших капель, образовавшихся при конденсации паров тела метеорита, и коагуляции мелких капель до момента затвердевания (частицы 2-го рода). Предполагается также, что плотность выпадения на единицу поверхности земли должна превышать фон на порядки. Основанием для такого предположения являются расчеты [Кириченко, 1975] и обнаружение подобного материала в районе падения Сихоте-Алиньского метеорита.

Правильность расчетов (соответствие реалиям при взрыве ТМ), выполненных на основе эмпирических формул для крупных взрывов, зависит от некоторых начальных параметров и сделанных допущений. Не вдаваясь в подробности и не критикуя работу Кириченко, можно отметить, что, приняв за основу несколько иные параметры взрыва (например, взрыв в случае ТМ был не точечный, а объемный), можно получить и иные результаты по количеству выпадающих конденсационных шариков, либо несколько смещенный в сторону меньших размеров модальный диаметр шариков. Модальный диаметр шариков, полученный Кириченко, и так достаточно мал – около микрона, и выпадение основного количества шариков должно происходить за сотни и тысячи километров от исследованного района. Исследователи, собственно, искали шарики таких размеров (более 10 микрон), которые образуются после коагуляции тысяч расплавленных капель модального. Какое-то количество крупных (более 10 микрон) шариков, в силу вероятностного характера столкновений капель, должно было образоваться, вот их-то и пытались обнаружить в торфах. На близких расстояниях (до 80-100 км) должны были выпасть шарики размером более 10 микрон.

Что касается шариков, обнаруженных в районе падения Сихоте-Алинь, то следует отметить, что эти шарики образовались не путем конденсации паров, как в модели Кириченко, а при сдувании расплавленной пленки с поверхности метеорита. Образуются ли такие шарики при падении каменных метеоритов, и в каком количестве – достоверно не неизвестно. Те эксперименты по сжиганию каменных метеоритов, о которых автор читал и которые сам проводил, говорят об образовании огромного количества пемзообразных силикатных частичек и очень небольшого (сотые доли процента потери массы) количества шариков, половина из которых – магнетитовые (автор сжигал кусочек Телеутского железо-каменного метеорита).

Но спорным является самый важный момент – а вошли ли куски Тунгусского метеорита в режим сдувания расплавленной пленки (маленькая скорость) или до самой земли двигались в режиме испарения (высокая скорость)? Если куски метеорита двигались до земли в режиме испарения, то никаких шариков 1-го рода мы и не обнаружим. Уже то обстоятельство, что ТМ взорвался на небольшой высоте, порядка 10 км, говорит о том, что на этой высоте тело имело еще очень большую скорость, и шансов затормозиться до режима плавления у осколков оставалось немного. Скорее, следует ожидать большего числа шариков 1-го рода от осколков, отколовшихся задолго до основного взрыва, двигавшихся самостоятельно и успевших сбросить скорость до скоростей режима плавления.

Теперь о результатах измерений. Шарики искали в двух субстратах – в почве и в торфе. Критика результатов поисков в почвах сделана давно и общеизвестна. Критика результатов поисков шариков в торфах была дана в [Дорошин, 1988], и связана она с применявшейся методикой поиска шариков. Было показано, что:

во-первых, наиболее представительная фракция по счетным концентрациям (около 10 микрон) практически, не выделялась при операции отмыва пробы, а уходила в отбросы вместе с основной массой торфа;

во-вторых, при операции отжига в зольном остатке иногда продуцировалось непредсказуемое количество шариков, очень похожих на силикатные, причем предсказать их появление было невозможно – одна и та же проба, отожженная в разных тиглях по частям могла дать в одном тигле нулевое количество артефактных шариков, а в другом тигле – десятки тысяч.

В таких условиях подавления полезного сигнала и непредсказуемого шума какая-либо интерпретация полученных результатов стала невозможна. Даже если в пробах содержалось количество шариков, намного превышающее фоновые количества (а таких проб сколько угодно, и они есть в любом отработанном районе), то отнести их к следу Тунгусского метеорита не было никаких оснований – это могли быть и артефактные шарики. Делать же химический анализ в каждом случае было просто невозможно по финансовым соображениям.

Кроме того, под большим сомнением остается вопрос о способности силикатных шариков сохраняться длительное время в торфе. Пока что, по имеющимся данным, силикатные шарики размером до 10 микрон «живут» в торфе в среднем около 40 лет. За время, прошедшее с момента катастрофы, наиболее представительная фракция вещества ТМ могла полностью разложиться. Есть, правда, надежда, что более крупные шарики, несмотря на коррозию, будут все-таки узнаваемы.

Сложности интерпретации результатов поиска шариков отнюдь не исчерпываются изложенными. В последнем сезоне получены данные, которые еще более усложняют поиски. Летом 2006 г. в верховьях р. Хушмо прошел сильный верховой пожар. Сразу после прохождения пожара автор побывал в верховьях Хушмо и отобрал щепотку торфа на горевшем торфянике. Предполагалось, что при верховом пожаре должны образоваться угольные шарики из смол и сажи. При просмотре необработанного торфяного волокна под биноклем обнаружилось до сотни шариков-пузырей с хвостиками размером 100-200 микрон, точно такие, какие были найдены в пробе БП-4. Кроме того, после сухого шлихтования обнаружилось около двух сотен более мелких шариков, идентичных шарикам, образующимся при сжигании торфа в муфеле. Очевидно, все эти шарики образовались во время пожара, и остается только удивляться малому количеству шариков в пробах торфа – тайга ведь горит, практически, ежегодно, то там, то тут. Возможно, что шарики, образующиеся в пожарах, достаточно быстро растворяются (разлагаются) в торфяной залежи.

Исходя из изложенного, у нас нет оснований утверждать, что метеоритные шарики не обнаружены. Если они в пробах были, то они были обнаружены, но не идентифицированы как метеоритные. На сегодняшний день у нас просто нет никакого результата по шарикам. Ни положительного, ни отрицательного. (Здесь не обсуждаются результаты последних лет исследований пыли в районе падения ТМ).

## ПАРАДОКСЫ ПОЖАРА

### *Парадокс пятнистости пожара*

*«Пожар был равномерный и, одновременно, пятнистый на большой территории. Что его вызвало? Тепловое излучение разрушающегося тела или "Струя огненных газов и раскаленных тел" (По Л. А. Кулику). Почему прямо в эпицентре есть места без пожара и деревья, пережившие катастрофу, даже без пожарных подсушин, наряду с аналогичным пожаром на расстояниях до 15 км от центра?»*

По-видимому, здесь парадокс состоит в том, что при наличии пожара в 15 км от эпицентра обязательно должен быть пожар на всей территории в эпицентральной части, чего не наблюдается (роща под г. Вюльфинг, например).

При формулировании данного парадокса допущена ошибка, состоящая в том, что интенсивность пожара якобы должна быть пропорциональна внешнему воздействию (в данном случае – излучению). На самом деле для возникновения пожара необходимо: 1 – начальное воспламенение; 2 – поддержание режима горения. Если первое необходимое условие напрямую связано с внешним воздействием, то второе – есть результат взаимодействия многих природных факторов, не имеющих к причине возникновения пожара прямого отношения. Так что парадокс пятнистости пожара есть результат слабой изученности предкатастрофной пожарной готовности леса, и не более того. Проблема же зажигания (первичного воспламенения) леса решена Курбатским путем проведения натуральных экспериментов, получившим приемлемые значения тепловой энергии, достаточные для зажигания леса в 15 км от эпицентра, и при которых лес в эпицентре не погибает от излучения.

### *Парадоксы лучистого ожога*

*«Природа лентовидных повреждений ветвей и верхушек лиственниц переживших катастрофу не вполне ясна. Если это лучистый ожог, то почему аналогичные повреждения иногда датируются другими годами?»*

Нет ни одного документально зафиксированного факта «ожога» в другие годы. Эта легенда была порождена в 1963 году, после полевого просчета даты ожога. Впоследствии, когда дату определяли в камеральных условиях с подготовкой спила (сушка, шлифовка, подсчет под микроскопом), дата всегда была равна 1908 году. Данный парадокс – просто недоразумение.

*«Почему заметное количество этих поражений в 1908 г. направлено в стороны и вниз? Почему в восточной и западной части области этих поражений имеются своеобразные выемки, где таких поражений нет? Если это следствие действия ударной волны, то каков механизм возникновения таких поражений? Если это следствие ожога азотной кислотой (по Анфиногенову), то почему отсутствуют следы ее действия на другие объекты?»*

Парадоксы лучистого ожога возникает только в том случае, если за причину его возникновения принять световое излучение ТМ. Если же считать причиной ожога пожар и его особые характеристики в эпицентральной зоне, как это предложено в гипотезе «Огненного шквала» [Дорошин, 2004], то никакого парадокса не возникает. По этой гипотезе, термическое повреждение ветвей образовалось не столько от излучения ТМ, сколько от восходящих потоков горячего воздуха при пожаре. Поэтому обратные и боковые направления повреждений на ветвях не следует считать чем-то необычным, так и должно было происходить на самом деле.

### **Парадокс зоны первичного воспламенения**

*Если исходить из гипотезы первичного воспламенения леса от световой энергии ТМ, то при любом распределении энергии вдоль траектории задняя граница зоны первичного воспламенения по чисто математическим причинам должна быть эллиптической, в пределе круговой. На самом же деле задняя граница – почти прямая линия.*

Парадокс пока что не только не решен, но даже в печати еще и не сформулирован. В несколько ином виде парадокс рассматривается в [Дорошин, 2004], решение же видится в совместном воздействии световой вспышки как агента воспламенения леса и ударной волны как агента переноса горящих частиц. Возможны и иные решения парадокса, дискуссии по этому вопросу пока не было.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из приведенного обзора парадоксов Тунгусского метеорита ясно видно, где нужно приложить усилия исследователям для решения загадки века. При этом необходимо:

1. Построить полную непротиворечивую модель выноса вещества в четко определенный район земного шара для инициации «светлых ночей».
2. Построить модель «светлых ночей».
3. Провести работу по анализу показаний очевидцев других дневных болидов с точки зрения изучения параметров дымного следа по показаниям только ближних очевидцев.
4. Доработать вопрос об осесимметричных отклонениях по вывалу. Возможно, понадобятся дополнительные данные по вывалу, часть которых все еще законсервирована в аэрофотосъемке, часть находится на руках и не опубликована, например, данные по вывалу Золотова и Коваля.
5. Попытаться решить задачу геомагнитного эффекта, исходя из известных возможных механизмов этого эффекта.
6. Довести работы по термолюминесценции до логического конца.
7. Организовать поиски осколков в предполагаемой области их выпадения (от 7-го километра и до хребта Чувар).
8. Продолжить поиски мелкодисперсной пыли ТМ на основе методики, свободной от упомянутых недостатков.

### **Литература**

- Абрамов, Н. Г.** Исследование пожара 1908 года в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / Н. Г. Абрамов и др. // Труды ГПЗ Тунгусский: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – С. 275-288
- Анфиногенов, Д. Ф.** Болиды лета – осени 1908 г в средних широтах Евразии в связи с проблемой Тунгусского метеорита [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 22-29.
- Анфиногенов, Д. Ф.** Тунгусские этюды [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов, Л. И. Будаева. – Томск : изд-во Томского регионального научно-внедренческого центра, 1998. – 108 с.
- Анфиногенов, Д. Ф.** Экспедиция в район метеоритного дождя «Телеутское озеро» [Текст] / Д. Ф. Анфиногенов и др. // Тунгусский вестник КСЭ. – 2000. – № 11. – С. 52-55.
- Бидюков, Б. Ф.** Парадокс радиоактивности: термолюминесцентный метод [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Юбилейная международная научная конференция «90 лет Тунгусской проблемы»: тез. докл. – Красноярск : Изд-во СибЦентр, 2001. – С. 85-94
- Бидюков, Б. Ф.** Тунгусская проблема: методологический аспект [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998. – №8. – С. 25-29.
- Бронштэн, В. А.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. А. Бронштэн. – М. : Изд-во А. Д. Сельянов, 2000. – 310 с.
- Василенко, Б. В.** Термолюминесцентный анализ пород из района Тунгусского падения [Текст] / Б. В. Василенко и др. // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 227-231
- Васильев, Н. В.** Парадоксы проблемы тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев // Известия высших учебных заведений, 1992. – № 3.
- Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.
- Васильев, Н. В.** Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев, В. К. Журавлев и др. . –М. : Наука, 1965. – 112 с.
- Демин, Д. В.** О возможной интерпретации структуры энергоактивной зоны Тунгусского взрыва [Текст] / Д. В. Демин // Юбилейная международная научная конференция «90 лет Тунгусской проблемы»: тез. докл. – Красноярск : Изд-во СибЦентр, 2001. – С. 80-82
- Демин, Д. В.** Информационный аспект исследований Тунгусского феномена 1908 г. [Текст] / Д. В. Демин и др. // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 30-49.
- Дорошин, И. К.** К поиску вещества Тунгусского метеорита в торфах [Текст] / И. К. Дорошин // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 31-41

- Дорошин, И. К.** Огненный шквал при Тунгусской катастрофе [Текст] / И. К. Дорошин // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – №16. – С. 28-52.
- Зоткин, И. Т.** Моделирование Тунгусского взрыва [Текст] / И. Т. Зоткин, М. А. Цикулин // Природа. – 1966. – № 6. – С. 81-89.
- Зоткин, И. Т.** Определение радианта Тунгусского метеорита по визуальным наблюдениям очевидцев [Текст] / И. Т. Зоткин, А. Н. Чигорин // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 85-95.
- Иванов, К. Г.** Современное состояние исследований геомагнитного эффекта Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Юбилейная научная конференция «95 лет Тунгусской проблеме»: тез. докл. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – С. 50.
- Кардаш, А. В.** О магнитном склонении в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / А. В. Кардаш // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 77-80
- Катастрофические воздействия космических тел** [Текст]: сб. ст. / под ред. В. В. Адушкина и И. В. Немчинова; Институт динамики геосфер РАН. – М.: ИКЦ Академкнига, 2005. – С. 239-250.
- Кириченко, Л. В.** К вопросу образования локального следа выпадений от взрыва космического тела в 1908 г. [Текст] / Л. В. Кириченко // Проблемы метеоритики: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 111-126
- Коваль, В. И.** Метеоритные исследования молодежного творческого коллектива «Гея» астролaborатории Дворца творчества на Миуссах и установление основных параметров Тунгусского супербоида 1908 г. Краткая историческая справка 1969-1998 г. [Текст] / В. И. Коваль // Тунгусский сборник (юбилейный выпуск). – М.: Изд-во МГДТДиУ, 2000. – С. 80-91.
- Коробейников, В. П.** Взаимодействие больших метеоритных тел с атмосферой Земли [Текст] / В. П. Коробейников и др. // Метеоритные исследования в Сибири: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 99-117.
- Коровкин, М. В.** Оценка радиационной обстановки в природных и техногенных районах экологической нестабильности методами радиационной минералогии [Текст] / М. В. Коровкин и др. // Тунгусский Вестник КСЭ. – 1997. – № 7. – С. 12-14.
- Кривяков, С. В.** К вопросу о так называемом «Светлом пятне» [Текст] / С. В. Кривяков, Е. В. Хамматова // Тунгусский вестник КСЭ. – 2005. – № 16. – С. 24 – 27.
- Ольховатов, А. Ю.** О происхождении атмосферных оптических аномалий конца июня-начала июля 1908 г. [Текст] / А. Ю. Ольховатов // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998. – № 9. – С. 27-31.
- Плеханов, Г. Ф.** Итоги исследования и парадоксы Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / Г. Ф. Плеханов // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998. – № 8. – С. 16-18.
- Фаст, В. Г.** Статистический анализ параметров Тунгусского вывала [Текст] / В. Г. Фаст // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. – Вып 2. – С. 40-61.
- Фаст, В. Г.** О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита [Текст] / В. Г. Фаст, А. П. Баранник, С. А. Разин // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. – С. 39-52.
- Эпиктетова, Л. Е.** Уточнение траектории Тунгусского метеорита по показаниям очевидцев [Текст] / Л. Е. Эпиктетова // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 79-88.
- Этнография русского крестьянства Сибири XVII-XX вв.** [Текст]. – М.: Наука, 1981. – 270 с.

Б. Ф. БИДЮКОВ (Новосибирск)

## ТУНГУССКИЙ ФЕНОМЕН: ЗАТРУДНЕНИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

### Отношение к завершенности

Необходимость обращения к этой теме вызвана тем, что в последние годы в работе над так называемой «Тунгусской проблемой» (ТП) мотив *парадоксальности* и *противоречивости* стал проступать не эпизодически, а все более явственно. Повышенное внимание к противоречиям связано с тем, что они фиксируют принципиальные затруднения в построении концепций, пытающихся увязать в единое целое огромный конгломерат разнородного материала, накопленного за время почти векового пути изучения Тунгусского события (ТС).

Совершенно естественно, что наличие или отсутствие противоречий в построении целостной картины События может рассматриваться как *критерий истинности* желаемого результата, а также *критерий опознания ситуации завершенности* исследований по тунгусской тематике. Посылка при этом формулируется следующим образом: если большинство парадоксальных обстоятельств, связываемых с Тунгусским Событием, благополучно разрешается (снимаются противоречия), то можно считать, что мы в этой теме достигли той степени ясности, которая позволяет однозначно судить о характере исследуемого события. И наоборот, если противоречия остаются, то говорить о завершенности не приходится.

В истории изучения Тунгусского феномена (ТФ) можно выделить несколько характерных моментов, когда у определенной группы исследователей складывалось впечатление, что результат «в общих чертах» уже получен, суть изучаемого явления «в целом понятна» и остается «уточнить некоторые детали». Они спешили объявить об этом в научных публикациях и довести свое мнение до «широкой общественности», чтобы «застолбить» свой приоритет в разрешении «загадки века». Но проходило некоторое время, утихал ажиотаж вокруг очередной сенсации и оказывалось, что далеко не все еще ясно, что другие группы исследователей продолжают «разбирать завалы», обнаруживать все новые несоответствия в прежних представлениях и ставить «проклятые вопросы». Более того, оказывалось, что, несмотря на все старания, продолжают «висеть» и ранее отмечавшиеся противоречия, а их «окончательное снятие» выглядит достаточно иллюзорным.

Не будем конкретизировать эти исторические вехи, они хорошо описаны, например, в работе [Журавлев, Зигель, 1998]. Напоминание же о них уместно хотя бы потому, что в последние годы попытки «закрыть проблему» становятся все более настойчивыми. Один из авторов настоящего сборника статей (В. К. Журавлев) занимается изучением ТФ с 1958 г., другой (Б. Ф. Бидюков) причастен к планомерной работе по этой теме уже 30 лет. За это время мы были свидетелями не одного драматического поворота неординарной траектории «Тунгусского метеорита» (ТМ), что заставляет нас быть предельно осторожными в принятии субъективных оценок относительно «завершенности» и «окончательной ясности».

Для того чтобы не сложилось впечатления, что мы уникальны в своих опасениях, приведем оценки на сей счет двух патриархов Тунгуски, «отцов-основателей КСЭ» – ныне здравствующего Г. Ф. Плеханова и ушедшего от нас в 2001 г. Н. В. Васильева.

«...Несмотря на многое сделанное по проблеме ТМ, недоделанного остается еще немало... Современная наука не доросла до того, чтобы просто и однозначно ответить на вопрос о природе ТМ» [Плеханов, 2000, с. 272].

«Незавершенность исследования Тунгусского метеорита – это не только вывод, сделанный автором на основании анализа сегодняшней ситуации, но и личное его ощущение как человека, научная жизнь которого связана с проблемой на протяжении сорока с лишним лет. Давно осознав необходимость подведения итогов, автор год от года откладывал написание этой книги, подспудно надеясь, что удастся подвести не предварительный, а окончательный итог. Жизнь рассудила иначе, и события последних лет с очевидностью показали, что рассчитывать на окончательное решение «загадки века» в ближайшие годы не реально» [Васильев, 2004, с. 268].

Приведенные оценки фиксируют тот непреложный факт, что наличествует достаточно авторитетная точка зрения на состояние Проблемы, оппонирующая «закрывающим». Игнорировать ее можно, если сильно хочется, но это чревато неизбежным «повторением пройденного».

Тема противоречивости и парадоксальности тесно сопрягается еще с одной темой, красной нитью проходящей через все тунгусские исследования – это тема *аномальности*.

### **Аномальность в генезисе затруднений**

Анализируя ситуацию, сложившуюся в тунгусских разработках к настоящему времени, мы можем выделить целый ряд публикаций по этой теме, где указывается на определенные «аномальности», связываемые с Тунгусским Событием [Васильев, 1992, 2004; Дмитриев, Журавлев, 1984; Журавлев, Зигель, 1994; Плеханов, 2000, и др.].

«Почему непонятные явления называются аномальными? Термин "аномалия" означает, что необычное явление отличается от известного, нормального... Современная наука пока не в состоянии... отождествить <аномальные явления> с чем либо известным, и для этих явлений пока нет места в современной системе знаний» [Петухов, 2005].

Применительно к изучению Тунгусского События трактовать эти оценки можно, очевидно, так: характер разворачивания сценария ТС не укладывается в рамки «нормальных» процессов протекания столкновительных взаимодействий космического вещества с Землей. То есть, наблюдаемые и регистрируемые процессы в исторической перспективе обнаружения Феномена несут в себе некие «несообразности», не поддающиеся однозначной интерпретации в рамках устоявшихся научных представлений.

Правда, в апологетических работах классической метеоритики (см. напр., [Бронштэн, 2000]) такой взгляд на ТС объявляется ошибочным, надуманным, а сами «аномалии» как бы не существующими – имеются естественные временные трудности интерпретации, связанные с недостатком информации, несовершенством методики, что преодолевается и непременно будет преодолено в рамках существующей научной парадигмы. Тем не менее, уже 100-летие ТС, а работа еще далека от завершения.

Как бы ни относились к «аномальностям» авторы разных тунгусских концепций, несомненно то, что эти «аномальности», во-первых, маркируют некое «неблагополучие» в предмете исследований, а во-вторых, создают *затруднения* в деятельности самого исследователя.

Остановимся подробнее на этих двух аспектах.

Наше внимание привлекло появившееся в Интернете сообщение (27 февраля 2006 г., источник: Snews.ru) «Поиск внеземных цивилизаций: новая стратегия», в котором, со ссылкой на «Space Daily», говорится: «Профессор философии Кэрл Килланд и профессор молекулярной, клеточной и эволюционной биологии Шелли Копли из университета Колорадо в Боулдере разработали новую "Общую теорию жи-

вых систем", которая, как полагают авторы, поможет ученым пересмотреть основные положения современной астробиологии и выработать новый подход к поиску внеземных цивилизаций... Авторы альтернативной теории определения жизни предлагают вместо поиска уже известных форм жизни заняться изучением аномалий... История развития науки свидетельствует, что в конечном итоге именно изучение аномалий приводило к потрясающим открытиям и смене существующих научных парадигм» (*подчеркивание наше – Б.Б.*).

Из этого сообщения мы выделили, на наш взгляд, самое существенное и относящееся к теме нашего обсуждения – необходимость перевода *направленности внимания* исследователя с изучения вариаций *уже известного* на поиск *«слабых сигналов из будущего»* – проявлений *неизвестного*, данных нашему восприятию как *аномалии*.

Если уж представители «нормальной» науки стали столь радикально ставить вопрос о поисках «неземных» форм жизни, пересматривая концептуальные основания определения жизни вообще, то почему бы не применить этот принцип к поиску нетривиальных проявлений взаимодействия «земного» и «космического»?

Протицируем еще один фрагмент из упомянутого сообщения: «В 1976 году космический аппарат NASA Viking 1 проводил на Марсе эксперимент по поиску жизни. Образцы почвы смешивались с помеченными радиоактивными изотопами питательными веществами для обнаружения продуктов жизнедеятельности марсианских бактерий. Хотя по результатам этого эксперимента ученые сделали вывод о наличии живых микроорганизмов на планете, исследование опытных образцов с помощью других приборов аппарата Viking 1 не выявило присутствия органических молекул... Несмотря на самые совершенные и высокоточные приборы, созданные в последнее время, ученым до сих пор не удалось обнаружить явные признаки жизни на Марсе и других планетах – и, как считают авторы новой теории, вряд ли удастся. "Если ДНК инопланетных живых организмов хотя бы немного отличаются по структуре и составу от земных, мы не сможем их идентифицировать с помощью современных приборов", – полагает проф. Клиланд».

Приведенный пример наглядно демонстрирует, как принципиальные затруднения в поисках образцов жизни на других планетах *известными средствами и способами*, осознание бесперспективности такой линии, вынуждает ученых пересматривать самые основания такого поиска, обращаясь к изменению концептуальности.

Можно усмотреть некоторую аналогию этой ситуации с ситуацией тунгусских исследований. Многолетние попытки «свести концы с концами» так и не привели к радикальному прорыву в построении целостной картины События. Неудовлетворенность объяснениями в рамках до сих пор конкурирующих «астероидной» и «кометной» концепций вынуждает исследователей раз за разом обращать внимание на «аномальности», не получающие убедительной интерпретации.

Налицо стойкая связка «аномальность»-«затруднение». Характер этой связки еще предстоит проанализировать более детально. А пока стоит рассмотреть отдельно понятие «затруднения».

Один из аспектов генезиса затруднений мы уже рассмотрели, связав их с «аномальностью». Здесь уместно процитировать еще один фрагмент из доклада Александра Петухова: «Когда-то "аномальными" явлениями были электричество, магнетизм, фотография, рентгеновские лучи, лазер и т.п. Сегодня эти понятия общеприняты». По его мнению, отличие от известного, нормального – еще «не аргумент, чтобы игнорировать изучение каких-либо аномалий научными методами». Добавим, – и не повод приклеивать к любым проявлениям аномальности ярлык «чертовщинки». Хотя, конечно, стараниями досужих «популяризаторов» любые нетривиальности моментально обрастают таким количеством домыслов и вымыслов, что порой даже изощренному аналитику непросто разобраться в этом нагромождении. Такое, с позволения сказать, «просветительство» создает стойкие «зоны отчуждения» в тех областях неизученного, куда надо бы в первую очередь направлять внимание добросовестных исследователей.

Откровенная вредоносность формирования обстановки дешевой сенсационности вокруг аномальных явлений отмечается не только нами. Сошлемся на работу [Дмитриев, 1990]: «Естественно, что необычные явления прежде всего освещают журналисты. В этом потоке информации... вымысел, соседствуя с серьезными описаниями фактов, обесценивает проблему и эффективно работает на рост отрицательного имиджа целого ряда вполне научных вопросов... Эта обстановка усложнена также и тем, что исследователи, как это ни странно, оказались в таких условиях, при которых «научное мнение» формируется и высказывается на основе не исследования явлений, а убедительного или не убедительного изложения фактов, возникающего вне научной среды... На вереницу ложных публикаций обоснованно обрушивается критика ученых... Создается впечатление, что искусственное нагромождение псевдофактов и объяснений – это метод борьбы против научного подхода к решению данной проблемы» (с. 3-4). Все сказанное абсолютно приложимо к той нездоровой обстановке, которая сложилась и вокруг Тунгусской проблемы.

Эта тревожащая ситуация диктует требование осторожно и взвешенно подходить к выделению и объяснению точек «аномальности» в ходе решения ТП, твердо выдерживая курс между «Сциллой и Харибдой» – не отвергать огульно возникающие «парадоксы» и «не умножать сущности сверх необходимого».

## Концепция тунгусского «Нечто»

Как нам представляется, стойкое существование мотивов противоречивости, парадоксальности и аномальности в тунгусских разработках задается во многом традиционной методологической направленностью, присущей узкопредметной организации исследования.

Все предшествующие исследования Тунгусского Феномена велись в ориентировке на какую-либо гипотезу, претендующую на его **объяснение**. Любая вновь выдвигаемая версия, прежде всего, исходила из предположения о том «*что это было*». Затем комплекс фактов «подгонялся» под выдвинутое предположение. Если фактов было мало, то вставал вопрос об их дальнейшем накоплении, если было много, то решалась задача по отсеиванию «ненужных», «не относящихся к делу» фактов – **принцип «прокрустова ложа»**.

Нынешняя ситуация характерна тем, что, несмотря на все предшествующие усилия, приверженцам ни одной из выдвинутых гипотез не удалось построить непротиворечивую картину События. Как уже неоднократно заявлялось, весь комплекс собранных фактов «не вписывается» нацело ни в одну из версий – собранного материала оказывается для всех «слишком много».

Сам факт наличия множества версий объяснения События свидетельствует о существовании **стойкого комплекса затруднений**, на который наталкивается любая вновь выдвигаемая гипотеза.

Так может быть стоит изменить **стратегию изучения**?

Характерной особенностью прежней стратегии, основанной на «*объяснении*», было подведение «Тунгусского феномена» под известное понятие: «метеорит», «астероид», «комета», «звездолет», «землетрясение» – ряд можно продолжать достаточно долго. Не важно даже, что «экзотические» версии были порой сами слабо проработаны и опирались на сомнительные основания. Главное, что их авторы «точно знали» **что** «это» было – суть версии уже рисовала *образ*, который затем и диктовал логику изучения. А все, что в эту логику не укладывалось, объявлялось «лишним», игнорировалось или оттеснялось на периферию как малозначимое и не могущее существенно повлиять на доказательство.

В такой стратегии нет ничего криминального – это типичный путь научного исследования. Оно может проводиться с той или иной степенью добросовестности, но схема его вполне определена. Наука с уникальными событиями не работает – должны быть прецеденты, определенный класс типичных событий, к которому и необходимо причислить в данный момент исследуемое.

Однако в нашем случае такая схема не срабатывает: под какой бы класс известных моделей ни подводили, нацело все равно «не вписывается». И это уже *симптом* – что-то не так, наверное, не то делаем.

А почему, собственно, надо обязательно подводить под известное понятие? Может, мы все же имеем дело с новым классом природных явлений, и «противоречивость» – тому свидетельство?

**Задачу в этом случае можно переформулировать по-другому:** не *объяснять* через известное, а *сконструировать* «Нечто» – новый идеальный объект, – который, в сущности, будет снимать все имеющиеся на сегодня противоречия, и объяснять затруднения, которые могут возникнуть в этой логике изучения.

В этом случае «противоречивость» – не мешающий фактор и не маркер наших «благотупостей», а **диагностический признак выхода «за горизонт»**.

Вводимый термин «Тунгусское Нечто» подчеркивает то обстоятельство, что мы изначально *не знаем*, что это было, и *не делаем никаких предположений* на этот счет. Мы полагаем, что нам ЭТО еще надо построить в результате проведенного комплекса исследований. Мы вполне допускаем, что в конечном итоге наше «Нечто» может оказаться не встречающейся ранее разновидностью уже известных объектов, либо их модификацией в рамках нетривиальной конфигурации условий взаимодействия с Землей. Такого рода варианты могут быть редукциями полной модели. Но все это надо еще доказать.

### Возможная программа изучения «Тунгусского Нечто»

Концепция «Тунгусского Нечто» предполагает некоторые определенные шаги движения в ее русле.

1. Требуется рассмотреть значительное количество выдвинутых версий ТС, а также (и прежде всего!) их взаимную критику с *выделением затруднений* интерпретации в рамках критикуемой гипотезы.

2. Проинвентаризировать выделенные затруднения и провести их жесткую селекцию на нефиктивность. Необходимо обосновать **критерии нефиктивности**, чтобы иметь надежный, неслучайный и неидеологизированный реестр затруднений.

3. Положить этот реестр как основание реконструкции *специфических характеристик* «Нечто», выделяющих его из класса известных событий.

4. Выделить стороны и характерные особенности ТС, которые принимаются абсолютно всеми авторами гипотез. Положить их в качестве «скелета» «известного».

5. Дополнить этот «скелет» комплексом *специфических черт* (они могут не стыковаться ни с комплексом известного, ни между собой – это не должно пугать!). Именно нестыковки и будут указывать на характер нашего незнания (ибо мы будем пытаться «склеивать» их по уже готовым схемам, адекватным лишь известному).

6. Здесь мы и зафиксируем Проблему – отсутствие средств синтеза известного и неизвестного, типического и специфического (не механического их соединения, а именно синтеза!).

7. После фиксации и уяснения характера проблемы мы можем сформулировать «ортогональную» задачу – разработать средства конфигурирования неспецифических и специфических свойств нового объекта, снимающих их взаимную противоречивость.

8. На основе проведенного конфигурирования построить модель ТФ (ТС), в которой будут непротиворечиво сочетаться признаки «познанного» и «непознанного». Последние и будут характеризовать его как принадлежащий к новому классу явлений.

9. Проверить новую модель на «предсказательность»: выявить с ее помощью те стороны возможного процесса исследований, которые были неочевидными в ориентировке на прежние модели. Оценить реализационную сторону новых направлений.

10. Положить сконструированный объект как образец (эталон) нового класса явлений и попытаться найти в эмпирическом поле необъясненных до сих пор наукой событий такие, которые ему в большей степени соответствуют.

11. Попытаться на этой основе построить новый класс явлений, ранее наукой не выделяемый.

Предложенная концепция и программа ее продвижения могли бы направить мысль исследователя не на «борьбу с затруднениями», порожденными противоречиями и парадоксами, а на использование их в качестве условия для вывода Тунгусской проблемы на иной уровень проработки.

### Литература

**Бронштэн, В.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.

**Васильев, Н. В.** Меморандум [Текст] / Н. В. Васильев // Тунгусский вестник КСЭ. – 1999. – № 10. – С. 7-16, 2000. – № 11. – С. 5-14.

**Васильев, Н. В.** Парадоксы проблемы Тунгусского метеорита [Текст] / Н. В. Васильев // Известия высших учебных заведений. Физика. – 1992. – № 3. – С. 11-117.

**Васильев, Н. В.** Проблема Тунгусского метеорита на рубеже столетий [Текст] / Н. В. Васильев // Труды ГПЗ «Тунгусский»: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – Вып.1. – С. 142-238.

**Васильев, Н. В.** Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. [Текст] / Н. В. Васильев. – М.: Русская панорама, 2004.

**Дмитриев, А. Н.** Новые проблемы исследования необычных явлений окружающей среды [Текст] / А. Н. Дмитриев // Следы космических воздействий на Землю: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 3-22.

**Дмитриев, А. Н.** Тунгусский феномен 1908 года – вид солнечно-земных связей [Текст] / А. Н. Дмитриев, В. К. Журавлев. – Новосибирск: ИГГ СО АН СССР, 1984.

**Журавлев, В. К.** Тунгусское диво. История исследования Тунгусского метеорита [Текст] / В. К. Журавлев, Ф. Ю. Зигель. – Екатеринбург: Баско, 1998.

**Петухов, Александр.** Феномен НЛЮ в рамках научного познания. Доклад на XXIX Зигелевских чтениях 29.12.05. [Электронный ресурс] / А. Петухов. – Режим доступа: [http://iicufi.org/article\\_info.php?articles\\_id=361](http://iicufi.org/article_info.php?articles_id=361).

**Плеханов, Г. Ф.** Итоги исследования и парадоксы Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / Г. Ф. Плеханов // Тунгусский вестник КСЭ. – 1997. – № 8. – С. 16-18.

**Плеханов, Г. Ф.** Тунгусский метеорит. Воспоминания и размышления [Текст] / Г. Ф. Плеханов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – 276 с.

С. В. КРИВЯКОВ (Томск)

### ВРЕМЯ КОНКРЕТНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

*Тунгусское явление оказалось более сложным,  
чем нам это представлялось...*

*Из выступлений Н. В. Васильева на сборах КСЭ 80-90 гг.*

Поводом для написания представляемой работы стали статьи, опубликованные в № 15 «Тунгусского вестника» и посвященные осмыслению методологии исследований Тунгусской проблемы [Плеханов, 2002; Бидюков, 2002]. Не вдаваясь в подробный анализ этих статей, хочу лишь заметить, что обе они, к сожалению, оказались лишенными какой-либо конструктивности, хотя и по разным причинам. В статье Г. Ф. Плеханова изложен в авторском варианте классический естественнонаучный подход к исследованию объекта:

- изучение и описание характеристик объекта;
- выявление закономерностей его функционирования;
- построение модели объекта, соответствующей определенным критериям идентичности;
- верификация модели.

В качестве вывода в статье, фактически, приведен вариант конкретизации данной схемы в свете особенностей Тунгусского феномена. Очевидно, что все послевоенные годы исследователи работали

именно по этой схеме, однако Г. Ф. Плехановым не высказано предположений о том, на каком именно этапе и в какой форме произошел глобальный сбой в исследованиях, что привело все «тунгусоведческое» сообщество к нынешнему глубокому кризису.

Хотя статья Б. Ф. Бидюкова является критическим разбором исследования Г. Ф. Плеханова, но она лишь расширяет методологическую базу исследований, вводя гносеологический аспект. Автор призывает рассматривать проблемность Тунгусского феномена как явление социальное, и подходить к организации исследовательских работ, прежде всего, как к процессу, протекающему в определенной социальной среде. Он замечает, что нельзя позволять этому процессу протекать бесконтрольно, спонтанно. Представляется очевидным, что данный подход никак не конфликтует с естественнонаучным подходом Г. Ф. Плеханова. Однако, уважая позицию Б. Ф. Бидюкова, который предпочитает не предлагать сообществу готовых решений, думается, что время для обсуждения КОНКРЕТНЫХ методологических предложений уже вполне настало.

Позволю себе сначала высказать несколько общих предположений. Совершенно очевидно, что в настоящее время мы столкнулись с полной остановкой продвижения в понимании природы Тунгусского явления. Последние 30 лет не добавили ничего к нашим представлениям о том, что же такое Тунгусский метеорит. В то же время, за эти годы было высказано огромное число гипотез, напечатаны сотни работ, авторы многих из которых предлагали свои версии объяснения Тунгусского феномена.

Представляется, что все эти годы исследователи совершали грубейшую методологическую ошибку. Первым этапом любого исследования является изучение и описание свойств рассматриваемого объекта, и лишь затем можно переходить к выявлению закономерностей, определяющих структуру и поведение объекта исследования, не говоря уж о построении моделей, каковыми, фактически, и являлись все гипотезы о природе Тунгусского метеорита. Мы же до сих пор находимся на стадии изучения, причем работа на этом этапе не только не закончена, но даже и не осознана степень этой незаконченности. И в итоге, через 90 лет после Тунгусского события и спустя 40 лет после начала массового этапа его исследования Н. В. Васильев, Г. Ф. Плеханов [Васильев, 1999, 2000; Плеханов, 2000], и все прочие активные исследователи Тунгусской проблемы спорят о том, что из накопленного массива информации можно считать достоверными фактами, а что нет. Именно этот дефицит достоверных фактов и позволяет различного рода узким специалистам подбирать из огромного массива информации, связываемой с Тунгусским феноменом, те сведения и результаты, которые соответствуют их профессиональным стереотипам.

Отсюда следует очевидный вывод: необходимо признать полную бессмысленность в настоящий период попыток строить те или иные гипотезы. Тем более, что даже и при наличии фактов следует сначала составить по этим фактам возможное полное описание объекта, «портрет несуществующего животного», по меткому выражению Бидюкова, высказанному в многочисленных дискуссиях, и лишь потом сравнивать этот портрет с описаниями уже известных нам объектов и явлений. Примерно такая же схема верификации предложена и в статье Г. Ф. Плеханова. По крайней мере, так она воспринята автором данного материала. А так как полной информацией о явлении мы не будем обладать никогда, идентифицировать Тунгусский феномен с каким-либо из известных явлений мы будем иметь право, только если будет иметь место ПОЛНОЕ совпадение всего известного нам о ТМ со свойствами какого-либо изученного класса объектов. При этом мы должны, как вполне равноценную, принять гипотезу о том, что аналогов Тунгусскому явлению мы обнаружить не сможем.

Однако на данном этапе все эти вопросы неактуальны. Сегодня мы должны перейти от экспертных оценок отнесения или неотнесения той или иной информации к достоверным фактам, имеющим отношение к Тунгусскому феномену, что имело место до сего времени, к выработке более или менее **четких критериев различения**, которые признавались бы всем «тунгусологическим» сообществом. До сего времени критерием, фактически, является попадание в центр креста «пространство-время», как это указано в статье Г. Ф. Плеханова. Следует оценить эффективность данного подхода и попытаться дополнить его какими-либо более точными общепризнаваемыми критериями во всех областях исследований. До сих пор предложение критериев достоверности было негласной обязанностью авторов каждой работы. Однако это нередко порождало сомнение в их обоснованности. В настоящее время создание «банка критериев» является совершенно необходимым, т.к. масса накопленной информации требует надежной сортировки для дальнейшего осмысления.

Однако даже после отсеивания фактов процесс описания не будет закончен. В массе своей имеющиеся у нас факты – это «показания приборов», и следует еще установить, что именно они показывают, т.е., опять же, согласно терминологии Г. Ф. Плеханова, определить характер «стимула», который зафиксирован естественными или искусственными датчиками. Лишь после этого можно приступать к описанию свойств объекта, каковым является Тунгусский феномен.

Предлагаются следующие меры в свете того тупикового положения, в котором мы оказались:

1. Принятие полного моратория на высказывание, обсуждение, рассмотрение и публикацию каких бы то ни было гипотез – равно старых или новых – на официальных мероприятиях и в официальных органах «тунгусологического» сообщества.
2. Там, где возможно, осуществление совместной выработки максимально четких критериев, по которым можно было бы опознавать проявления Тунгусского события.

3. Критериальное выявление в массиве накопленной информации фактов, имеющих отношение к Тунгусскому феномену. Составление признаваемого всем активно работающим сообществом исследователей ТМ сводного каталога, включающего все известные сведения о Тунгусском событии.
4. Продолжение полевых исследований, т.к. имеющиеся достоверные факты вряд ли позволят составить подробное описание Тунгусского феномена.
5. В тех областях, где накоплен значительный массив достоверно «тунгусской» информации, продолжение всестороннего осмысления фактов с целью воссоздания свойств Тунгусского тела.
6. Регулярная ревизия своего состояния относительно этапов процесса исследования и обсуждение возможности перехода к следующему этапу.

Все это требует более тесной консолидации «тунгусологической» общественности, однако формы такой консолидации пока не сложились, посему приходится надеяться на ставший традиционным в последнее время многоступенчатый процесс согласований предлагаемых действий и решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бидюков, Б. Ф.** Проблематизация в контексте методологической постановки [Текст] / Б. Ф. Бидюков // Тунгусский вестник – 2002. – № 15. – С. 26-28.
- Васильев, Н. В.** Меморандум [Текст] / Н. В. Васильев // Тунгусский вестник КСЭ. – 1999. – № 10. – С. 7-16, 2000. – № 11. – С. 5-14.
- Плеханов, Г. Ф.** Реконструкция методологической постановки Тунгусских исследований [Текст] / Г. Ф. Плеханов // Тунгусский вестник – 2002. – № 15. – С. 22-25.
- Плеханов, Г. Ф.** Тунгусский метеорит. Воспоминания и размышления [Текст] / Г. Ф. Плеханов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – 276 с.

А. А. ЛЮБИЦЕВ (Ульяновск)

### УРОКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ<sup>1</sup>

#### *Предисловие редактора*

*Появление в нашем сборнике порядком забытой и, насколько мне известно, не публиковавшейся с 1975 г., замечательной работы Александра Александровича Любичева, связано с ее крайней актуальностью для тунгусских разработок. Что характерно – в статьях, посвященных тунгусской тематике, периодически возникают рассуждения о «монбланах фактов» и противостоящих им «гималаях фактов» (без упоминания того, кто ввел в полемический оборот эту нетривиальную оппозицию), но, зачастую, тот смысл, который вкладывал в эту связку А. А. Любичев, искажается до неузнаваемости, а порой интерпретируется противоположно исходному. Потому одним из мотивов публикации было желание «звучать заставить заново» канонический текст великого еретика XX века.*

*Последние несколько десятилетий в кругах разработчиков Тунгусской Проблемы настойчиво обсуждается вопрос о критериях научности самих подходов к изучению События, выдвигаемых версий и полученных результатов. Часто в этих дискуссиях явственно проступает стремление отдельных авторов и целых авторских коллективов присвоить себе монопольное право на истинность. Предлагаемая работа наглядно демонстрирует несостоятельность таких претензий. И в этом был второй мотив для ее публикации.*

*Часто меня упрекают за излишнюю «философичность» и «методологичность» статей и выступлений. Дескать, надо быть «ближе к земле», фактам и здравому смыслу. И здесь я нахожу поддержку А. А. Любичева, который свою позицию определенно противопоставляет этим «почвенническим» настроениям: «В суждении об единичных фактах и теориях без мировоззренческих постулатов не обойтись». И далее: «Крупный шаг в науке осуществляется не добавлением новых вспомогательных гипотез или исправлением некоторых старых, а радикальным пересмотром основных постулатов, но это последнее непосредственно из опытов никогда не вытекает. Тут необходимы размышления о природе мира». Стремление подчеркнуть это обстоятельство было третьим мотивом к публикации.*

*Можно было бы и дальше разворачивать мотивационную канву, но, думаю, и этого уже достаточно, чтобы побудить читателя вдумчиво и непредвзято погрузиться в рекомендуемый текст. Замечу только, что из исходного текста были удалены небольшие фрагменты узко биологической направленности, не влияющие на целостное восприятие работы.*

Б. Ф. Бидюков

<sup>1</sup> Сокращенный вариант работы А. Любичева «Уроки истории науки». Впервые опубликовано в журнале «Изобретатель и рационализатор», № 8-9, 1975 г.

Мое глубокое убеждение, основанное на многолетних размышлениях, заключается в том, что крупный прогресс и общего теоретического мышления, и конкретных естественных наук необходимо связан с преодолением претензий на универсальность, которые постоянно выдвигаются господствующими в конкретный момент направлениями естественнонаучной мысли.

...Каждый период смотрит свысока на предыдущий и высказывает против него то, что впоследствии будет сказано о нем самом. Многие современные зоологи считают: только с Дарвином биология стала наукой и приобрела философское содержание. Предыдущее поколение (например, Лейкарт) аналогично относилось к Кювье. Еще раньше кумиром и основоположником биологии считался Бюффон, а до него – Аристотель. Смена теорий сопровождалась часто игнорированием старых. При этом старое идейное построение гибло вместе со своими дурными и хорошими сторонами. Все это было связано с представлением (часто применяется оно неосознанно) о прогрессе науки как о монотонном движении вперед, как о накоплении окончательных истин в последней инстанции. Но возможен и другой взгляд на развитие науки, при котором прогресс науки не сводится к накоплению достоверных истин, а рассматривается как смена целых систем научных и философских постулатов. Французский ученый Дюгем<sup>2</sup> писал, что так называемый экспериментум круцис<sup>3</sup> невозможен в физике (и, конечно, в любой другой науке – А. Л.), так как после, казалось бы, окончательного торжества того или иного взгляда оказывается, что опровергнуто не одно из двух ясно сформулированных положений, а такое положение, которое бессознательно принималось обеими спорящими сторонами. Спорят не изолированные гипотезы, а всегда системы гипотез, опровержение касается всей системы – не дает возможности решить, какая же частная гипотеза была ложной.

С этой точки зрения прошлое науки – не кладбище с могильными плитами над навеки похороненными заблуждениями, а собрание недостроенных архитектурных ансамблей, многие из которых были незакончены не из-за порочности замысла, а из-за несвоевременного рождения проекта или из-за чрезмерной самоуверенности строителей.

## І. ЭМПИРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

1. **Монбланы фактов.** Среди современных биологов очень распространено представление об исключительной важности обосновывания той или иной теории «Монбланом фактов». Известный датский генетик Йогансен выразил его в изречении: «Побольше экспериментировать и поменьше теоретизировать – вот пароль настоящего времени».

...Разумеется, не следует думать, будто основоположники индуктивного метода (оба Бэкона, Милль, Уэвелл) понимали индукцию примитивно. Они не считали, что одних фактов достаточно для построения научной теории. Никто из них не отрицал важности догадки, рабочей гипотезы. Но они полагали – беспрестанный подбор фактов, приведение их в соответствие друг с другом может привести к прочно обоснованной теории. Фактам придавалось решающее значение, и если удавалось собрать очень большое количество бесспорных фактов, то и теория считалась обоснованной, практически бесспорной. Ну, а если теории, согласующейся с Монбланом фактов, противостоят Гималаи фактов, никак с ней не согласовывающихся? Как поступить тогда? Можно предположить: со временем найдутся истолкования для таких фактов, и это, как увидим ниже, нередко оправдывается. Можно принять, что противостоящие Гималаи накладывают ограничения на защищаемое учение, но не опровергают его целиком. Это тоже нередко оправдывается. Можно придумать дополнительные гипотезы для объяснения «неудобных» фактов, и это тоже допустимо. Но лишь тогда, когда новые гипотезы придумываются не только для «увязки» определенного количества фактов, а способствуют углублению и усовершенствованию теории. Наконец, часто неприятные факты отвергают «с порога» как несогласные с определенным мировоззрением или просто забывают их...

...С незапамятных времен было распространено философско-богословское учение о том, что человек есть венец творения, и что все создано ему на потребу. Этого постулата полностью придерживался, несмотря на борьбу со средневековыми авторитетами, знаменитый ученый, чернокнижник и «чудотворец» Парацельс (Теофраст Гогенгейм, 1493-1541) – один из прообразов доктора Фауста – создатель медицинской химии, ятрохимии. Парацельс впервые повел студентов к постели больного и впервые подчеркнул неразрывность хирургии и терапии (до него хирурги состояли в одном цехе с цирюльниками и банщиками). Он открыл и ввел в употребление целый ряд действенных лекарственных средств растительного и минерального происхождения. При этом отнюдь не порывая с идеологией алхимиков, он нередко пользовался примитивной символикой: он предложил одно растение в качестве сердечного лекарства лишь потому, что плоды его имели форму сердца. Такой подход был, видимо, широко распространен в примитивной медицине: корни целебного женьшеня нередко напоминают человека. Парацельсу приписывают постулат: «Природа – аптека, где бог – главный провизор». Очевидно, смысл его понимался так: создавая растения, по внешним признакам похожие на тот или иной орган нашего тела, бог помогает человеку разыскивать нужные лекарства.

<sup>2</sup> Дюгем П. Физическая теория, ее цель и строение. Спб., 1910.

<sup>3</sup> Решающий эксперимент.

Антропоцентрическая телеология подверглась резкой критике особенно в XVIII веке и постепенно была совершенно дискредитирована. Развивающаяся опытная наука руководствовалась прежде всего принятием действующих причин и отвергала наличие всяких целеполагающих начал в природе (кроме человека). Лидеры антителеологической критики – Вольтер и другие указали достаточно нелепостей, к которым приводит антропоцентризм. (Деревья сгибаются под тяжестью плодов, чтобы человеку было удобнее срывать их. Дыни разделены на дольки, чтобы главе семейства было удобнее правильно распределять куски между членами семьи.) Всякая телеология была изгнана и осмеяна до тех пор, пока Ч. Дарвин не возродил телеологию иного характера (эгоцентризм вместо антропоцентризма)<sup>4</sup> и на иной философской основе. Принцип «Все в организме устроено целесообразно» возродился и породил кучу нелепостей, не уступающих только что приведенным.

Сообразно господствовавшей в XVIII и XIX веках философии, отрицавшей антропоцентризм, народная медицина, построенная на этом принципе, была целиком отвергнута наукой. Фармакология стала как бы частью химии. Этот путь ознаменован рядом блестящих успехов (сальварсан Эрлиха, сульфамидные препараты и многие другие). Все же еще большими триумфами ознаменованы иные пути борьбы с болезнями: профилактика, независимая от всякой химии, основанная на предупреждении болезней; борьба с возбудителями болезней, предупредительные и лечебные прививки. На этом пути работали Пастер, Росс, Грасси, Дженнер и другие.

Но сейчас мы наблюдаем несомненно и возрождение парацельсовского подхода – поиск в природе готовых или почти готовых лекарств: триумф антибиотиков, связанный с именами Флеминга и Ваксмана. Ваксман 25 лет изучал микрофлору всяких отбросов, и когда его спрашивали, зачем он занимается таким бесполезным делом, он отвечал словами, весьма напоминающими постулат Парацельса. Его долгий труд был великолепно вознагражден, и он сам сделался одним из великих благодетелей человечества.

Возрождается и интерес к народной медицине. В молодости я слышал, как издевались врачи над невеждами-китайцами, которые платили большие деньги за женьшень и панты: сейчас, кажется, никто не отрицает их выдающегося лечебного значения. Изучают трактаты Ибн-Сины, содержащие описания множества лечебных средств, и стараются вновь проверять их.

Постулат «все на потребу человека» сейчас может получить чрезвычайно широкое обоснование. Старые попытки оправдать существование вредных животных кажутся смешными. По индийской легенде очковая змея накрыла своим капюшоном лысину Будды, потерявшего шляпу, и тем спасла его от солнечного удара. Потому кобры считаются священными в Индии, но эти глупые и вредные басни как будто приобрели новый смысл в XX веке. Яд змей широко используется. Недаром их сейчас разводят в вивариях и выделенный яд продается по большую цену. При этом совсем нет нужды превращать кобр в священных животных, хотя они приносят пользу не только своим ядом, и мне рассказывал один врач, живший в Индии, что при посещении элеваторов он не увидел никаких следов крыс, но были норы, в которых ютились кобры. Кобры – естественный враг крыс, разносчиков чумы, и там, где много кобр, опасность чумы минимальна. Кобры убивают ежегодно несколько тысяч людей, а чума, когда появляется в такой стране, как Индия, косит миллионы. До тех пор, пока общество не организовано настолько, чтобы уметь бороться с крысами, кобры имеют свое положительное значение.

Постулат «все на потребу человека» может быть иллюстрирован колоссальным количеством фактов из самых разнообразных областей. Трудно найти дерево, которое не имело бы особого назначения. Саксаул, который как будто взят из дантовского ада, – дерево, не дающее тени, превосходит для разведения в пустынях и является прекрасным топливом. Один знакомый специалист по лесоразведению мне говорил, что нет такой почвы и таких условий, для которых нельзя бы подобрать соответствующей лесной породы. А минеральные источники? От каких только болезней не лечат уже открытые естественные курорты! У нас на Кавказе, в Кисловодске, Пятигорске, Ессентуках и Железноводске, на малом пространстве сосредоточены исключительные по своему разнообразию целебные источники. И разумно задать не вопрос, какие источники целебны, а другой: существуют ли такие источники, которые оказались бы вовсе бесполезными?

...Дарвин когда-то заявил, что если бы был известен хоть один факт приспособления, полезного не для обладателя данного приспособления, а для другого вида, то он счел бы свою теорию отбора опровергнутой. Шел даже спор о том, кому полезна гремучка гремучей змеи – ей самой или тем, кого она предупреждает об опасности? Сейчас таких фактов аллоцентрической (чужеполезной) целесообразности известно очень много. Не буду на них останавливаться, так как ответ ортодоксов на все случаи один: «Мы не знаем всех обстоятельств дела» – то есть они, как правило, отказываются давать какую-либо трактовку этим фактам, объявляя их недостаточно изученными и надежными, полагая тем самым, что последующее изучение позволит легко «уложить» новые факты в дарвинскую теорию, не изменив при этом несколько основных теоретических постулатов.

...Каков же общий вывод из всех рассуждений о значении монблана фактов? Эти монбланы играют гораздо менее значительную роль в торжестве той или иной научной теории, чем обычно считается. Ими нередко пользуются, как шахматными фигурами, свободно переставляя их и игнорируя неугодные монбланы. Удобный метод такого игнорирования показать, что противник высказывает очень много не-

<sup>4</sup> Речь идет о том, что естественный отбор оставляет только те изменения, которые служат цели выживания вида.

верных суждений, а отсюда делается заключение, что и все остальные его суждения столь же малоценны. Этим методом пользуются не только в научных спорах – его, например, применяют для защиты обвиняемого в кинофильме «Свидетель обвинения» по сценарию Агаты Кристи. Прямая его защита или трудна или невозможна. Но вот очень искусно создаются фальшивые документы, убедительно свидетельствующие против подзащитного. Когда же они произвели свое действие, защита с торжеством опровергает их, а тем самым опровергаются и прежние подлинные документы и показания, действительно изобличавшие обвиняемого. Пример парадоксальной, на первый взгляд, защиты наглядно показывает, что никакая теория не может быть опровергнута, если мы ограничимся критикой только ее слабых сторон. Она должна быть разобрана полностью или, если это невозможно, с соблюдением принципа полной репрезентативности<sup>5</sup> как слабых, так и сильных сторон.

**2. Один факт против вороха теорий.** Только что мы рассмотрели вопрос о значении фактов и как будто пришли к выводу: никакое скопление фактов само по себе недостаточно для обоснования той или иной гипотезы, если Монблану фактов, поддерживающих гипотезу, можно противопоставить другие монбланы, ее опровергающие, – а это случается очень часто. Но подчас высказывается мнение, что для опровержения того или иного теоретического построения вовсе не требуется Монблана фактов, а достаточно одного вполне достоверного факта.

...Великолепный пример этому положению можно привести из истории небесной механики. Теория всемирного тяготения Ньютона давала необыкновенно точное описание движения всех планет и позволяла предвидеть их положение. Но нашлось некоторое отклонение в движении Урана (самой дальней от Солнца планеты, известной к началу XIX века). Леверье ввел дополнительную гипотезу о существовании неизвестной планеты, возмущающей движение Урана. Он вычислил ее положение. Результат – открытие новой планеты Нептун, одно из блестящих достижений астрономии. Потом была открыта таким же образом (но не столь эффектно) и планета Плутон. Но тот же метод рассуждений привел Леверье в другом случае к неудаче. Когда в движении Меркурия были обнаружены очень небольшие отклонения, Леверье предположил, что и здесь виной является не открытая еще очень маленькая и плотная планета Вулкан, находящаяся между Солнцем и Меркурием. Он произвел вычисления, но Вулкана обнаружить не удалось до сего времени. Неразъясненный маленький факт оставался неразъясненным до создания Эйнштейном общей теории относительности. Чтобы этот факт стал на свое место, потребовалось перестроить всю систему законов небесной механики. А обязательна ли такая радикальная перестройка? Холл указал, что теорию Ньютона можно привести в полное согласие с орбитами планет (даже лучше, чем при помощи теории относительности), если изменить закон всемирного тяготения, введя вместо квадратичной зависимости силы от расстояния зависимость степени  $2,000\ 000\ 1574$ . Может ли это решение конкурировать с теорией относительности? Для фанатических противников теории относительности может. Разумные ученые, конечно, не примут это решение, так как теория относительности позволяет объяснить множество явлений природы, а не только движение планет, новая же формула имеет узкий характер. С другой стороны, простая формула Ньютона гармонирует с общим представлением о простоте общих законов и с тем положением, что зависимость, обратно пропорциональная квадрату расстояния, свойственна многим явлениям природы и вполне понятна, если принять положение, что поверхность шара пропорциональна квадрату радиуса. Может быть, все частные явления, охватываемые теорией относительности, можно привести в согласие с доэйнштейновскими взглядами путем отдельных частных теорий, но «вороху» частных теорий разумное человечество всегда предпочтет согласованную систему, вытекающую из единых принципов. В суждении об единичных фактах и теориях без мировоззренческих постулатов не обойтись. Обычное противопоставление теории и фактов есть игра слов; убежденный человек считает свою теорию или гипотезу фактом, и потому на него не действуют возражения противников.

**3. Факты – упрямые, привычные, новые.** Хорошо известно изречение: «Факты – упрямая вещь». Верно оно или неверно? Оно верно в отношении тех людей, которые, выражаясь словами Н. В. Гоголя, дерзают «вызвать наружу то, что ежеминутно перед очами и чего не зрят равнодушные очи». Кажется, Шопенгауэру принадлежит высказывание, что величие ученого не *в том, чтобы* открыть *то, чего* раньше никто не видел, а *в том, чтобы о том, что* все видели, мыслить так, как никто раньше не мыслил.

Вот превосходный пример. Со времен Ньютона известно, что одна и та же величина массы характеризует инерцию тела и силу, с которой оно притягивает другие тела. Этот факт оставался необъясненным, но не особенно тревожил ученых. Однако для Эйнштейна он послужил отправной точкой в создании общей теории относительности, где равносильность «инертной» и «тяжелой» массы получила принципиальное объяснение.

Возьмем другой пример: превращение элементов. Когда я поступил в 1906 году в Петербургский университет, то на лекциях физики профессор И. И. Бергманн уже излагал основные сведения по новым тогда радиоактивным явлениям. В частности, он сказал, что алхимики до известной степени были правы, ибо допускали превращение элементов, тогда как господствовавшее в девятнадцатом веке в химии представление считало постоянство элементов окончательной истиной в последней инстанции. И. И. Бергманн, кроме экспериментальных фактов, привел в пользу превращения элементов и факт постоянного

<sup>5</sup> представительности.

совместного нахождения свинца и серебра: совершенно чистых свинцовых или серебряных руд в природе не встречается. Это обстоятельство в то время толковалось как один из доводов в пользу превращения элементов. Я, естественно, думал, что на этот факт обратили внимание только тогда, когда возникло учение о радиоактивности. Через несколько лет я к своему удивлению узнал из романа В. Гюго «Собор Парижской богоматери», где приводится беседа средневековых ученых, что именно этим фактом алхимики обосновывали гипотезу превращения элементов. Но прошло еще несколько лет, учение о радиоактивности сделало огромные успехи, была установлена конкретная эволюция радиоактивных элементов, и в этом учении отнюдь не признавалось превращение свинца в серебро (или обратно). Сейчас геохимики дают обоснованное объяснение факту совместного нахождения элементов, совершенно игнорируя гипотезу их генетической связи. «Упрямый факт» потерял свой интерес и его снова «задвинули» в резерв фактов. Этот факт интересовал алхимиков, не интересовал Лавуазье и его последователей, вновь заинтересовал ученых на заре учения о радиоактивности и вновь перестал интересовать физиков за ненужностью в современной теории. «Упрямство» факта осталось довольно сомнительным. Примирение с необъясненным фактом здесь можно считать простительным, так как хотя факты остаются необъясненными, но они и не мешают экспериментальной теории и, может быть, смогут оказать помощь в будущих научных спорах.

Нередко защитники господствующих мнений говорят: дайте нам новые факты в защиту ваших взглядов. Новые факты действуют сильнее в силу своей неожиданности, но для обоснования ряда учений, противоречащих господствующим, никаких новых фактов не нужно, так как старых известно более чем достаточно, но их нередко игнорируют именно из-за того, что они не соответствуют господствующим взглядам.

#### 4. Факты и истина. Являются ли синонимом слова факт и истина? Вспомним А. С. Пушкина:

Движенья нет, - сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить.  
Сильнее бы не мог он возразить;  
Хвалили все ответ замысловатый.  
Но, господа, забавный случай сей  
Другой пример на память мне приводит:  
Ведь каждый день пред нами солнце ходит.  
Однако ж прав упрямый Галилей.

Движение Солнца – факт или не факт, истина или не истина? Как же можно сомневаться в его движении, когда факт зарегистрирован наблюдениями всего человечества. Но этот факт оказался лишь относительной истиной, и мы перестали безусловно верить показаниям наших глаз. Больше веры издревле придется осязанию. Вспомним апостола Фому: «Аще не вложу персты свои в язвы гвоздины, не имам веры»<sup>6</sup>. Но давно известен опыт, приписываемый Аристотелю, где скрещенными пальцами (средний и указательный) один шарик отчетливо воспринимается как два шарика. «Осязаемые» факты тоже имеют только относительную истинность. Осязаемость не является достаточным условием для признания факта достоверным. Но она не является и необходимым условием. Всемирное тяготение – факт или не факт? Мы признаем его фактически существующим, хотя непосредственно осязать его невозможно. А является ли непосредственное ощущение достаточным основанием для признания реальности? Тоже нет. В свое время великий философ и математик Декарт провозгласил: «Я мыслю, значит, я существую». Допуская сомнение во всем, он не мог допустить сомнений в собственном существовании. Декарт пользуется заслуженной славой как ученый и философ; его механический метод способствовал образованию материалистического мировоззрения, но сейчас большинством ученых отвергается его дуализм, а его учение о непосредственной достоверности самосознания считается идеалистическим заблуждением. Что же пришло на смену взглядов Декарта как соответствующее современной науке? В XIX веке – механический материализм, ярким представителем которого был выдающийся физик Л. Больцман. В противовес Декарту он пишет: «Я сомневаюсь, чтобы в настоящее время нашелся кто-нибудь, кому непосредственное сознание с несомненностью говорило бы, как некогда Гербарту, что наше «Я» есть некоторая простая сущность. Но ощущения, элементы нашего мышления, действительно ведь представляют собой нечто простое! Относительно этого тоже ничего нельзя сказать; познание не может ничего сказать, являются ли ощущения простыми элементами или сложными размещениями бесчисленных атомов... Создаем гипотезу, будто образовались комплексы атомов, которые были в состоянии размножаться; наиболее жизнеспособными из них оказались те, которые были способны приспособляться: восприимчивость к раздражениям повела за собой развитие чувствительных нервов, подвижность к развитию двигательных нервов. Ощущения, с которыми благодаря передаче по наследству связаны длящиеся сигналы нервной системы, мы называем болью; дальше развивалось сознание»<sup>7</sup>.

Мы видим, что Больцман вовсе не догматик. Он не отрицает гипотетичности взглядов, что все можно свести к игре атомов: его доводы – продуктивность атомной теории в физике и поддержка учения об естественном отборе Дарвина, которого, как известно, он чрезвычайно высоко ценил. Он вполне при-

<sup>6</sup> Евангелие от Иоанна, гл. 20, ст. 25.

<sup>7</sup> Л. Больцман. О статистической механике. Сб. «Философия науки» под ред. К.А. Тимирязева, 1923.

знает гипотетичным и существование других людей, допускает, что на смену современным теориям небесных явлений и атомной теории придут другие взгляды, но прибавляет: «Может быть, но невероятно». В середине XIX века популяризаторы материализма считали это учение абсолютной истиной в последней инстанции (Молешотт, Бюхнер<sup>8</sup>. у нас Писарев, Чернышевский), и это мнение было широко распространено в образованном обществе.

Основная беда вульгарного материализма прошлого века в том, что он упустил из виду неисчерпаемость материального мира и неисчерпаемость науки о нем. В этом идейные корни «философского кризиса в физике» на рубеже веков. Известные слова В. И. Ленина «Электрон так же неисчерпаем, как атом» – это отповедь не только субъективному идеализму, но и вульгарному материализму. Неисчерпаемость науки можно понимать двояко. Николай Кузанский сравнивал всю науку с кругом, а наши знания с вписанными многоугольниками. Как бы ни было много сторон у многоугольника, он превратится в круг только в пределе. Но это понимание принимает, что достигнутое в науке находится прочно в многоугольнике и к нему новое только прибавляется. Истинно диалектическое понимание сравнивает развитие пауки с периодической затухающей кривой: она постоянно приближается к предельной линии – истине, но происходят колебания, делающиеся все меньше и меньше. Это сравнение я нашел в небольшой статье А. Владимирского «Диалектика в мире и науке». И оно не случайно – и в наши дни многие ученые толкуют по Кузанскому развитие познания. Одним из характерных представителей такого взгляда был Евгений Дюринг, который настаивал на постепенном накоплении «абсолютных истин в последней инстанции». Хорошо известно, что с решительной критикой Е. Дюринга выступил Ф. Энгельс. Современное передовое естествознание и философия принимают все наше познание только вероятным, хотя бы с очень высокой степенью вероятности, но никогда не достигающей полной достоверности. Принятие же абсолютно достоверных положений в одной области обязательно приводят или к противоречивости, или к признанию, что мы существуем в совершенно невероятном мире (Больцман).

Широко распространено мнение, что линия Коперник – Кеплер, Галилей и Ньютон – это единая линия, постепенно преодолевающая предрассудки лженауки астрологии, средневековой схоластики т. д. С одной стороны – прогрессисты, с другой – консерваторы и ретрограды. Забывают, что и Коперник и Кеплер не чуждались астрологии, и что Ньютон реабилитировал в известной мере астрологию, полностью отвергаемую Галилеем. Необходимо было, конечно, отвергнуть астрологические приемы составления гороскопов, но тут вместе с водой выплескивали и ребенка из ванны. Со времен античности было предложено много разных объяснений приливов и отливов, но, например, знаменитый схоласт Фома Аквинат допускал возможность влияния звезд, отличного от влияния света. Галилей отверг астрологию и использовал новую механику для объяснения явлений приливов и отливов. Он пытался объяснить приливы и отливы вращательным движением Земли. Объяснение явно неприемлемое, так как согласно ему интервал между двумя приливами должен быть равен половине солнечного дня, в то время как наблюдения показывали, что он равен половине лунных суток. Несмотря на это Галилей продолжал выдавать это явление за одно из лучших доказательств вращения Земли (первоначально знаменитый «Диалог» и назывался «О приливах и отливах»), то же делали и его сторонники, тогда как противники Коперника ссылались в объяснении приливов и отливов на притяжение Луны, поскольку такое объяснение не требовало принятия вращения Земли. Один из наиболее ожесточенных противников Коперника, Морен, стремившийся реставрировать астрологию, первый объяснил значительную разницу между сизигиальными и квадратурными приливами взаимодействием Солнца и Луны. Мы видим, что своим упорством в защите неверной теории Галилей мешал торжеству коперниковской теории. Но его механика позволила преодолеть затруднение, перед которым останавливались предшественники Ньютона. Еще Роджер Бэкон высказал правильное предположение, что распространение тяготения должно идти по тому же закону, как и распространение света, и если бы он был математиком, то сделал бы вывод об обратной пропорциональности квадрату расстояния. Кеплер тоже принимал аналогию света и тяготения, но Кеплер продолжал пользоваться античной динамикой Аристотеля, согласно представлениям которой сила, приводящая в движение тело, пропорциональна скорости этого тела, а это приводило к тому, что сила, которой подчиняется движение планеты, изменяется пропорционально ее расстоянию от Солнца. Таким образом, два гения-современника, которые были даже в переписке и которых человечество справедливо чтит как предшественников Ньютона, не могли договориться по ряду первостепенных вопросов: они вовсе не были единомышленниками по некоторым кардинальным вопросам. Кроме Галилея и Кеплера был ряд других выдающихся предшественников Ньютона. Берелли ввел понятие центробежной силы. Гук, Брен и Галилей дали закон обратной пропорциональности квадрату расстояний, но все это изолированные идеи, и лишь Ньютон все части объединил одним гениальным синтезом, не побоявшись вернуться к таким понятиям, которые многим его выдающимся современникам казались окончательно преодоленными суевериями. Любопытно, что и в наши дни мы часто встречаем отвержение тех или иных гипотез «с порога», так как они якобы возобновляют давно отвергнутые суеверия. Сейчас чисто астрологическое понимание связи деятельности Солнца и Луны и земных явлений все более и полнее принимается: связь солнечных пятен с магнитными бурями и северными сияниями, периодичностью годичных колец растений и многими другими явлениями.

<sup>8</sup> Ср. известную критику В.И. Лениным этих вульгаризаторов материализма.

Резюмируя эту главу, можно сказать, что при всей важности фактов для построения тех или иных гипотез и теорий, не надо забывать, что мы всегда из практически бесконечного числа доступных нам фактов выбираем те, которые нам интересны. И при отсутствии строгости в построении теории мы всегда можем неугодные нам факты или игнорировать или устранять их действие введением новых вспомогательных специально для этого приспособленных дополнительных гипотез. При выборе гипотез логика выставляет только три требования: 1) гипотеза должна быть свободна от внутренних противоречий; 2) различные гипотезы не должны противоречить друг другу; 3) математические выводы из всей системы гипотез должны символически воспроизводить с достаточным приближением всю систему экспериментальных законов. Так как мы не обладаем достоверной абсолютной истиной, то наше знание всегда бывает только приближительным и даже весьма совершенную на первый взгляд систему гипотез мы имеем право сменять новой системой, вплоть до смены космологических и онтологических представлений, если она в тех или иных отношениях превосходит господствующую.

## II. ОБЩЕМЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД

**1. Научные авторитеты.** В настоящей главе я намерен разобрать некоторые общеметодические предрассудки в науке. По духу эта глава родственна высказываниям Ф. Бэкона, его борьбе против «идолов». Бэконовский подход был сопряжен даже для его времени с большими ошибками, а, кроме того, за последние века накопился новый материал, который полезно разобрать с этой точки зрения. Время Ф. Бэкона было ознаменовано решительной борьбой с авторитетом Аристотеля, и эта борьба, как мы знаем, принесла огромную пользу свободному развитию науки. Но, несмотря на древность великого завета «не сотвори себе кумира, ни всякого подобия», люди науки склонны создавать новые кумиры. Одни считают, что, отвергнув ложный авторитет, мы вместо него должны поставить истинный. Такая позиция свойственна не только основателям новых религий, но широко распространена и среди ученых и образованных людей: «И я сжег то, чему поклонялся, поклонялся тому, что сжигал».

Другие ученые считают, что, хотя авторитеты и не могут претендовать на вечное значение, но на определенном этапе надо иметь авторитеты в каждой области, чтобы затем время от времени проводить смену авторитетов. Желание во что бы то ни стало иметь авторитетное суждение по всем областям знания обуревают и многие сегодняшние умы. Но, как известно, многие «авторитетные» научные суждения, включенные в первые тома энциклопедии, устаревают к выходу последних томов.

Третья категория – лицемерное отрицание авторитетов и признание необходимости свободы мысли. Например, в современной биологической литературе у представителей так называемой «синтетической теории» обозначение той или иной теории как связанной с Платоном является уже достаточным основанием для отрицания ее без рассмотрения. Все эти рассуждения чрезвычайно напоминают рассуждения знаменитого кавалериста бригадира Жерара, великолепный образ которого создан Конан Дойлом. Вот как рассуждал этот выдающийся вояка: «Я, право, не понимаю, почему офицеры разных армий считают всегда свою армию наилучшей. Мне думается, что это совершенно неверно. Я полагаю, что армии всех стран равноценны по своим качествам, пожалуй, за исключением французской, которая действительно выделяется среди остальных».

К четвертой категории надо отнести подлинных противников всяких безусловных авторитетов, то есть ученых, которые всякое мнение воспринимают критически. К таким ученым можно отнести тургеневское определение: «Нигилист – это человек, который не склоняется ни перед какими авторитетами, который не принимает ни одного принципа на веру, каким бы уважением ни был окружен этот принцип». Обычно Базарова считают почти идеальным нигилистом. На самом деле ему можно бросить упрек в том, что он недостаточно нигилист. Внося слишком много эмоционального элемента в отвержение того, что он считает окончательно устаревшим, он вместе с тем недостаточно критичен по отношению к тем новым догматам, которые составляют его мировоззрение. Гораздо ближе к определению Тургенева ярые противники нигилистов базаровского типа – А. К. Толстой и Н. Лесков.

Первый из них, отнюдь не сочувствуя идеям Дарвина, решительно выступил против попытки М. Лонгинова запретить издание Дарвина<sup>9</sup>.

Борьба с абсолютизацией научных авторитетов и сейчас имеет огромное значение. И сейчас в печати попадаются такие выражения: «многие положения автора спорны», и это считается недостатком. Скорее следовало бы выставить принципом не стремление устанавливать бесспорные истины, а умение находить спорное и в том, что традиция считала бесспорным. То, что интересно, то спорно, то же, что бесспорно, обычно вовсе не интересно.

Однако любители авторитетов часто приводят в доказательство необходимости хотя бы временных авторитетов соображения из вненаучной области. Полководец не одержит победу, если среди его помощников начнутся споры о необходимости для применения тактики. Также и судну в опасном месте грозит неминуемая гибель, если лоцману будут мешать спорами о выборе курса. На это можно возразить, что даже в военной области тезис о недопустимости критики авторитета весьма сомнителен. Наполеон выиграл сражение при Маренго только потому, что его помощник Дезе вовремя сообразил, что атака войск Наполеона не удалась, и, изменив данный ему Наполеоном приказ, неожиданно атаковал австрий-

<sup>9</sup> См. Толстой А. К. Собр. соч., б-ка «Огонек», т. 1, с. 419.

цев. Но тот же Наполеон проиграл сражение при Ватерлоо, потому что его маршал Груши остался верен приказу, несмотря на уговоры своих офицеров, указывавших ему, что соблюдение приказа приведет к поражению. Впрочем, в военной присяге афинских эфэбов (IV век до н. э.) говорится: «...И сам и вместе со всеми я буду разумно повиноваться всем правящим и *разумно* подчиняться законам...»<sup>10</sup> Тем более в науке установление непрекаемых авторитетов ничего, кроме вреда, принести не может. И мы знаем из истории, что в период бурного развития науки очень часто возникают споры и взаимное непонимание тех, которых сейчас справедливо чтят как выдающихся ученых: Галилей и Кеплер, Лейбниц и Ньютон, Гальваани и Вольты, а наше время – Эйнштейн и Бор. Было бы роковым для науки, если бы в ней решительно взяла верх одна из спорящих сторон и оказалась запрещенной другая. Споры далекого прошлого, которые сейчас получили достаточно надежное освещение, показали, что во взглядах обеих спорящих сторон были и справедливые и несправедливые суждения. Но не следует думать, что рациональное зерно у обеих спорящих сторон бывает лишь тогда, когда спорят фигуры примерно одинакового значения в науке. Ошибки свойственны самым крупным ученым. Например, Ньютон, дав превосходное основание оптики на основании априорных и опытных данных, пришел к заключению, что устранить хроматическую абerrацию в телескопах невозможно, и потому отдал предпочтение рефлекторам перед рефракторами. Однако устранить хроматическую абerrацию удалось Доллонду, который, как ученый, не может, конечно, идти в сравнение с Ньютоном. В наше время ситуация, когда студент находит или даже исправляет ошибку корифея, отнюдь не является исключительной. Табель о рангах в науке бессмысленна.

Стремление создавать авторитеты есть недостаток умственной смелости, мужества мысли. Типичное проявление такого рода недостатка – письма читателей «Литературной газеты», которые жаловались, что сейчас об одном произведении появляются совершенно различные оценки. Им очень хотелось бы, чтобы была одна «утвержденная» оценка. Стремление обладать окончательно установленной истиной, к сожалению, встречается и среди ученых, обладающих высоким умственным потенциалом.

Мне лично более симпатично другое направление, выразителем которого был, например, Лессинг. Он прямо писал, что предпочитает обладанию полной истиной постоянное стремление к истине.

Известный биолог К. Э. фон Бэр сказал: «Наука вечна в своем стремлении, неисчерпаема в своем источнике, неизмерима в своем объеме и недостижима в своей цели». В сходном духе высказывался великий Ганди. И, наконец, общеизвестно диалектическое отношение к истине Маркса и Ленина.

**2. Авторитет большинства.** Представление о том, что правильное мнение определяется большинством, восходит, кажется, к античному софисту Протагору и оно упорно продолжает поддерживаться многими весьма компетентными людьми. В свое время Чернышевский полагал, будто «образованное» общество, вдумавшись в спор астрономов, решило, что космогоническая гипотеза Лапласа является безусловно доказанной истиной (чего не думал и сам Лаплас). Нередко высказывается мнение: серьезным аргументом в пользу доказательности той или иной гипотезы является единодушное ее одобрение специалистами, т. е. дипломированными учеными, умными людьми, честными, образованными и талантливыми в той или иной области...

Разумеется, нельзя не считаться с мнением большинства и нельзя его отвергать без достаточного основания, но история науки показывает, что аргумент «от большинства» сам по себе не имеет решительно никакого значения. Всем хорошо известно, что нередко величайшие пионеры в той или иной области наук долгое время оставались непризнанными. Лобачевского в Казани «общественное мнение» считало дурачком (по словам Чернышевского), а в Германии великий Гаусс и не пытался обнародовать свои мысли, сходные с идеями Лобачевского, из опасения, что его запрячут в сумасшедший дом. Опасения явно были не лишены оснований. Пионера в области медицинской энтмологии Мэсона многие из его товарищей по специальности объявили сумасшедшим. И, наконец, всем хорошо известно, что великий основоположник генетики Мендель не был совершенно признан при жизни, хотя он сообщил о своих исследованиях на заседании ученого общества. Его работа читалась и была зарегистрирована в сводке одного добросовестного компилятора.

Еще лет 20 тому назад большинство математиков считало конструктивистское направление в математической логике чуть ли не личной причудой А. А. Маркова, простительной в силу того, что у него были хорошие работы и во вполне канонических областях математики. Сегодня существует признанная во всем мире школа А. А. Маркова и конструктивизм приобрел черты классического направления в науке.

Таких примеров можно привести великое множество. Чем это объясняется? Прежде всего, мощным влиянием инерции мысли, когда речь идет о критике старых, заслуженных, привычных систем взглядов и когда нужно, выражаясь словами академика А. Н. Несмеянова, пролезать в новый этаж, в котором на первое время нет той чистоты и порядка, как в обжитом старом этаже. История науки пестрит примерами того, что крупный шаг в науке был сделан учеными из другой профессии. Гельмгольц и В. Мейер по диплому были врачами, но оба установили закон сохранения энергии. Химик Пастер сделал переворот в медицине, в биологии перевороты произвели люди, имевшие столь разнообразные дипломы, как теология (Ч. Дарвин) и математика (Г. Мендель).

<sup>10</sup> Колобова К. М., Озерская Е. Л. Как жили древние греки, Л., 1959, с. 94.

Но если большинство тормозит прогресс науки в силу своей интеллектуальной инерции, то не значит ли это, что когда сопротивление консерваторов будет сломлено путем чистого убеждения, мы сможем признать спорную истину окончательно утвержденной?

Хорошо известен долгий спор между эмиссионной теорией света Ньютона и волновой теорией Юйгенса. Спор захватил почти весь XVIII и значительную часть XIX века. Волновая теория приобретала все больше сторонников, но некоторые, например Био, с упорством защищали эмиссионную теорию. Однако после опыта Фуко Био перестал отстаивать свои взгляды. Опыты по сравнению скорости света в средах разной плотности считались экспериментум круцис, окончательно опровергшими эмиссионную теорию. Но мы уже говорили выше, что экспериментум круцис – вещь в физике невозможная (и, конечно, в других науках), и эмиссионная теория в новой, квантовой форме возродилась в XX веке и сейчас пользуется широким признанием.

В этом случае консерватизм объясняется связью того или иного взгляда с целой системой продуктивных постулатов, наличием прочных убеждений чувств и т. д. Но может существовать, так сказать, «чистая» инерция мысли: просто одни ученые переписывают неверные сведения из работы в работу, не утруждая себя размышлениями или проверкой старых взглядов, без всякой связи с убеждениями чувств и методическими постулатами. Могу привести пример из близкой мне области. В списке вредителей сельского хозяйства очень долго фигурировали земляная блошка халтика дерация, которая считалась (наряду с другими блошками) очень серьезным вредителем капусты и других крестоцветных. Было много работ, посвященных этому жучку или упоминавших о нем, где указывалось на успешность применения тех или иных мероприятий по борьбе с вредителем. Но когда Гейкертингер стал внимательно изучать кормовые растения блошек, то он убедился, что эта, так называемая огородная блошка, несмотря на свою многоядность, даже при отсутствии выбора крестоцветными не питается и что истинными вредителями являются гораздо более мелкие и резко отличные по окраске виды другого рода. Чем была вызвана такая странная ошибка, существовавшая более ста лет? Может быть тем, что огородная блошка, питаясь разными сорняками, например, ширицей, попадалась действительно на огородах и, как более крупная и заметная, принималась за вредителя. А может быть просто тем, что Линней, описавший эту блошку, имел в виду совсем другой, действительно вредный вид, а биологи из уважения к Линнею повторяли ошибку, в которой сам Линней, может быть, вовсе и не был виновен.

Даже наиболее выдающийся ученый, даже самый творческий ум не является творцом во всех разрядах своего мировоззрения, и в значительной его части «меж детей ничтожных мира может всех ничтожней он».

В условиях происходящей научно-технической революции сама проблема управления обществом (в том числе наукой и техникой как непосредственными производительными силами) становится научной проблемой. И здесь особенно важно избежать ошибок, подобных тем, о которых мы уже говорили. Одним из характерных заблуждений, близких к рассмотренным выше, является идея грядущей технократии, т. е. решающего места представителей техники (а, возможно, и научно-технической элиты) в управлении государством. На западе сейчас раздаются голоса (например, Гэлбрейт), что следовало бы предоставить правление представителям техники, инженерам. Но ведь часто наличие высоких технических способностей может сочетаться с отсутствием широты мыслей в области так называемых гуманитарных дисциплин. Ученый, хорошо понимающий, как делать вычислительные машины и даже как строить модели управления, отнюдь не обязательно хорошо понимает последствия управления с помощью машин. Если же под технократией подразумевать господство всех ученых и инженеров, то ввиду расплывчатости понятия «наука» большинство будет принадлежать специалистам, не имеющим даже преимуществ представителей точных наук и техники, но не имеющих и того подлинно гуманистического подхода, который свойствен далеко не большинству представителей так называемых гуманитарных наук. В результате может возникнуть господство начетничества, крайний консерватизм, отсутствие понимания перспектив социального развития, дегуманизация общества.

**3. Авторитет практики и традиции.** Общеизвестно, что единственный научный критерий истинности есть критерий общественной практики в широком смысле слова. Но этот критерий очень часто подменяется ссылкой на привычную, весьма ограниченную практику, обращенную целиком в прошлое. Иногда же для подтверждения истинности просто указывают на древность и устойчивость тех или иных защищаемых положений. Старообрядцы говорили, протестуя против исправления священных книг: «Наши отцы спасались по древним книгам, а будем ли спасаться по новым – неизвестно». Здесь тоже своеобразный критерий практики. Перипатетики, защитники философии Аристотеля, в период Возрождения возражали критикам, что без освященного и оправданного веками учения Аристотеля нельзя работать. Совершенно несомненно, что длительное успешное использование того или иного учения доказывает, что оно заключает в себе кое-что ценное, и, конечно, неправ был Рамус, когда утверждал в середине XVI века, что «все, чему учил Аристотель, является ложным». Серьезные противники Аристотеля – «великая четверка» – Коперник, Кеплер, Галилей и Ньютон вовсе не думали отвергать Аристотеля целиком, и сейчас мудрый стагирит<sup>11</sup> продолжает пользоваться уважением. Аргумент «от древности» и не ложен

---

<sup>11</sup> Стагирит – прозвище Аристотеля по его месту рождения.

и не истинен, а приблизителен, как всякое общее утверждение, и его надо применять критически, в духе мудрого консерватизма и критического мышления.

Эвклидова геометрия была освящена и критерием древности (более двух тысяч лет существования и успешного применения), и критерием «текущей» практики, отчего величайшие умы считали ее абсолютной истиной в последней инстанции. Но в XIX веке ее объявили только одной из возможных геометрий, а XX век привел ученых к убеждению, что в реальном мире воплощена иная геометрия. Хотя практически на нашей Земле для инженерных расчетов эвклидова геометрия остается вполне достаточной.

Можно еще привести такой пример «практического доказательства» истинности теории. (С современной точки зрения эта теория носит несколько странный характер). В одном романе, по-видимому, вполне согласном с историческими данными, я читал, что Батый, преемник Чингисхана, так «теоретически» обосновывал неизбежность победы монголо-татарской орды. «Мы не моемся никогда и не смываем с себя счастья, а русские моются и потому оказались побежденными». Не только на век Батыя, но и на время его преемников эта военно-теоретическая доктрина была вполне оправдана практикой. Что русские в конце концов победили – это факт, но в этом факте нельзя усматривать опровержения батыевой теории. Ведь Батый – это был язычник, идолопоклонник, а преемники его приняли магометанство. По чистоплотности настоящие мусульмане ничуть не ниже христиан (напротив, некоторые аскетические секты христиан крайне нечистоплотны), вот почему русские и победили.

**4. Авторитет математики.** Целый ряд выдающихся умов выдвигал примат математики среди наук. Кант утверждал, что в каждой отрасли знания может быть признана подлинно научной только та часть, которая достигла математического уровня. Хорошо известно, сколь высокое значение придавал этой мысли Маркс. Сегодня стало уже широко принятым использовать в самых разнообразных областях науки развитые математические модели и исследовать эти модели с помощью вычислительных машин. Степень внедрения вычислительных средств в известной мере рассматривается как характеристика прогресса той или иной области. И тут уместно поставить вопрос: является ли интенсивное применение развитого математического аппарата необходимым и достаточным условием для того, чтобы разбираемую область знания признать подлинно научной? На этот вопрос можно ответить примерами. В органической химии существует теория строения молекул (стереохимия), поражающая исключительной стройностью и последовательностью. Исходя из очень небольшого числа постулатов, строятся структурные формулы всех возможных веществ определенного характера, и множество наблюдаемых веществ хорошо соответствует множеству предвиденных. Метод стереохимических моделей сыграл большую роль при открытии химической структуры ДНК. Неужели такую теорию мы должны отнести к низшему разряду научных теорий только потому, что там нет математики?

Другой пример – из филологии. Расшифровку клинописей, начатую Гротефендом<sup>12</sup> или иероглифов (Шампольон<sup>13</sup>) можно отнести к величайшим достижениям человеческого разума, хотя там никакой математики не применялось. Однако развитые математизированные теории и теория типа стереохимии имеют важные общие свойства. Это – точность и недвусмысленность утверждений. Аккуратно сформулированные исходные предпосылки и ясные правила интерпретации теории.

...Математический язык способствует точности формулировок теории и уяснению, что есть исходный постулат, а что – вывод теории. В химии, лингвистике, генетике используются свои языки, позволяющие делать точные утверждения. В этом смысле и можно говорить о необходимости математического аппарата там, где есть необходимые средства обеспечить точность языка теории.

Но применение развитой математики не является и достаточным условием для признания теории.

Астрологические гороскопы составляются на основе строго определенных математических правил, которые настолько четко разработаны, что ими можно пользоваться и не веруя в астрологию. Любопытный рассказ о том, как великому математику Эйлеру пришлось составить гороскоп новорожденному царевичу ест у Пушкина:<sup>14</sup> «Он занялся гороскопом вместе с другим академиком и, как добросовестные немцы, они составили его по всем правилам астрологии, хотя и не верили ей. Заключение, выведенное ими, ужаснуло обоих математиков – и они послали императрице другой гороскоп, в котором предсказывали новорожденному всякие благополучия. Эйлер сохранил однако первый и показал его графу К. Разумовскому, когда судьба несчастного Ивана VI совершилась». Таких удачных прогнозов, сделанных на основе астрологических методов, мы знаем немало, однако это не делает составление гороскопов научным методом, так как (помимо отсутствия теоретических оснований) осуществления прогнозов крайне капризны.

Можно было бы привести и вполне современные примеры неосновательного, применения математики, но... «ходить бывает склизко по камешкам иным, итак, о том, что близко, мы лучше помолчим».

Широчайшее применение математики решительно во всех областях человеческого знания безусловно служит прогрессу науки. Надо, однако, помнить, что само по себе применение математики вовсе не гарантия высоты или безупречности исследования. Применение математики только тогда можно счи-

<sup>12</sup> Гротефенд Георг Фридрих (1775-1853) – немецкий ученый, расшифровавший первые двенадцать знаков древнеперсидской клинописи. Родоначальник дешифровки клинописи.

<sup>13</sup> Шампольон Жан Франсуа (1790-1832) – французский ученый, открывший ключ к чтению древнеегипетской иероглифической письменности.

<sup>14</sup> Собр. соч. в 10 томах, т. VIII, с. 96. М., 1958.

тать удачным, когда оно увеличивает степень точности, полноты и краткости в описании определенных явлений, позволяет делать осуществляемые прогнозы, разбираться в сложных, запутанных ситуациях.

**5. Авторитет точных наук.** Предположим, решением какого-либо вопроса занимаются представители разных наук: с одной стороны, точных: физики, химии, с другой - тех, которые часто презрительно называют «описательными»: геология, биология и прочих. Если происходит значительное расхождение в выводах, то обычно считают, что можно принять вывод представителей точных наук, а вывод других наук отвести по недостаточной компетентности представителей. Самым блестящим примером, показывающим неверность такого подхода, является история спора о возрасте Земли, связанного с проблемой эволюции жизни. В свое время известный физик Кельвин (Томсон) заметил, что поскольку Солнце испускает энергию, то оно не могло существовать вечно. Исходя из количества энергии, теряемого Солнцем ежегодно, и из известных ему химических способов получения тепла, Кельвин определил, что Земля не может существовать больше, чем несколько сот миллионов лет. Это был гораздо меньший отрезок времени, чем тот, который требовался геологам для объяснения эволюции Земли; но победу одержал авторитет физиков. Они ошибались, ибо не учли (и не могли учесть) неизвестных им источников солнечной энергии (термоядерной реакции), которых хватает на миллиарды лет.

Будет только справедливым по отношению к Кельвину указать, что он заранее снабдил свои предсказания следующей оговоркой: «Если только в великой кладовой мироздания не окажутся наготове неизвестные нам источники». Сам Кельвин, как видно, не придавал абсолютной достоверности своим заключениям, но при популяризации вывода Кельвина (с ним одновременно делал свои вычисления и Гельмгольц) оговорка исчезла, и вывод Кельвина выдавался за окончательную истину в последней инстанции. (Надо отдать справедливость критическому чутью Ч. Дарвина, что он, вероятно, не зная той оговорки Кельвина, которая была приведена выше, крайне осторожно заметил: «Возможно, что физики при своих вычислениях упустили из виду какой-то неизвестный еще фактор».)

Можно сформулировать такое общее положение: если представители «неточных» наук приходят к выводам, находящимся в явном противоречии с теми выводами, к которым пришли точные науки в настоящее время, то, когда их выводы прочно обоснованы, они в праве предполагать наличие факторов, еще неизвестных современной точной науке. Припоминаю по этому случаю дискуссию, возникшую в Военно-медицинской академии в Ленинграде по поводу доклада, сделанного нашим известным фармакологом, профессором Кравковым. Кравков наблюдал физиологические изменения при прохождении по кровеносным сосудам некоторых веществ в чрезвычайно сильном разбавлении. Эффект наблюдался регулярно при прохождении нескольких кубиков разбавленного раствора, в котором на литр приходилось всего несколько молекул вещества, так что на каждую порцию не хватало и молекулы. Оппоненты возражали, что этот вывод недопустим, так как противоречит физике. Помнится, Кравков отвечал так: если биологические опыты, тщательно проверенные, приводят к выводу о допущении элементарных частиц меньших, чем известные физике, то биолог прав, требуя признания таких частиц, хотя бы они и не были известны современной точной науке. Нельзя запретить и принятия таких частиц или полей, которые проявляют себя только в живых организмах<sup>15</sup>.

Гегемония точных наук над «неточными» основана в значительной степени на смешении понятий точности и достоверности.

По словам Паскаля: «Истина есть такая микроскопическая точка, что инструменты наши слишком грубы, чтобы точно установить ее. Достигнув ее, они распластывают ее и тогда больше чем на ней, больше чем на истинном, лежат на ложном, что ее окружает».

Можно сказать, что Земля есть замкнутое выпуклое тело, – утверждение истинное, но не точное. А можно сказать: Земля имеет форму шара с длиной по меридиану в сорок тысяч километров - утверждение точное, но не истинное, а только приблизительное (но и не ложное вполне).

Еще проще: равенство  $2 \times 2 = 5$  есть точное, но ложное высказывание. Утверждение: « $2 \times 2$  равно чему-то около четырех» не точно, но истинно.

Современной науке свойственно стремление гнаться за точностью, не размышляя достаточно над достоверностью. Одно из проявлений этого - явное или неявное стремление свести все многообразие реального мира вплоть до биологии и социологии к физическим или химическим феноменам. Это стремление связано как с колоссальными достижениями в области физического и химического объяснения жизненных процессов, так и с определенными философско-методологическими установками. Стоит подчеркнуть, что материалистическая философия отнюдь не обязательно следует Дарвину в его отказе от признания принципиальных барьеров между человеком и его обезьяноподобными предками. Так, в философском словаре (изд. 1963 г.) можно найти определение: «Сознание – высшая, свойственная *лишь человеку* форма отражения объективной действительности».

Вопрос о сводимости явлений высшего уровня к физико-химическим - это вопрос о разного уровня моделях. Одни явления в живых организмах допускают простое сведение. Другие – требуют введения в кибернетическую модель специфических категорий (например, понятие организации, введенное И. М. Гельфандом и М. Л. Цетлиным – Успехи математических наук. 1961). Е. Вигнер (Этюды о симметрии, «Мир», М., 1971) дает доказательство того, что вероятность существования самовоспроизводящейся системы, действующей на основе

<sup>15</sup> Скажем, гипотезу пси-поля, которую сейчас иногда принимают для объяснения парапсихологических явлений, но которую решительно отвергают физики.

квантово-механических законов, близка к нулю. Вигнер высказывается в пользу существования новых (биотонических) законов природы, не содержащихся в законах классической физики или квантовой механики.

**6. Авторитет эксперимента.** Потрясающие успехи экспериментальных наук в XX веке привели к некоторому головокружению даже умных ученых. Такой выдающийся биолог, как Бэтсон, один из ревностных проповедников менделизма, на каком-то конгрессе даже заявил, что палеонтология не имеет права голоса в решении вопроса о факторах эволюции, так как палеонтология - не экспериментальная наука. Разумеется, неверно, что только экспериментаторы могут строить прочно обоснованные теории. Ведь первым триумфом математического естествознания была все-таки гелиоцентрическая теория, получавшая свое оформление в теории всемирного тяготения. А небесные светила – объект только наблюдения, но не эксперимента. Современные космологические теории, основанные на физических открытиях и астрономических наблюдениях, также не могут быть проверены непосредственным экспериментом. Но все же мнение о гегемонии экспериментальных выводов над данными простого наблюдения и размышления сейчас широко распространено, в особенности оно господствует среди биологов.

...Крупный шаг в науке осуществляется не добавлением новых вспомогательных гипотез или исправлением некоторых старых, а радикальным пересмотром основных постулатов, но это последнее непосредственно из опытов никогда не вытекает. Тут необходимы размышления о природе мира.

Очень эффектный пример необходимости согласования данных эксперимента с данными наблюдений нам дает недавняя история биологии. С незапамятных времен было известно влияние кастрации на вторичные половые признаки высших позвоночных, В XX веке проведены многочисленные опыты на позвоночных животных, показавшие, что признаки пола можно изменить в сторону противоположного пола путем пересадки желез другого пола взамен прежних. Стали проводить такие же пересадки и у других животных (прежде всего у насекомых, где очень нередко хорошо выраженный половой диморфизм<sup>16</sup>). Здесь результат оказался противоположным: никакого влияния кастрация и пересадка желез на внешние признаки не оказывает. Техника эксперимента была доведена до высокого совершенства. Зачатки желез удаляли у гусениц непарного шелкопряда в раннем возрасте и вместо них вставляли железы противоположного пола. В результате получали бабочек с несомненными внешними признаками самца с вполне развитыми яичками. Господствовало мнение, что экспериментально доказано принципиальное отличие высших позвоночных, с одной стороны, и насекомых, с другой. Считалось, что в отличие от позвоночных признаки у насекомых нацело детерминированы в самом начале развития и внешние факторы их изменить не могут (пережиток вейсманизма). Все ли было гладко? С точки зрения эксперимента как будто все согласовалось, но отдельные наблюдения (немногие факты в противовес Монблану фактов и вороху теорий!) им противоречили. У некоторых пчел, подвергшихся стилопизации (паразитизму мелких, так называемых веерокрылых, насекомых), появлялись в окраске признаки противоположного пола. Аналогичное явление наблюдалось и при так называемой паразитической кастрации у некоторых ракообразных. Но потом выяснилось, что вторичные половые признаки у непарного шелкопряда и других насекомых столь же легко изменить, как и у позвоночных. Все дело в том, что железы внутренней секреции, влияющие на признаки пола (вернее, вызывающие скрытые потенции противоположного пола), у позвоночных находятся там же, где и половые железы, и потому удаляются и вставляются вместе с ними. У насекомых же аналогичные железы находятся в голове и при удалении половых желез остаются на месте. Общий вывод будет такой. Эксперимент, конечно, очень ценен для решения многих вопросов, и часто он дает очень эффективное решение, но не следует ослепляться этим эффектом и считать его окончательным решением. Надо привести в согласие все данные как эксперимента, так и наблюдения и не считать задачу решенной удовлетворительно, пока все факты из разных областей не будут приведены в одну непротиворечивую систему.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В истории науки поучителен не только ее блистательный прогресс, но и преодолеваемые собственные заблуждения. Без осознания последних невозможен действительный прогресс: слишком соблазнительно уверовать в правоту сегодняшних научных концепций, в то, что наконец-то здание науки стоит на безупречном фундаменте и нуждается лишь в плановой достройке. Излишний оптимизм не менее вреден, чем излишний пессимизм. Первый ведет к утере исторического смысла, второй к забвению исторической перспективы. Основной урок истории науки состоит в том, что истина в конечном счете страдает, коль скоро ее интересами поступаются в пользу частных целей: узкопрагматических интересов, подтверждения конкретных научных концепций или принятых методологических постулатов.

В этом смысле враги ученого - ближние его. Наука не бесстрашна. Ради любви-страсти к постижению научной истины о реальном мире наука должна отказываться от пристрастий. Ученый не может быть бесстрастным - убеждения, чувства, личная интуиция движут им при выборе пути исследования. Но если убеждения чувства не проверяются убеждениями разума, наука кончается. Эта проблема – проблема доказательности – выходит за рамки собственно естественных наук на уровень философии науки.

---

<sup>16</sup> Диморфизм - отчетливое различие форм у особей разного пола того же самого вида (рога у оленя, грива у льва и т. п.).

*Этот раздел нашего сборника посвящен одному из самых загадочных эффектов, связанных с Тунгусским Событием. Приверженцы классических моделей очень неохотно обращаются к его интерпретации, а некоторые авторы вообще предпочитают его игнорировать. Тем не менее, геомагнитный эффект Тунгусского взрыва существует и научной общественности необходимо об этом напоминать. Здесь мы лишний раз хотим подчеркнуть, что эта принципиальная трудность в структуре Проблемы все еще не преодолена, исследователи вновь и вновь к ней обращаются. И в этом вопросе, как и во многих других, связанных с ТС, постоянно делаются попытки объяснить все «окончательно и бесспорно» решенным, на проверку оказывающиеся очередной иллюзией. Уже в начале нового столетия появился ряд публикаций, посвященных этому вопросу, который породил еще одну волну полемики. Мы посчитали необходимым не только привести в концентрированном виде материал, породивший дискуссию, но всю ее прокомментировать с нашей точки зрения.*

*В предлагаемом разделе приводится реферат статьи В. А. Бронштэна, опубликованной в журнале «Геомагнетизм и аэрономия» (2002, том 42, № 6, с. 854-856), даются практически аутентичные тексты статей К. Г. Иванова (2002, том 42, № 6, с. 857-858) и О. И. Соколовой и др. (2003, том 43, № 4, с. 561-565), из того же журнала, воспроизведена статья С. М. Кузнецова, напечатанная в «Тунгусском вестнике» № 15 за 2002 г. и публикуется подробный ее комментарий К. Г. Ивановым. В заключение весь этот материал комментируется В. К. Журавлевым.*

*Из статьи В. А. Бронштэна мы посчитали необходимым полностью привести введение, в котором очень кратко, но с подробным ссылками на литературу, дается история вопроса. Соответственно, сохранен и сам список литературы. Результативная часть работы приведена в виде аннотации, излагающей основную идею. Расчетные данные опущены. При необходимости с ними можно познакомиться по первоисточнику.*

*Статья-комментарий К. Г. Иванова еще раз подчеркивает суть разработки В. А. Бронштэна. Но с нашей точки зрения, ценность ее в том, что она существенно расширяет представление о вкладе в разработку проблемы геомагнитного эффекта самого автора.*

*Чрезвычайно интересный материал приводится в статье по геомагнитным эффектам, сопровождающим запуски ракет-носителей с космодрома «Байконур». Нам представляется, что оптимизм приверженцев «естественного» объяснения геомагнитного эффекта Тунгусского взрыва по аналогии с геомагнитными возмущениями под действием «искусственных» событий на космодроме несколько преждевременен.*

В.А. БРОНШТЭН (Москва)

### **МАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА**

Возмущение магнитного поля Земли, вызванное Тунгусским метеоритом, было впервые обнаружено в 1959 г. [Иванов, 1961, а, б, в]. При этом максимальное возмущение в  $H$ -составляющей геомагнитного поля достигло 67 нТл, т.е.  $\sim 10^{-3}$  напряженности самого поля.

Ряд попыток дать количественное объяснение и построить теорию этого эффекта [Идлис, Карягина, 1961; Обашев, 1961; Золотов, 1969; Иванов, 1961,а, 1962, 1964; Ковалевский, 1962; 1963] не привели к успеху. Обзор всех этих работ имеется в статье В. Д. Гольдина (1986) и Бронштэна (2000). Для объяснения эффекта предлагались следующие механизмы:

- 1) вторжение в атмосферу ионизованного кометного хвоста [Идлис, Карягина, 1961];
- 2) расширение облака плазмы, образовавшегося в результате взрыва метеорита [Обашев, 1961];
- 3) повышение уровня ионизации атмосферы действием ионизирующего излучения [Золотов, 1969];
- 4) движение электронов в ионосфере, образовавшихся в результате действия механизмов 2 и 3, вдоль силовых линий магнитного поля Земли [Обашев, 1961; Золотов, 1969];
- 5) усиление ионосферных токов под действием термической ионизации ионосферы ударной волной взрыва [Иванов, 1961,а, 1964];
- 6) возникновение токовой системы в ионосфере под действием движений, вызванных ударной волной взрыва [Иванов, 1962; Ковалевский, 1962, 1964].

Наибольшие трудности представляло объяснение запаздывания магнитного эффекта относительно момента взрыва на  $\sim 6$  мин, а также тот факт, что эффект был зарегистрирован только в Иркутске и не был отмечен другими станциями.

В настоящей работе рассмотрены два возможных механизма, ответственных за возмущения геомагнитного поля, наблюдавшиеся в Иркутске вслед за падением Тунгусского метеорита. Это – дипольный момент болида и диамагнитное возмущение, вносимое сильной ударной волной от взрыва. Сделанные расчеты позволяют объяснить величину возмущения (67 гамм) и его запаздывание против момента взрыва (6 мин).

Более детальное изучение вопроса и точное вычисление величины возмущения пока не представляется возможным: теоретическое ввиду незнания ряда важных параметров, а из экспериментов по ядерным взрывам – ввиду скудности экспериментального материала.

### Литература

- Аскарьян, Г. Л.** Дистанционная генерация звука и электромагнитных полей быстрыми болидами и космическими телами в атмосфере [Текст] / Г. Л. Аскарьян // Письма в Журнал технической физики. – 1981. – Т. 7, № 21. – С. 1304-1307.
- Аскарьян, Г. А.** Диаманитный момент сильной ударной волны высокотемпературного светового взрыва в газах [Текст] / Г. Л. Аскарьян, М. М. Савченко, В. К. Степанов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1970. – Т. 59, № 10. – С. 1133-1145.
- Бронштэн, В. А.** Проблемы движения в атмосфере крупных метеоритных тел [Текст] / В. А. Бронштэн. – М.: АН СССР, 1963.
- Бронштэн, В.** Тунгусский метеорит: история исследования [Текст] / В. Бронштэн. – М.: Изд-во Сельянов, 2000. – 308 с.
- Гольдин, В. Д.** Об интерпретации некоторых геофизических явлений, сопровождавших падение Тунгусского метеорита [Текст] / В. Д. Гольдин // Космическое вещество и Земля: сб. ст. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 44-62.
- Золотов, А. В.** Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / А. В. Золотов. – Минск: Наука и техника, 1969. – 56 с.
- Иванов, К. Г.** Об энергии взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1961, а. – Вып. 21. – С. 44-45.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитные явления, наблюдавшиеся на Иркутской магнитной обсерватории вслед за взрывом Тунгусского метеорита [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1961, б. – Вып. 21. – С. 46-48.
- Иванов, К. Г.** О причине последующих изменений поля в геомагнитном эффекте Тунгусского метеорита [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1961, в. – Т. 1, № 4. – С. 616-618..
- Иванов, К. Г.** Геомагнитные эффекты взрывов в нижней атмосфере [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1962. – Т. 2, № 1. – С. 153-160.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения // Метеоритика. – 1964. – Вып. 24. – С. 141-151.
- Идлис, Г. М.** О кометной природе Тунгусского метеорита [Текст] / Г. М. Идлис, З. В. Карягина // Метеоритика. – 1961. – Вып. 21. – С. 32-43.
- Ковалевский, А. Ф.** К вопросу о механизме геомагнитных эффектов крупных взрывов [Текст] / А. Ф. Ковалевский // Труды Сибирского физико-технического института при Томском университете. – 1962. – Вып. 41. – С. 87-91.
- Ковалевский, А. Ф.** Магнитный эффект взрыва Тунгусского метеорита [Текст] / А. Ф. Ковалевский // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. – С. 187-194.
- Обашев, С. О.** О геомагнитном эффекте Тунгусского метеорита [Текст] / С. О. Обашев // Метеоритика. – 1961. – Вып. 21. – С. 49-51.
- Фаст, В. Г.** Некоторые замечания к статье Г. М. Идлisa и З. В. Карягиной «О кометной природе Тунгусского метеорита» [Текст] / В. Г. Фаст, А. Ф. Ковалевский, Г. Ф. Плеханов // Проблема Тунгусского метеорита: сб. ст. – Томск: ТГУ, 1963. – С. 203-211.

К. Г. ИВАНОВ (Троицк)

### ЕЩЕ РАЗ О ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА ТУНГУССКОГО ПАДЕНИЯ

В связи с работой В. А. Бронштэна [2002] кратко изложены взгляды автора на современное состояние проблемы геомагнитного эффекта Тунгусского падения. За более чем 40 лет, прошедших с открытия геомагнитного эффекта Тунгусского падения [Иванов, 1961], не удалось построить количественную модель этого эффекта, в чем можно полностью согласиться с В. А. Бронштэном [2002]. Однако за это время, на наш взгляд, созданы некоторые предпосылки для решения этой проблемы [Иванов, 1995], на которые полезно еще раз обратить внимание. Эти предпосылки состоят в следующем:

Во-первых, имеются документальные данные (магнитограммы обсерваторий), позволившие более или менее надежно установить свойства магнитного эффекта (время начала и конца, продолжительность, амплитуду и динамику вариаций, локализацию и пространственный масштаб) [Иванов, 1964].

Во-вторых, почти сразу же после обнаружения геомагнитного эффекта было указано на токовую систему, непосредственно ответственную за этот эффект – локальное возмущение регулярных солнечно-суточных токов ( $S_q$ -токов) в динамо-области ионосферы над Восточной Сибирью [Иванов, 1962]; причем в дальнейшем удалось связать некоторые свойства геомагнитного эффекта со свойствами этой токовой

системы, например, динамику  $H$ - и  $Z$ -составляющих на Иркутской магнитной обсерватории с прохождением южного фокуса токовой системы над Иркутском [Иванов, 1964].

В-третьих, удалось вначале установить [Иванов, 1961], а затем и уточнить [Иванов, 1965] связь между геомагнитным и сейсмическим эффектами Тунгусского падения; в частности, установлен факт запаздывания геомагнитного эффекта относительно сейсмического, а уточненное время запаздывания оказалось равным ( $4,8 \pm 0,2$ ) мин.

В-четвертых, сам факт запаздывания геомагнитного эффекта относительно сейсмического и длительность запаздывания, равная времени распространения ударной волны от места взрыва Тунгусского тела до ионосферы, остаются серьезным указанием на важную роль в возмущении  $S_q$ -токов ударной волны и связанного с ней гидродинамического выноса вещества Тунгусского тела в ионосферу. Возможно, что вынос вещества и перенос его ионосферными ветрами был причиной крупномасштабного загрязнения верхней атмосферы и известных светлых ночей над западной частью Евразии [Иванов, 1967].

Создание физически обоснованной математической модели геомагнитного эффекта вполне возможно, но оно требует серьезных усилий в следующих направлениях: во-первых, развития представлений о гидродинамических эффектах падения (перспективны результаты, полученные в Институте динамики геосфер РАН [Немчинов и др., 2002]); во-вторых, учета химического состава Тунгусского тела (перспективно использование современных данных о составе комет, в частности, о наличии в них воды); в-третьих, решения не совсем ясного вопроса об источнике дополнительной ионизации [Иванов, 1964] верхней ионосферы, ответственной за локальное усиление тока (перспективно представление о фотоионизации солнечным излучением вещества кометы, выброшенного в верхнюю атмосферу). В развитии всех этих направлений желательно строго учитывать уже установленные свойства геомагнитного эффекта, его связи с сейсмическим эффектом и ионосферными токами.

Рассматриваемые в статье В. А. Бронштэна вопросы относятся к первому из указанных направлений – гидромагнитным эффектам ударной волны, причем, скорее всего, к самой начальной стадии эффекта, и служат поводом еще раз указать заинтересованным специалистам, в чем состоит реальная проблематика моделирования геомагнитного эффекта Тунгусского падения.

#### Литература

- Бронштэн, В. А.** Магнитный эффект Тунгусского метеорита [Текст] / В. А. Бронштэн // Геомагнетизм и аэрономия. – 2002. – № 42(6)б. – С. 854-856.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитные явления, наблюдавшиеся на Иркутской магнитной обсерватории вслед за взрывом Тунгусского метеорита [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1961, б. – Вып. 21. – С. 46-48.
- Иванов, К. Г.** Влияние локального повышения проводимости E-слоя ионосферы на  $S_q$ -вариацию магнитного поля Земли [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1962. – Т. 2, № 5. – С. 943.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1964. – № 24. – С. 141.
- Иванов, К. Г.** Момент взрыва Тунгусского метеорита и время запаздывания геомагнитного эффекта [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1965. – Т. V, № 6. – С. 1119-1120.
- Иванов, К. Г.** О природе воздействия Тунгусского падения на верхнюю атмосферу, геомагнитное поле и свечение ночного неба [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1967. – Т. 7, № 6. – С. 1033.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского космического объекта через 87 лет после столкновения с Землей [Текст] : материалы Всерос. конф. «Экологические последствия для биосферы Земли падения космических тел типа Тунгусского метеорита» / К. Г. Иванов. – Москва - Томск - Ванавара - место падения, 1995.
- Немчинов, И. В.** Оценка геомагнитного эффекта при падении Тунгусского метеороида [Текст] / И. В. Немчинов, Т. В. Лосева, В. Г. Меркин. – Препр. – М.: Ин-т динамики геосфер РАН, 2002.

О. И. СОКОЛОВА, В. М. КРАСНОВ, Н. Ф. НИКОЛАЕВСКИЙ (Алматы)

#### ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАПУСКОВ РАКЕТ С КОСМОДРОМА БАЙКОНУР

Исследуются отклики геомагнитного поля на запуски ракет с космодрома «Байконур». Данные получены на базе геомагнитной обсерватории «Алма-Ата» (Институт ионосферы, г. Алматы, Казахстан). На основе статистической обработки экспериментальных данных найдено, что длительность длиннопериодных возмущений составила  $\approx 140$  мин, размах возмущения  $\approx 10$  нТл, возмущение появляется через 10-15 мин после старта ракеты. Длительность короткопериодных возмущений составила 2-3 мин, амплитуда возмущений 6-20 нТл, возмущение появляется через 2-4 мин после старта ракеты.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с расширением использования космического пространства в научных и народно-хозяйственных целях, приобретают актуальность наблюдения за воздействиями космических средств на окружающую среду и оценка их опасности для человека. С другой стороны, эти наблюдения представляют большой интерес для исследования и изучения различных механизмов [Динамические..., 1994] физических явлений, происходящих в околоземном космическом пространстве. В частности, механизмов: возмущений геомагнитного поля при магнитных бурях; торможения движущихся плазменных образований и окруженных плазмой космических объектов в магнитном поле при взаимодействии собственных токовых систем с окружающими полями; возникновения продольных токов в магнитосфере и др. Запуски ракет оказывают заметное влияние на все слои атмосферы. Известно, что медленные, так называемые, «вековые» вариации геомагнитного поля отражают динамику внутри Земли. Быстрые вариации геомагнитного поля связаны с динамическими процессами в верхней атмосфере Земли и в магнитосфере, а также с процессами в солнечном ветре. Очевидно, что воздействие запусков и полетов ракет-носителей (РН) прежде всего должно сказаться на внешней токовой системе. Это может произойти, например, из-за изменения проводимости ионосферы, обусловленное выбросом большого количества отработанных продуктов топлива [Демин и др., 2001]. Другой возможный механизм – движение РН вызывает ударную волну [Jacobson и др., 1994], [Afraimovich и др., 2001], [Afraimovich и др., 2001], которая, в свою очередь, воздействует на ионосферу, вызывая в ней возмущение электронной концентрации, и тем самым изменяет проводимость ионосферы и вызывает отклик в геомагнитном поле. В [Fedulina и др., 1996] при пусках РН обнаружены колебания геомагнитного поля, представляющие собой два-три цуга из 5-6 колебаний с периодами 1,5-3 мин и амплитудой, затухающей от 10 до 1-2 нТл. В [Foster и др., 2000] были обнаружены длиннопериодные (порядка 80 мин) возмущения магнитного поля Земли после запуска «Shuttle Challenger». При этом осталось неясным: вызваны ли эти возмущения пуском ракет или они обусловлены авроральным геомагнитным возмущением, начавшемся во время эксперимента.

Целью данной работы являлось: на основе экспериментального материала, полученного во время 23 пусков мощных РН с космодрома «Байконур» выявить статистически значимую картину возмущения геомагнитного поля в области периодов порядка часов. Также исследовались короткопериодические отклики геомагнитного поля на запуски ракет. Необходимо отметить, что траектория полетов РН на активном участке проходила севернее г. Алматы на расстоянии порядка 800 км.

## 2. ВЫБОР ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДА ИХ ОБРАБОТКИ

### 2.1. Анализ длиннопериодных вариаций геомагнитного поля

Экспериментальные методы исследования включали измерения геомагнитного поля с помощью стандартной аппаратуры геомагнитной обсерватории «Алма-Ата» ( $\varphi = 43^{\circ}15' N$ ,  $\lambda = 75^{\circ}55' E$ ). Это оборудование позволяет изучать вариации напряженности магнитного поля Земли в диапазоне периодов от 3 мин и более. За период 1999-2001 гг. было произведено порядка 52 запусков РН с космодрома «Байконур», использующих различные виды топлива. Для определения влияний запусков ракет на длиннопериодные вариации было проанализировано 23 запуска мощных ракет (использующих один вид топлива) за 1999-2001 гг. Запуски РН происходили, в основном, в вечернее (18-22 ч – 10 запусков) и ночное время (24-4 ч – 8 запусков), а остальные – в первой половине дня (9-13 ч – 5 запусков).

Для получения статистически значимых результатов была проведена следующая обработка данных (рассматривалась  $H$ -составляющая геомагнитного поля). Были выбраны ряды трехминутных значений изменения  $H$ -составляющей напряженности геомагнитного поля (день до пуска РН, день пуска и день после пуска). Фильтрацией подавлялись колебания с периодами больше 3 ч. Далее для анализа выбирались отрезки продолжительностью 8 ч для дней запусков РН (4 ч до и 4 ч после старта). Для увеличения соотношения сигнала к шуму производилось осреднение выбранных отрезков записей по выбранным дням пусков. Для сопоставления с фоном аналогично обрабатывались записи день до и день после пусков РН. В первую очередь было проведено осреднение по всем 23 дням. Результаты анализа приведены на рис. 1а. Из этого рисунка видно, что через 10-15 мин после старта мощных РН в районе г. Алматы появляется квазисинусоидальное возмущение  $H$ -составляющей напряженности геомагнитного поля с амплитудой превышающей фоновые значения. Средний размах возмущения составил величину порядка 9 нТл, длительность возмущения – порядка 140 мин. Необходимо также отметить, что в 17 случаях из 23 пуски РН проходили в магнитоспокойные дни. Для положительного и отрицательного пиков изменения  $H$ -составляющей напряженности геомагнитного поля были найдены 95 % доверительные интервалы. Для этого использовалась стандартная программа расчета доверительных интервалов [Бендат, Пирсон, 1998]. Можно отметить, что доверительный интервал выборочного среднего с 95 % достоверностью для положительного пика составляет  $\pm 2,5$  нТл, для отрицательного пика  $\pm 2,6$  нТл. Из графика видно, что эти интервалы не перекрываются, следовательно, найденное возмущение геомагнитного поля является статистически значимым.

Для проверки повторяемости результатов измерений было проведено осреднение данных по годам: 1999 г. – 9 запусков (рис. 1б), 2000 г. – 11 запусков (рис. 1в), 2001 г. – 3 запуска (рис. 1г). Из рисун-

ков 1б, 1в, 1г видно, что существует некоторая повторяемость в форме и характере кривых после запуска РН (сплошные кривые). В то же время на фоновых записях (пунктирные кривые) подобной преимственности в форме колебаний не наблюдается.

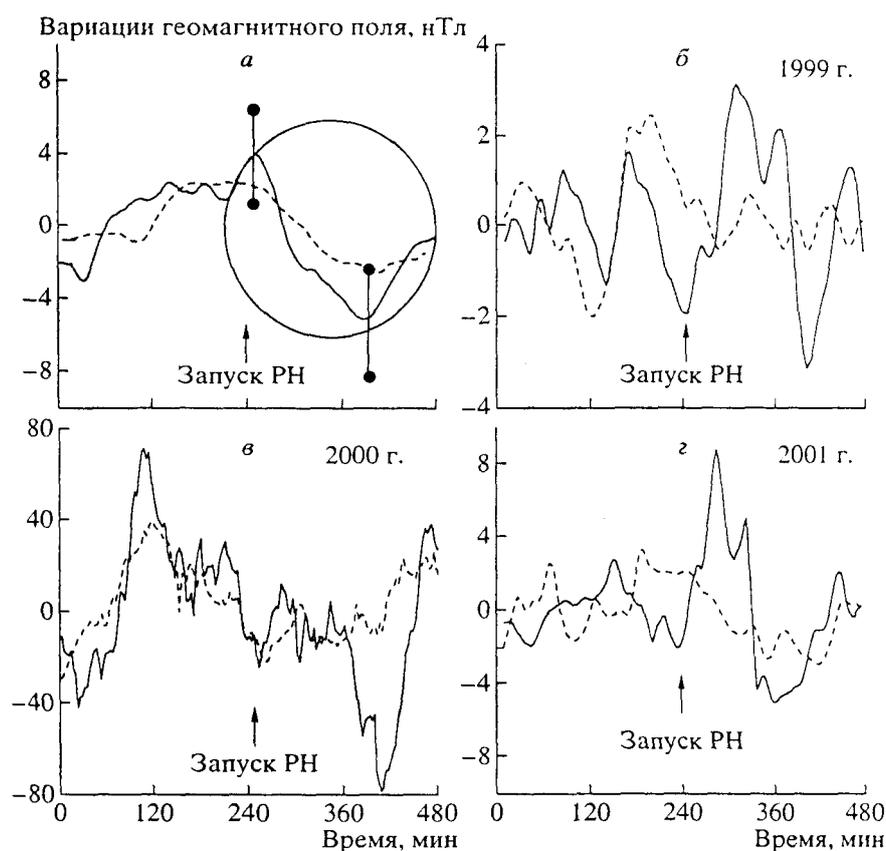


Рис. 1. Средняя картинка вариаций геомагнитного поля по  $H$ -составляющей за восемь часов (4 часа до и 4 часа после запуска): 1999–2001 гг. – 23 запуска РН с космодрома Байконур (а), 1999 г. – 9 запусков РН (б). 2000 г. – 11 запусков РН (в), 2001 г. – 3 запуска РН (г); сплошная линия – дни запусков; пунктир – фоновые дни; овалом отмечено место события; стрелка указывает на момент запусков; кружками показаны найденные доверительные интервалы.

## 2.2 Анализ короткопериодных вариаций геомагнитного поля во время запусков ракет

Высокочастотные вариации геомагнитного поля регистрировались с помощью автоматизированного аппаратно-программного комплекса, созданного на базе ЦМВС-2. Система работает в автоматическом режиме и ежесекундно записывает изменения составляющих ( $H$ ,  $D$ ,  $Z$ ) напряженности магнитного поля. Измерения проводились во время 6 запусков РН. Ниже приведены результаты измерений – анализировались  $H$ - и  $D$ -компоненты.

12 февраля 2000 г. старт РН состоялся в 09.10 UT. В это же время зафиксированы возмущения поля по обоим компонентам. На рис. 2а представлен ход напряженности поля по  $H$ -составляющей и  $D$ -склонению. Четко выраженное возмущение ( $H$ -составляющая) после старта ракеты представляет собой период синусоидального колебания длительностью около 7 мин. Задержка возмущения после старта составляет 3 мин. Амплитуда возмущения – порядка 20 нТл. Аналогичное по форме возмущение видно и на  $D$ -склонении (амплитуда возмущения  $\approx 5$  нТл). Подобных возмущений не наблюдалось несколько часов до и после запуска ракеты.

5 сентября 2000 г. старт РН состоялся в 09.43 UT (рис. 2б). Из рисунка видно, что форма возмущения представляет один период синусоидального колебания длительностью порядка 7 мин ( $H$ -составляющая), задержка возмущения после старта составляет 3 мин, амплитуда возмущения порядка  $\approx 8$  нТл. Для  $D$ -склонения получено подобное возмущение, но меньшей амплитуды ( $\approx 10$  нТл) и длительности. Подобных возмущений не наблюдалось несколько часов до и после запуска ракеты.

28 апреля 2001 г. старт РН состоялся в 07.37 UT. На рис. 2в представлена запись вариаций магнитного поля для  $H$ - и  $D$ -компонент. Видно, что через  $\approx 4$  мин после запуска ракеты ( $H$ -составляющая) появляется возмущение, форма которого представляет один период синусоидального колебания длительностью  $\approx 3$  мин, амплитуда возмущения порядка 5 нТл. На фоне общей картины подобного возмущения нет до и после запуска ракеты. Запись вариаций магнитного поля для  $D$ -склонения показывает, что через  $\approx 2$  мин после запуска ракеты появляется возмущение, длительность которого  $\approx 3$  мин, амплитуда  $\approx 6$  нТл. На фоне общей картины изменения  $D$ -склонения, подобного возмущения нет до и после старта ракеты.

20 мая 2001 г. старт РН состоялся в 22.32 UT. На рис. 2г представлен ход напряженности геомагнитного поля для  $H$ -составляющей и  $D$ -склонения. Можно отметить, что на фоне общей картины изменения  $H$ - и  $D$ -компонент сложно выделить какое-либо возмущение, которое можно было бы связать с запуском РН.

16 июня 2001 г. старт РН состоялся в 01.49 UT. На рис. 2д представлена запись вариаций магнитного поля для  $H$ -составляющей и  $D$ -склонения. Из рисунка видно, что через  $\approx 4$  мин после запуска ракеты (для  $H$ -составляющей) появилось возмущение длительностью  $\approx 13$  мин, амплитуда возмущения  $\approx 20$  нТл. На фоне общей картины подобного возмущения нет до и после запуска ракеты.

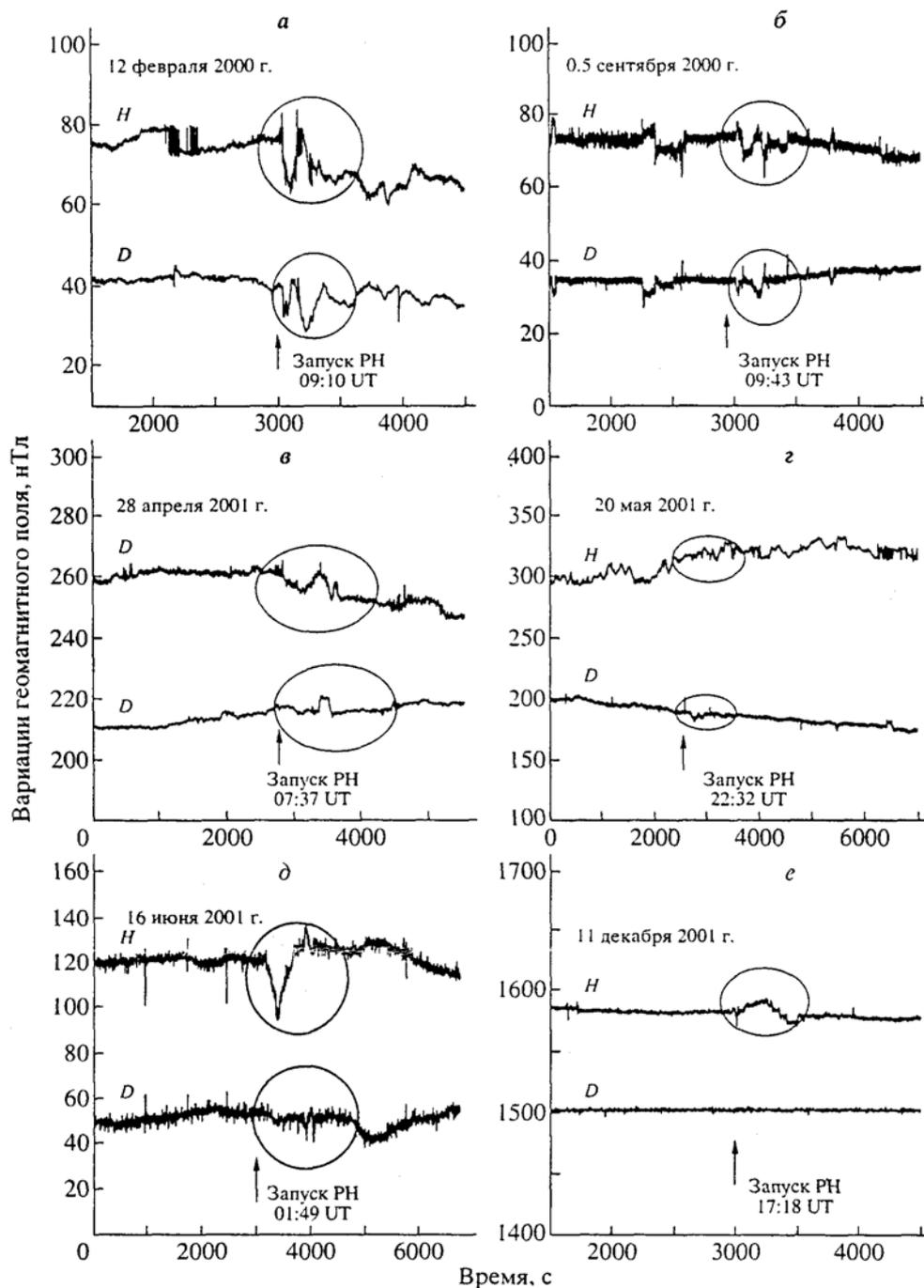


Рис. 2. Ход напряженности геомагнитного поля за 12.02.2000 г. (а), 05.09.2000 г. (б), 28.04.2001 г. (в), 20.05.2001 г. (г), 16.06.2001 г. (д), 11.12.2001 г. (е); сплошная линия - вариации напряженности геомагнитного поля ( $H$ - и  $D$ -компоненты), стрелка указывает на момент старта РН, овалом отмечено место события.

11 декабря 2001 г. старт РН состоялся в 17.18 UT. На рис. 2е представлена запись вариаций магнитного поля для  $H$ -составляющей и  $D$ -склонения. Из рисунка видно, что через  $\approx 2$  мин после запуска ракеты (для  $H$ -составляющей) появилось возмущение длительностью  $\approx 8$  мин, амплитуда возмущения

≈ 13 нТл. На фоне общей картины подобного возмущения нет до и после запуска ракеты. Запись для *D*-склонения возмущения не показана.

Возмущения, полученные во время запусков ракет, хорошо проявляются на записях на уровне шумов и не требуют статистической обработки для их выделения. Из полученных записей видно, что после пусков РН с космодрома «Байконур» через 2-4 мин после старта наблюдается повторяющийся характер возмущений геомагнитного поля в области периодов 2-3 мин с амплитудой 5-7 нТл, в некоторых случаях до 20 нТл. Наши исследования показывают возможность генерации запусками РН с космодрома «Байконур» короткопериодных геомагнитных возмущений, которые четко проявляются на записях, полученных в Институте Ионосферы МОН РК г. Алматы.

Таким образом, во всех случаях (кроме одного), когда проводились измерения во время пусков РН, зарегистрированы короткопериодные колебания.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе экспериментальных данных и статистической обработки параметров геомагнитных возмущений, обусловленных пусками мощных ракет с космодрома «Байконур» и пролетающих на расстоянии порядка 800 км севернее Алматы (активный участок траектории) были получены следующие результаты:

1. Показана возможность генерации геомагнитных возмущений с периодом порядка 140 мин и размахом порядка 10 нТл. Возмущение появляется через 10-15 мин после старта.

2. Повторяющийся характер возмущений геомагнитного поля в области периодов 2-3 мин с амплитудой 5-20 нТл через 2-4 мин после старта позволяет предположить, что пуск РН приводит также к возникновению короткопериодных возмущений. Эти возмущения хорошо проявляются на записях на уровне шумов и не требуют статистической обработки для их выделения.

### Литература

- Исследование реакции ионосферы на инжекцию высокоскоростной плазменной струи в активных геофизических ракетных экспериментах** [Текст] : сб. науч. тр. / В. В. Адушкин, В. И. Артемьев, Б. Г. Гаврилов и др. – Динамические процессы в геосферах: геофизика сильных возмущений. – М.: Наука, 1994. – С. 335.
- Бендат, Д. Ж.** [Текст] / Д. Ж. Бендат, А. Пирсол. – Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1998. – С. 95.
- Демин, М. Г.** Ионосферно-магнитосферные эффекты запусков ракет в сторону высоких широт [Текст] / М. Г. Демин, В. Н. Ораевский, Ю. Я. Ружин // Геомагнетизм и аэрономия. – 2001. –Т. 41, № 6. – С. 772.
- Afraimovich E. L., Kosogorov E. A., Perevalova N. P. and Plotnikov A. V.** The parameter of shock acoustic waves generated during rocket launches // *Adv. Space Res.* V. 27, № 6-7, P. 1339-1343, 2001.
- Afraimovich E. L., Kosogorov E. A., Perevalova N. P. and Plotnikov A. V.** The use of GPS-arrays in detecting shock-acoustic waves generated during rocket launches// *J. Atm. Solar-Terr. Phys.* V. 63, № 18, P. 1941-1957, 2001.
- Jacobson A. R., Carlos R. C.** Observations of acoustic-gravity waves in the thermosphere following Space Shuttle ascents // *J. Atmos. And Solar-Terr. Phys.* V. 56. № 4, P. 525-528, 1994.
- Fedulina I. N., Kozin I. D., Lobanov D. F., Marchenko M. V., Zjukin O. V.** LF-control for the Disturbances of the Atmosphere from the Rocket System // *URSI. H2*, P. 4, P. 457, 1996.
- Foster J. C., Holt J. M., Lanzerotti L. J.** Mid-latitude ionospheric perturbation associated with the SpaceLab-2 plasma depletion experiment at Millstone Hill // *Ann. Geophys.* V. 18, P. 111, 2000.

С. М. КУЗНЕЦОВ (Новосибирск)

### МАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ТУНГУССКОГО «ВЗРЫВА»

Согласно работе А. В. Золотова [1969], видно, что по данным сибирских станций за 1908 г. последовательность во времени Тунгусского явления и магнитного возмущения не имеет однозначной интерпретации. Кажущееся запаздывание составляет 7,8 мин. Строить модели физического воздействия акустических и ударных волн на верхнюю атмосферу несколько неправомерно. Анализ записей магнитных возмущений после высотного ядерного взрыва и Тунгусского феномена показывает, что динамика процесса возмущения совсем иная, сравним рис. 1 и 2. Мы видим, что ядерный взрыв рис. 1 ионизирует верхние слои ионосферы, вызывая всплеск напряженности магнитного поля (H) и процесс быстро релаксирует (общая продолжительность около двух часов). Тунгусский феномен дал более продолжительный эффект. Согласно рис. 2 время всплеска около одного часа, и наблюдается более или менее экспоненциальный возврат к исходному состоянию магнитного поля в течение почти 5 часов (что не может дать искусственное воздействие).

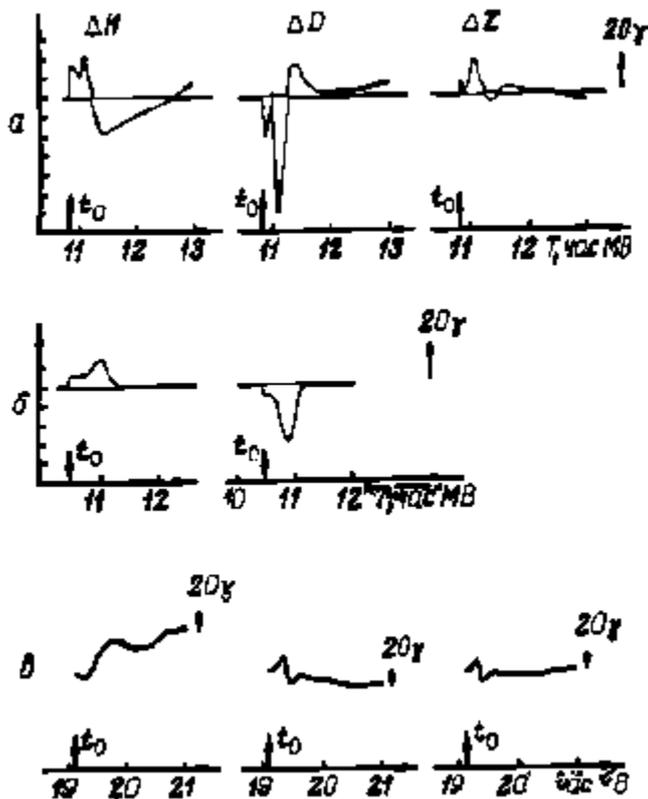


Таблица 1. – Геомагнитный режим конца июня начала июля 1908 г.

Индекс	Месяц и дата				
	Июнь			Июль	
	28	29	30	1	2
Сп9	3*	4*	3*	2	2
С9	2	3*	3*	2	0

Примечание: звездочкой обозначены магнитовозмущенные дни (индекс 2 – возмущения 12-24 нТл, индекс 3 – возмущения 24-48 нТл).

Рис. 1. Магнитограммы ядерных взрывов, записанных на ст. Джарвис: а – взрыв над островом Джонстон 1 VIII 1958 г.,  $h = 75$  км.,  $R = 2380$  км, б – взрыв над островом Джонстон 12.VIII 1958 г.,  $h = 42$  км,  $R = 2380$  км; в – взрыв над островом Рождества 28. IV 1958 г.,  $h = 18$  км,  $R = 380$  км;  $t_0$  – момент взрыва.

Рассмотрим геомагнитный режим 30 июня 1908 г. (см. табл. 1). Приведем значение индексов [Засимович, 1981] Сп 9 (наблюдения в Павловской и Петербургской магнитных обсерваториях) и международный индекс С 9 из изданий «Journal of Geophysical Reserch» и «Solar-Geophysical Data».

Мы видим, что магнитные обсерватории мира отметили 30 июня 1908 г. магнитные возмущения до 48 нТл. Как правило, все магнитные возмущения происходят синхронно. Согласно работе [Иванов, 1961], Иркутская геомагнитная буря локальна, т.к. записи остальных российских магнитных обсерваторий показали отсутствие магнитных возмущений в это время. Это позволяет утверждать, что Иркутская запись – типичная магнитная буря, связанная с максимумом хромосферной вспышки на солнце. Такие бури наблюдаются на освещенном полушарии земли.

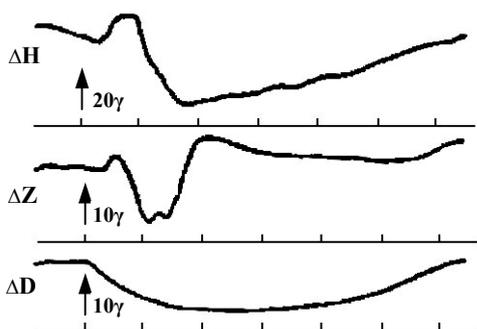


Рис. 2. Магнитограммы тунгусского взрыва 1908 г., записанные Иркутской обсерваторией

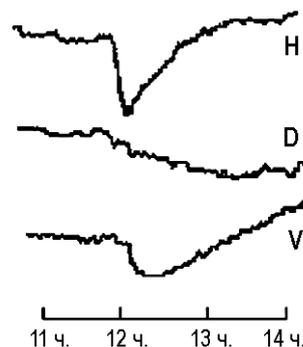


Рис.3. Магнитная буря, наступившая одновременно с появлением хромосферной вспышки на Солнце (на этом графике вертикальные отклонения соответствуют изменению  $H$  на 100 гамм,  $V$  – на 50 гамм и изменению  $D$  примерно на 0 угловых минут).

Рассмотрим фрагмент Иркутской записи рис. 2 и рис. 3, где приведена магнитная буря хромосферной вспышки, записанная Ньютоном [Ловелл, Клегг, 1953; Newton, 1949]. Мы видим полную идентичность явлений. В настоящее время такое явление обозначается аббревиатурой SFE или называется кроше ( $S_{qa}$ ). Физический смысл явления заключен в сильной ионизации ионосферы рентгеновскими и ультрафиолетовыми лучами хромосферной вспышки. Резко увеличивается проводимость ионосферы, временно изменяя нормальные таки  $S_q$  на обращенной к солнцу стороне земли [Солнечная..., 1980]. Необходимо отметить противоречивость записей явления SFE из-за наложений полей электроструи и противозлектроструи.

## Литература

- Засимович, И. Д.** Геомагнитная активность и устойчивость корпускулярного поля Солнца [Текст] / И. Д. Засимович. – М. : Наука, 1981.
- Золотов, А. В.** Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. [Текст] / А. В. Золотов. – Минск: Наука и техника, 1969. – 56 с.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитные явления, наблюдавшиеся на Иркутской магнитной обсерватории вслед за взрывом Тунгусского метеорита [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1961, б. – Вып. 21. – С. 46-48.
- Ловелл, Б.** Радиоастрономия [Текст] : пер. с англ. / Б. Ловелл, Дж. Клегг. – М: ИЛ., 1953.
- Солнечная и солнечно-земная физика** [Текст] / под ред. Бруцеки и Дюрина. – М. : Мир, 1980.
- Newton H.** Mon. Not. Roy. Astr. Soc. (Geophys Supp) 5, 159 (1949).

К. Г. ИВАНОВ (Троицк)

### КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ С. М. КУЗНЕЦОВА

#### «МАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ТУНГУССКОГО «ВЗРЫВА»

В указанной статье С. М. Кузнецов [2002, с. 14] утверждает «что Иркутская запись – типичная магнитная буря, связанная с максимумом хромосферной вспышки на Солнце». К этому выводу он приходит после сравнения магнитограмм, наблюдавшихся на Иркутской магнитной обсерватории вслед за Тунгусским взрывом, с магнитограммами типичного кроше – геомагнитного эффекта волнового излучения солнечной вспышки. Такие эффекты известны издавна и хорошо изучены [Van Sabben, 1961; Nagata, 1966], и их не принято называть магнитными бурями.

Основанием для указанного выше утверждения С. М. Кузнецов считает «полную идентичность явлений», т.е. записанных на Иркутской обсерватории 30 июня 1908 г. и проиллюстрированных им как пример типичного геомагнитного кроше.

Если внимательно сравнить рис. 2 (Тунгусский эффект) и рис. 3 (кроше) статьи С. М. Кузнецова, то едва ли можно согласиться с утверждением об их «полной идентичности». Действительно, вот семь различий между этими рисунками, найти которые можно довольно легко в порядке упражнения:

- 1) На рис. 2 в Н-компоненте есть значительное предварительное возрастание, отсутствующее в кроше;
- 2) последующее уменьшение Н в Тунгусском эффекте более медленное, чем резкий спад в кроше;
- 3) последующее восстановление Н в кроше происходит всего за час, тогда как в Тунгусском эффекте – за несколько часов;
- 4) на рис. 2 есть предварительное возрастание в Z – компоненте, тогда как в кроше его нет;
- 5) в Тунгусском геомагнитном эффекте есть быстрое восстановление Z, почти симметричное со спадом Z, тогда как в кроше такого явления нет;
- 6) минимум вариации Z в Иркутске приходится на момент прохождения Н – компоненты через ее значение, предшествующее началу эффекта;
- 7) общая продолжительность Тунгусского эффекта примерно в 4-5 раз больше чем продолжительность кроше.

Все указанные особенности геомагнитного эффекта находят свое объяснение в рамках модели возмущения токовой системы спокойной солнечно-суточной ( $S_q$ ) вариации геомагнитного поля, вызванного локальным повышением электропроводности в ионосфере над Восточной Сибирью [Иванов, 1963; 1964].

Вопрос о природе повышения электропроводности остается до настоящего времени открытым [Иванов, 2002].

Разумеется, что свойствами геомагнитного кроше никак нельзя объяснить указанные выше особенности геомагнитного эффекта. Кроше представляется хорошо известной токовой системой, почти идентичной токам  $S_q$  – вариации, охватывающей, как правильно замечает С. М. Кузнецов, почти всю освещенную Солнцем полусферу Земли [Van Sabben, 1961; Nagata, 1966]. Если корректно привлечь эту систему для объяснения Тунгусского эффекта, то нужно было бы вспомнить, что этот эффект в Иркутске наблюдался утром, начиная с 8 часов местного времени. Следовательно, Иркутск находился бы под западным краем токовой системы кроше, где ток течет по меридиану [Van Sabben, 1961]. Эффект кроше был бы тогда наибольшим в D, а не в Н и Z – компонентах, причем амплитуда его была бы очень малой, ввиду слабости тока на краю токового вихря.

Хотелось бы ограничиться сделанными замечаниями. Геомагнитный эффект Тунгусского падения несомненно объективное и до настоящего времени уникальное явление.

Благодарю В. К. Журавлева, обратившего мое внимание на статью С. М. Кузнецова.

## Литература

- Иванов, К. Г.** Влияние локального повышения проводимости E-слоя ионосферы на  $S_q$ -вариацию магнитного поля Земли [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1962. – Т. 2, № 5. – С. 943.
- Иванов, К. Г.** О влиянии локального повышения проводимости на  $S_q$ -вариацию магнитного поля Земли [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 1963. – Т. 3, № 3. – С. 456.
- Иванов, К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Метеоритика. – 1964. – № 24. – С. 141.
- Иванов, К. Г.** Еще раз о проблеме моделирования геомагнитного эффекта Тунгусского падения [Текст] / К. Г. Иванов // Геомагнетизм и аэрономия. – 2002. – Т. 42, №6. – С. 857.
- Кузнецов, С. М.** Магнитный эффект Тунгусского «взрыва» [Текст] / С. М. Кузнецов // Тунгусский вестник. – 2002. – №15. – С. 13-14.
- Nagata T.** Solar flare effect on the geomagnetic field // J. Geomagn. Geoelectr., 1966, V. 18, N2, P. 197.
- Van Sabben D.** Ionospheric current systems of ten IGY solar flare effects // Atmos. Terr. Phys., 1961, V. 22, P. 22.

В. К. ЖУРАВЛЕВ (Новосибирск)

### КОММЕНТАРИЙ К ДИСКУССИИ О ГЕОМАГНИТНОМ ЭФФЕКТЕ ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

В 1868 году Массена отметил отклонение магнитной стрелки компаса при пролете яркого болида. И. С. Астапович, один из первопроходцев изучения Тунгусского падения, в 1934 году высказал мысль о том, что болиды, вызывая электрические явления, должны вызывать и возмущения геомагнитного поля [Астапович, 1958, с. 460]. Собирая записи сейсмографов и барографов за 30 июня 1908 года, он, однако, не поинтересовался иркутскими магнитограммами. Возможность обнаружения на них следов Тунгусского болида возникла почти одновременно в Томске и в Иркутске. К. Г. Иванов считал, что совпадение во времени публикации статьи Ф. Ю. Зигеля, защищавшего гипотезу А. П. Казанцева о ядерной природе Тунгусского взрыва и появление в научных геофизических журналах сенсационных сообщений о «рукотворных геомагнитных бурях» стало для него стимулом поисков в архивах магнитограмм 1908 года. В сентябре 1959 года пришел запрос из Томска о необходимости изучения магнитограмм, регистрировавших вариации вектора геомагнитного поля в июне 1908 года. Региональные геомагнитные возмущения были зарегистрированы несколькими магнитными станциями на островах Океании сразу после высотных термоядерных взрывов, проведенных 28 апреля 1958 года Великобританией (над островом Рождества) и 1 и 12 августа того же года США (над атоллom Джонстон) примерно в 1000 км к юго-западу от Гавайских островов.

Эти возмущения имели те же особенности, что и мировые магнитные бури, которые регистрируются на Земле при вторжении в магнитосферу облаков плазмы, возникающих при вспышках на Солнце. Их типичные признаки: внезапный импульс в несколько нанотесла, квазисинусоидальная кинетика изменения компонент вектора напряженности поля, достигающих десятков нанотесла, бухтообразное возмущение одной из компонент, длительная фаза возвращения к фоновым значениям поля. Однако длительность фаз бури после ядерных взрывов составляла не часы, а десятки минут. Специалисты, сообщившие об этом открытии, назвали эффект «искусственной магнитной бурей» (man-made geomagnetic storm) [Matsushita, 1959].

Магнитные возмущения в виде слабых импульсных всплесков на магнитограммах одновременно с наблюдениями метеорных потоков были зарегистрированы под Москвой в 1946 и в последующие годы А. Г. Калашниковым, Р. А. Зевакиной и др. Такие же наблюдения проводились в 1950 г. на Памире. В 1955 г. Такакура в Японии регистрировал импульсы геомагнитного поля, возникавшие при взрывах, которые можно было трактовать и как эффект расширения ионизированного облака взрыва, и как результат ионизации воздуха ударной волной.

Хотя метод регистрации геомагнитных импульсов метеоров позволяет вести исследования потока космического вещества на Землю в любое время суток и в любую погоду, он не получил развития. Количественная теория магнитометеорных явлений не создана до сих пор. Это обстоятельство затрудняет интерпретацию и количественный анализ геомагнитного возмущения, порожденного Тунгусским феноменом. Вполне вероятно, что запись геомагнитного возмущения, вызванного Тунгусским взрывом, содержит важнейшую информацию не только о природе взрыва, но и о его количественных параметрах.

По классификации Астаповича Тунгусский болид относился к классу «исключительных», Анфиногенов предложил называть его «гигантским», верхняя оценка мощности его в стадии полета -  $1,6 \cdot 10^{15}$  Дж/с [Анфиногенов, 1998, с. 25]. При резком торможении дробящегося метеорного тела его вещество превращается в плазменное облако (плюм), а кинетическая энергия частично переходит в энергию возникшей плазмы. Отсутствие надежной (проверенной экспериментами) теории гигантского болида не позволяет решить задачу о генерации возмущений в геомагнитном поле гигантским болидом математическими методами.

Но то, что вторжение в плотные слои атмосферы гигантского болида неизбежно должно породить мощное возмущение геомагнитного поля, которое, скорее всего, имело бы глобальный характер, представляется почти очевидным. Возмущения магнитного поля распространяются со скоростью света и начало процесса возникновения плазменного сгустка или плазменной атмосферы болида должно совпадать с началом регистрации магнитосферных возмущений. Однако исследование магнитограмм станций, функционировавших в 1908 году, показало, что ни одна из них - включая станцию в Иркутске – **не зарегистрировала** каких-либо изменений компонент вектора геомагнитного поля – *до момента взрыва Тунгусского болида*. [Плеханов и др., 1961].

*Лишь через 5,8 – 6,8 минут после взрыва* [Пасечник, 1986] возник характерный для солнечных и искусственных магнитных бурь импульс в горизонтальной и вертикальной составляющих вектора геомагнитного поля, за которым через 2,3 минуты последовала главная фаза геомагнитного возмущения. Кинетика и смена фаз возмущения детально исследована и описана [Ковалевский, 1963, Иванов, 1964]. Полное отсутствие геомагнитных возмущений до взрыва сразу ставит вопрос *о несоответствии фактическим данным гипотезы о скорости болида порядка десятков км/с*, которая часто постулировалась при компьютерном моделировании феномена. По-видимому, это одна из причин того, что специалисты-аэродинамики отторгают феномен геомагнитного эффекта, рассматривая его как «лишнюю», бесполезную информацию.

К. Г. Иванов, проводя поиск магнитограмм в архиве Иркутской магнитной обсерватории, ожидал обнаружить возмущение, вызванное ионизированным следом высокоскоростного гигантского болида. Оказалось, что такой эффект на магнитограммах отсутствует. Аналогами обнаруженного эффекта оказались лишь «искусственные геомагнитные бури», вызванные высотными термоядерными взрывами и естественные солнечные магнитные бури.

А. Ф. Ковалевский, подводя итоги анализа иркутских магнитограмм лета 1908 года, пришел к следующему выводу: «Взрыв метеорита вызвал необычное возмущение геомагнитного поля, отчасти похожее на магнитную бурю с внезапным началом, но необычно малой продолжительности и с малой подвижностью элементов поля» [1963, с. 189].

К. Г. Иванов соглашался, что возникла непростая ситуация: «При отыскании причин геомагнитного эффекта Тунгусского метеорита кажется естественным отпрявляться от того факта, что этот эффект имеет много общего с геомагнитными эффектами ядерных взрывов в атмосфере Земли. Величина, форма и продолжительность вариаций близки как в случае взрыва метеорита, так и в случае геомагнитных эффектов ядерных взрывов. Однако при интерпретации геомагнитного эффекта Тунгусского метеорита нужно соблюдать некоторую осторожность. Дело в том, что геомагнитные эффекты ядерных взрывов представляется естественным объяснить, исходя из предположения об ионизирующем действии на Е-область ионосферы радиоактивных продуктов взрывов... Какими-либо прямыми данными о наличии радиоактивных веществ в продуктах взрыва Тунгусского метеорита мы не располагаем и предположение о наличии таких веществ в продуктах взрыва метеорита представляется сейчас мало правдоподобным. Поэтому для объяснения причин геомагнитного эффекта Тунгусского метеорита представляется полезным ориентироваться на более естественное предположение о геомагнитном эффекте ударной волны, образовавшейся в результате взрыва Тунгусского метеорита» [1964, с. 145]. Эту стратегию поддерживал и А. Ф. Ковалевский.

За прошедшие годы, однако, надежда решить возникшую проблему на основе гипотезы о решающей роли ударной волны взрыва в возникновении 30 июня 1908 года региональной геомагнитной бури в Восточной Сибири встретила серьезные трудности:

1) Взрывы сверхмощных термоядерных бомб на советском полигоне на Новой Земле (25 и 50 мегатонн) на высоте около 4 км не вызвали геомагнитной бури (хотя какие-то менее масштабные магнитные возмущения, по-видимому, в Европе регистрировались). Это не вызвало удивления у европейских физиков: обсуждая этот факт, они сочли его убедительным доказательством, что высота и метеоусловия этих взрывов были выбраны так, что радиоактивные продукты сверхмощных взрывов не могли проникнуть в высокие слои атмосферы. Это было сделано специально, чтобы предотвратить выпадение радиоактивных осадков на территории Европы. Естественно, что ударные волны этих взрывов были того же порядка (или даже более мощными), как и в случае Тунгусского взрыва, но они не вызвали ничего похожего на геомагнитную бурю [Oksman, Kataja, 1962].

2) Был оценен порядок величины баллистической волны Тунгусского космического тела по характеру осесимметричных отклонений поваленных деревьев в зоне разрушений. При этом возник вопрос – почему мощная баллистическая волна не вызвала регистрируемых возмущений геомагнитного поля, когда тело пересекало ионосферные слои и тропосферу? Этот *парадокс* остался неразрешенным.

3) Расчет скорости движения сильной ударной волны точечного взрыва и сравнение времени достижения ею ионосферы, проведенный К. Г. Ивановым [1964], потеряли свою убедительность после уточнения И. П. Пасечником времени запаздывания начала геомагнитной бури относительно момента взрыва, определенного им с большой точностью [Пасечник, 1986]. В 2002 г. К. Г. Иванов оценивает запаздывание начала магнитной бури как величину  $4,8 \pm 0,2$  мин. (вместо 2,3 мин. в первых работах). Время же запаздывания начала *главной фазы* геомагнитной бури составляет более 8 минут [Дмитриев, Журавлев, 1984, с. 107.]. Это время, за которое при ядерном взрыве источник жесткого излучения – огненный шар – всплывает на высоту 30 км и начинает облучать нижние слои ионосферы.

4) В случае искусственной магнитной бури длительность возмущения определяется концентрацией радиоактивных изотопов, распад которых поддерживает высокий уровень ионизации E-слоя ионосферы.

*Какие факторы противодействуют нейтрализации зарядов в случае мегатонного неядерного взрыва, при котором длительность магнитного возмущения существенно превышала длительность искусственных магнитных бурь? Ответ на этот вопрос не найден.*

5) В результате моделирования на компьютере процесса взрывоподобного разрушения ядра кометы, тормозящегося в атмосфере Земли, исследователи пришли к заключению, что «эффекты, связанные с выделением энергии на заключительной стадии торможения крупного метеороида, по существу мало отличаются от высотного ядерного взрыва» [Светцов, Шувалов, 2005]. Появилось и первое подтверждение этого теоретического вывода – обнаружение в смоле деревьев, переживших Тунгусский взрыв, 10-кратного превышения содержания стабильного изотопа гелия-3, что указывает на следы термоядерного процесса [Алексеев и др., 2005]. Гипотезы, представлявшие в 60-х годах крайне сомнительными, через 100 лет после Тунгусской катастрофы вновь привлекают внимание нового поколения исследователей.

Сделанная в 1964 г. К. Г. Ивановым попытка найти особый механизм возникновения геомагнитной бури как следствия возбуждения ионосферы ударной волной взрыва к настоящему времени не нашла подтверждения, что признает и сам автор в публикации 2002 года: «За более чем 40 лет... не удалось построить количественную модель этого эффекта». Бронштэн, систематизировав высказанные в литературе гипотезы, предложил еще два механизма геомагнитного эффекта, которые, по его мнению, могли бы объяснить геомагнитное возмущение 1908 года. Предложенные им модели, однако, не касаются вопроса, почему взрыв Тунгусского метеорита сопровождался геомагнитной бурей. Первая же модель подразумевает, что образование вытянутого плазменного следа болида исказит геомагнитное поле еще до взрыва. На самом деле на магнитограммах в течение 6–7 часового интервала перед взрывом магнитное поле в Иркутске было почти спокойно [Ковалевский, 1963].

Модель (4) в перечне Бронштэна (объединение моделей Обашева и Золотова) естественным образом описывает геомагнитный эффект Тунгусского болида, она не встречается с трудностями, о которых говорит автор: запаздывание начала магнитного эффекта относительно момента взрыва и региональный характер эффекта. Запаздывание объясняется временем всплывания плюма (огненного шара) в стратосферу, а региональный характер эффекта связан с ограниченной массой источника взрыва и движением зарядов вдоль магнитного меридиана центра взрыва. Недостатком модели Обашева–Золотова является ее несовместимость с научной парадигмой XX века, согласно которой взрыв ядра кометы или астероида не может сопровождаться жестким гамма-излучением или нейтронным потоком. Но как отмечено выше, эта аксиома в 2005 году поставлена под сомнение. Золотов же отвергал ее еще в 60-х гг. XX века.

Одной из причин появления трудностей интерпретации геомагнитного эффекта Тунгусского взрыва специалистами-геофизиками и магнитологами явилось отсутствие аналогов этого феномена. Аналогия с искусственными (ядерными) магнитными бурями была очевидной, но она была непригодной с точки зрения научной парадигмы XX века. Видимо, это было причиной слабого интереса профессиональных геомагнитологов к проблеме геомагнитного эффекта Тунгусского метеорита. Это «белое пятно» стало притягивать непрофессионалов, любителей научных загадок. Диалог С. М. Кузнецова с К. Г. Ивановым дает представление о плюсах и минусах взаимодействия «большой» и «малой» науки.

Появление в 2003 г. статьи О. И. Соколовой, В. М. Краснова и Н. Ф. Николаевского в журнале «Геомагнетизм и аэрномия» о геомагнитных возмущениях после запуска космических ракет с космодрома Байконур вызвало оптимистические надежды на расшифровку геомагнитного эффекта Тунгусского метеорита. Сравнивая опубликованные магнитограммы, записанные на станции Алма-Ата в 800 км от места старта, с иркутскими магнитограммами 30 июня 1908 года (обсерватория была удалена от эпицентра взрыва на 970 км), можно сделать выводы о некоторых признаках их сходства (длительность в интервале 2 часов, «квазисинусоидальный» ход возмущения во времени, запаздывание начала возмущения относительно момента старта на 10–15 минут). Но вряд ли механизм запаздывания в сравниваемых явлениях законно отождествлять.

Плазменное облако ракета несет с собой в ионосферу. В случае же вторжения гигантского болида он превращается в плазму, наоборот, в плотных слоях тропосферы. Правда, в случае вторжения Тунгусского космического тела изучение следов разрушений в тайге привело к гипотезе «рикошета». Траектория болида имела, по-видимому, как нисходящий, так и восходящий участок – и если это действительно так, то сходство с Байконуром становится интересным. Вероятно, при сравнении геомагнитных эффектов в этом случае нужно знать не момент старта, а время достижения ракетой нижней кромки ионосферы. Не подлежит сомнению, что накопление информации о геомагнитных возмущениях при запусках мощных ракет представляет большую ценность для физики атмосферы и магнитосферы.

В одной из публикаций автора этого обзора была высказана мысль, что установление того факта, что Тунгусский взрыв вызвал региональную магнитную бурю, подобную искусственным магнитным бурям после высотных термоядерных взрывов – является ОТКРЫТИЕМ не только в рамках проблемы Тунгусского феномена, но и в общенаучном смысле [Журавлев, 1998]. **Возбуждение ионосферы, протекающее по сценарию магнитной бури, никогда не наблюдалось ранее при вторжении метеорных тел.**

## Литература

- Алексеев В. А. и др.** Изотопический состав гелия как указатель на космическое происхождение «Тунгусского космического тела» // Всероссийская конференция «Астероидно-кометная опасность (АКО-2005)», С-Петербург, 2005, с. 31-33.
- Анфиногенов Д. Ф., Будаева Л. И.** Тунгусские этюды: Опыт комплексной разработки научного подхода к решению проблемы Тунгусского метеорита – Томск: Изд. ТРОЦа, 1998.
- Астапович И. С.** Метеорные явления в атмосфере Земли. М.: Физматгиз, 1958.
- Дмитриев А. Н., Журавлев В. К.** Тунгусский феномен 1908 года - вид солнечно-земных связей. Новосибирск: ИГТ СО АН СССР, 1984.
- Журавлев В. К.** Геомагнитный эффект Тунгусского взрыва и техногенная гипотеза // Тунгусский вестник КСЭ. – 1998. – № 9. – С. 18-27.
- Иванов К. Г.** Геомагнитный эффект Тунгусского падения. Метеоритика, 1964, вып. XXIV, 1964, с. 141-151.
- Ковалевский А. Ф.** Магнитный эффект взрыва Тунгусского метеорита. // Проблема Тунгусского метеорита. Томск: ТГУ, 1963, с. 187-194.
- Пасечник И. П.** Уточнение времени взрыва Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. по сейсмическим данным. // Космическое вещество и Земля. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1986, с. 62-69.
- Плеханов Г. Ф. и др.** О влиянии взрыва Тунгусского метеорита на геомагнитное поле. // Геология и геофизика, № 6, 1961, с. 94-96.
- Светцов В. В., Шувалов В. В.** Тунгусская катастрофа 30 июня 1908 г. // Катастрофические воздействия космических тел. / Под ред. В.В. Адушкина и И.В. Немчинова. Институт динамики геосфер РАН. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005, с. 167-200.
- Matsushita S.** On artificial geomagnetic and ionospheric storms associated with high-altitude explosions // J. Geoph. Res., - 1959. - Vol. 64.- N 9.- P. 1149.
- Oksman J., Kataja E.** Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ A VI, Physica, Helsinki, 1962.

С. В. КРИВЯКОВ (Томск)

### **ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ ЯВЛЕНИЕ**

Тунгусское событие, без сомнения, является крупнейшим природным явлением. Однако уже в этой, казалось бы, очевидной констатации содержится та неоднозначность, которая характерна для данного феномена. Во-первых, на сегодняшний день мы не можем однозначно отнести Тунгусское явление к порождениям неодоушевленной природы. Техногенная гипотеза остается вполне актуальной, а потому мы можем достаточно уверенно констатировать лишь то, что Тунгусский феномен не был создан человеком Земли. Во-вторых, если рассматривать Тунгусское событие как столкновение Земли с космическим объектом, то в земной истории найдется множество куда более крупных явлений этого класса, оставивших такие следы, как Аризонский кратер, Попигаийский кратер и т.д. Однако место Тунгусского метеорита (под таким именем этот феномен закрепился в русском языке) в общественном сознании и культуре гораздо значительнее, чем место многих существенно более грандиозных природных явлений. Таким образом, становится очевидным, что место, которое занимает Тунгусский метеорит (ТМ) в культуре и сознании людей во многих странах мира связано не столько с его объективными параметрами, сколько с целым рядом сопутствующих обстоятельств, прежде всего, со сложной вековой историей исследования этого феномена. Здесь мы попытаемся хотя бы отчасти отразить тот факт, что Тунгусский метеорит сегодня стал таким же элементом мировой культуры, как Бермудский треугольник, Маугли или Титаник. Во всех этих случаях, как и в случае с Тунгусским метеоритом, культура и общественное сознание использовали реальные явления для создания неких образов, приобретших со временем характер культурных архетипов, т.е. символов неких базисных понятий духовной культуры и искусства, не имеющих за частую к породившим их реальным явлениям практически никакого отношения. По этой причине мы не будем касаться отражения в литературе, художественной и научной, представлений о Тунгусском метеорите людей, прямо или косвенно занимавшихся исследованиями данного феномена.

Тему Тунгусского метеорита первыми среди художников начали осваивать литераторы. Начиная с 30-х годов XX века, писатели и поэты, в большей или меньшей степени, использовали Тунгусский метеорит и его поиски в качестве элемента сюжета стихов, рассказов, повестей и романов. Среди авторов, в произведениях которых упоминается ТМ, такие значительные писатели как Эдуард Багрицкий, Аркадий и Борис Стругацкие, Артур Кларк, Станислав Лем, Кир Булычев, Анатолий Рыбаков, Эдуард Лимонов, Владимир Сорокин. В целом достаточно непродолжительный поиск в Интернете позволил обнаружить около 40 различных художественных произведений на русском языке, в которых упоминается Тунгусский метеорит.

Можно выделить три этапа освоения данной темы отечественными литераторами. В довоенный период поводом для литературных произведений были реальные факты и события, связанные с Тунгусским феноменом. Примером литературы подобного рода является стихотворение Эдуарда Багрицкого «Исследователь», посвященное Л. А. Кулику, или роман И. Ковтуна «Сибирский аэролит».

Второй этап открыл А. Казанцев своим рассказом «Взрыв» в 1946 году. С этого времени до конца 80-х годов Тунгусский метеорит неизменно представлялся беллетристкой как инопланетный космический корабль. Вслед за А. Казанцевым эту идею использовали Станислав Лем в рассказе «Астронавты», Аркадий и Борис Стругацкие в повести «Понедельник начинается в субботу», Ю.Шпаков в повести «Кратер Циолковского» и др.

Начиная с 90-х годов, ТМ используется в литературе уже главным образом как некий символ, условное понятие, и в этом качестве ему придаются практически любые черты и свойства, удобные автору, в рамках того набора стереотипов, которые связаны сегодня в общественном сознании с выражением «Тунгусский метеорит».

В последние 10-15 лет началось достаточно широкое использование данного культурного архетипа прочими видами искусства, помимо литературы. Поиски в интернете дали следующие результаты. Удалось обнаружить пять песен (три эстрадные и две самодельные) и одну инструментальную композицию, посвященные Тунгусскому метеориту или упоминающие ТМ.

Три художественных сериала обратились к данной теме. Один из них, находящийся на стадии создания, носит название «Тунгусский метеорит». В нем команда, состоящая из молодых героев обоего пола, будет бороться за выживание в некоей экстремальной зоне, условно являющейся зоной падения Тунгусского метеорита. В знаменитом американском сериале «Секретные материалы» (X-fails) целая серия 4X09 Tunguska [Тунгуска] посвящена попыткам героев фильма получить вещество Тунгусского метеорита, добываемое советскими заключенными в лагере, построенном на месте падения ТМ. Оказывается, это вещество может быть использовано для создания вакцины от какой-то страшной болезни. Наконец, в сериале Д. Нагиева «Осторожно, Задов» главный герой, прапорщик Задов собирается ехать в Эвенкию раскрывать тайну Тунгусского метеорита.

За рубежом созданы три компьютерные игры. Одна из них называется «Тунгуска: Секретные материалы» и представляет собой квест, то есть приключения. Другая игра называется «Сибирский кон-

фликт: война миров», можно сказать, что она написана «по мотивам» знаменитой космодранской песни начала 60-х годов «На границе Марса с Альфой Эридана» и представляет собой стратегию. Наконец, в компьютерной игре «Империи: рассвет современного мира» (Empires: Dawn of the Modern World) Тунгусский метеорит используется как вид оружия.

На различных сайтах обнаружилось пять различных визуальных объектов (фотографий, фотомонтажей, компьютерных картин, этикеток), в названии и сюжетах которых использован Тунгусский метеорит. Тунгусскому явлению были посвящены марки и значки [Черников, 2005].

Рассмотрим основные смыслы и значения, которыми в настоящее время наделен Тунгусский метеорит как культурный архетип, наглядный символ целого ряда понятий. Наиболее часто ТМ используются в качестве иллюстрации следующих понятий и явлений

- великая загадка природы;
- неразрешимая проблема;
- символ угрожающей мощи природы;
- смертельная, но не реализованная угроза;
- вечная тема;
- явление, подвергающееся разнообразным и многочисленным толкованиям, часто не имеющим прямого отношения к самому явлению;
- символ столкновения Земли и человечества с внеземными силами,

и т.д. Проиллюстрируем этот список некоторыми цитатами.

Юна Мориц в интервью газете «Газета» так определяет отношения между поэтом и его читателями и интерпретаторами: «У поэта не бывает отдельно никакой "гражданской роли" и "философской роли", у него одна главная роль – быть поэтом. Кто-то будет потом приравнивать его слово к действию или к политическому высказыванию, подгоняя задачку под ответ, а кто-то – к философскому осмыслению и к диалогу с историей, а кто-то – к песне ямщика или к сновидениям по Фрейдю и Фукияме (конец истории!). Но к самому поэту все это имеет очень далекое отношение (а подчас и вовсе никакого) и добывается из его поэзии, прозы и биографии по мере потребностей злобы дня. За эти потребности поэт никакой ответственности не несет, он вообще – тунгусский метеорит и струнный инструмент». Очевидно, что для Юны Мориц в данном случае Тунгусский метеорит – символ «жертвы», явления, которому каждый приписывает те свойства, качества и смыслы, которые он видит в нем или хочет увидеть. [Ю. Мориц, Газета, 01.06.2004]

Далее несколько цитат, которые никаких комментариев не требуют. Во время обсуждения состояния русского рока на одном из интернет-сайтов была высказана следующая мысль: «Вот, говорят, что есть три неразрешимые загадки: тайна Тунгусского метеорита, тайна женской логики и тайна мужского идиотизма. Тунгусский метеорит к русскому шоу-бизнесу отношения не имеет. Все остальное, надо полагать, русский шоу-бизнес и есть» [<http://rock.samaratoday.ru/obsor/01-101.asp>].

Из обсуждения стихов некоего поэта Валерия Савина: «Перевели пару стихов, а шуму, как от Тунгусского метеорита» [<http://poezia.ru/article.php?sid=60432>].

Из работы, посвященной классификации вопросов: «**Вопрос на вечную тему.** Имеется ряд тем, вдохновляющих вопросников всех времен и народов. К ним относятся: солнце русской поэзии и солнце английской драматургии, олимпиады, високосные годы ... а также Ленин, Сталин и Тунгусский метеорит.» [Ю. Выменец. К вопросу о классификации вопросов. <http://www.chgk-library.narod.ru/vymenets.html>].

Из работы С. Чернышева и Л. Криворотова «Ленин и пустота»: «Известна великая загадка Тунгусского метеорита. Что-то там прилетело, ахнуло, хряпнуло, лес повалило насколько глаз хватает. <...>. И вот сотни и тысячи исследователей ... устремляются к эпицентру события и ищут, понятное дело, громаднейшую каменную... А обнаруживают в лучшем случае – когда болото просеяно через самые мелкосетчатые ситечки – какие-то сомнительные конкреции: то ли это комариный кал, то ли космическая пыль...» [С. Чернышев, Л. Криворотов. Русский журнал, 23.04.1999]

**Таким образом, следует считаться с тем, что Тунгусский метеорит будет и впредь постоянно использоваться в качестве сложного, многозначного образа графоманами от науки, популяризаторами науки, журналистами и художниками всех видов искусства. Причем попытки навязать общественности научное видение проблемы Тунгусского метеорита абсолютно бесполезны и не нужны, так как Тунгусский феномен как объект научного исследования и культурный архетип «Тунгусский метеорит» существуют параллельно и практически не пересекаются.**

Тунгусский метеорит являлся и продолжает оставаться одним из крупнейших и наиболее надежных информационных поводов. Не стоит забывать, что, практически, с первого дня Тунгусское событие достаточно регулярно и интенсивно освещалось газетами, а осенью 1928 года В. Сыгин спровоцировал целую газетную компанию, посвященную второй экспедиции Л. А. Кулика и проблемам, ее сопровождавшим. Сегодня русскоязычной поисковой системой «GoGo» было предложено 100872 документа и 6772 сайта, содержащих сочетание «Тунгусский метеорит», а англоязычной поисковой системой «Google» было найдено 111000 ссылок на сайты, содержащие сочетание «Tunguska meteorite». Среди них существует около десятка специализированных сайтов, посвященных этому явлению, многие из которых являются к тому же и полем для общения людей, интересующихся Тунгусским событием.

Наконец, можно напомнить, что за годы исследования Тунгусского метеорита были написаны многие сотни книг и статей, непосредственно посвященных этой проблеме, и сняты десятки фильмов на данную тему.

Тунгусский феномен породил также ряд процессов и явлений социального характера. Прежде всего, следует отметить, что проблема Тунгусского метеорита стала индикатором, очередной раз продемонстрировавшим ограниченность современной науки. Попытки разрешить проблему в рамках традиционных научных структур и подходов потерпели неудачу. Это обусловлено, во-первых, неприспособленностью узкопрофильных научных учреждений к решению сложных комплексных проблем, а во-вторых, превалированием аналитического подхода в современной науке и слабой ее готовностью к синтезу полученных частных знаний.

В этих условиях весь ход исследования ТМ привел к созданию такой уникальной организации как Комплексная самодеятельная экспедиция (КСЭ).

КСЭ как социальное явление обладает целым рядом выдающихся черт. Во-первых, внутри КСЭ сформировалась среда, требовавшая проявления всех сторон человеческой личности: физической выносливости, интеллекта и способности к сотрудничеству.

Во-вторых, достаточно длительное пребывание в данной среде неизбежно приводило и приводит к пробуждению творческих способностей человека. Практически, каждый член КСЭ, задержавшийся в организации более чем на год, подарил ей какое-либо художественное произведение, а несколько десятков человек начали жить полноценной творческой жизнью. В целом внутри КСЭ сформировалась полноценная многожанровая творческая среда.

В-третьих, КСЭ сложилась как самоорганизующаяся, полностью самоуправляемая система. Реальная демократия и свобода внутри КСЭ естественным образом порождали определенную иерархию, субординацию и дисциплину, абсолютно необходимые для выполнения исследовательской работы, особенно в экстремальных условиях эвенкийской тайги. Разноплановость работ, которые приходилось выполнять в рамках проводимых исследований, а также гибкая и подвижная система организации экспедиции позволяла найти свое место в КСЭ, практически, каждому, что позволило этой самодеятельной организации вовлечь в изучение ТМ за 50 лет существования более тысячи человек самых разных профессий, взглядов и способностей.

В-четвертых, КСЭ оказалась эффективной формой координации исследовательской работы людей разных профессий, проживающих к тому же в разных концах бывшего СССР. Эффективность КСЭ как научной организации подтверждается тем, что, практически, весь используемый сегодня первичный материал, все каталоги и многие интерпретации явлений, сопровождавших Тунгусское событие, являются продуктом деятельности КСЭ. Также об эффективности КСЭ говорит и то, что именно исследователи – члены самодеятельной экспедиции оказались способными осознать всю сложность и неоднозначность собранной к сегодняшнему дню информации, в отличие от узких профессионалов, проявляющих в последнее время заметный интерес к Проблеме.

***В рамках КСЭ специалисты и энтузиасты, со временем приобретавшие специальные знания и научный кругозор, ничуть не меньший, чем у профессионалов, дополняли и контролировали друг друга, формируя тот коллективный, объемный многоаспектный взгляд на Проблему, который не позволяет отбрасывать и не замечать факты и явления, которыми обычно пренебрегают узкие специалисты в силу своей профессиональной ориентированности.***

Кризис КСЭ, явственно обозначившийся сегодня в отсутствии притока молодых сил в организацию, обусловлен целым рядом причин социального, политического и экономического характера. Во-первых, в настоящее время КСЭ перестала быть островом свободы и гармонии в тоталитарной среде. При всем несовершенстве сегодняшнего политического режима, человек в современной России не сталкивается с тотальным программированием форм самореализации потенциала личности.

Во-вторых, именно молодежь сегодня вынуждена максимум усилий направлять на обеспечение основ будущей карьеры, что сужает возможность привлечения ее к исследованиям проблемы, требующей значительной самоотдачи.

Наконец, в-третьих, в 90-е годы, когда чисто экономические причины свели возможности для работы КСЭ к минимуму, экспедиция потеряла среднее звено, ту возрастную страту, которая, уже восприняв цели и дух организации, способна активно общаться с молодежью и представлять ей достоинства КСЭ на понятном для молодых языке. ***Представляется, что реальный потенциал КСЭ еще далеко не исчерпан, однако для восстановления постоянного притока свежих и молодых сил в экспедицию должна вестись целенаправленная и грамотная работа.***

#### Литература

**Карпунин, Г. Ф.** Литературно-этический аспект Тунгусских исследований. Фольклор и мифология КСЭ [Текст] / Г. Ф. Карпунин, В. М. Черников // Тунгусский вестник КСЭ. – 1999. – № 10. – С. 45-49.

**Черников, В. М.** Сувениры Тунгусского метеорита [Текст] / В. М. Черников // Тунгусский вестник. – 2005. – №16. – С. 69-72.

Ресурсы Интернет.

Художественные произведения, в которых упоминается Тунгусский метеорит

№ п/п	Название	Адрес в интернете
	<b>Литературные произведения</b>	
1	Багрицкий Эдуард. Исследователь. Стихотворение	
2	Булычев Кир. Девочка, с которой ничего не случилось. Рассказ.	
3	Кларк. А. Молот Господень. Фантастическая повесть	
4	Лем. С. «Астронавты» Фантастический рассказ	
5	Лимонов Эдуард. Тунгусский метеорит и человеческое семя (Лекция 18 из книги «Другая Россия»)	
6	Рыбаков А. Страх. Роман.	<a href="http://www.belousenko.com/books/RybakovA/rybakov_fear.htm">http://www.belousenko.com/books/RybakovA/rybakov_fear.htm</a>
7	Сорокин В. «Лед», «Путь Бро», «23000». Романы	
8	Стругацкие. А.и Б. Понедельник начинается в субботу. Фантастическая повесть	
9	А. Казанцев. Взрыв. Пылающий остров	
10	Чернобров В. Я слишком поздно понял, что дорогу мне преградил медведь. Фантастический рассказ	
11	Анекдот: Доренко ведет передачу: - Ровно 92 года назад в тайгу упал Тунгусский метеорит. Вроде бы Лужков здесь не причем... Да он всегда не при чем.	<a href="http://www.anekdot.ru/a/an0006/s000612.html">http://www.anekdot.ru/a/an0006/s000612.html</a>
12	Березин Андрей. Тунгусский метеорит. Рассказ.	<a href="http://magazines.russ.ru/zvezda/2006/9/be1.html">http://magazines.russ.ru/zvezda/2006/9/be1.html</a>
13	Велиханов Н. Тунгусский след. Фантастический детектив	
14	Десять дней. Рассказ.	<a href="http://www.neo-lit.ru/forprint.php?id=6412">http://www.neo-lit.ru/forprint.php?id=6412</a>
15	Изнанка. Юмористический рассказ.	<a href="http://www.xakep.ru/post/33567/default.asp">http://www.xakep.ru/post/33567/default.asp</a>
16	Ковтун И. Азиатский аэролит. Роман. (1931)	
17	Крылов Б. Полосатый спецназовец. Детективная повесть	<a href="http://ast.ru/item/83653/P/">http://ast.ru/item/83653/P/</a>
18	Кумыс. Рассказ	<a href="http://nagual.pp.ru/~brand/MZN/novost567.html">http://nagual.pp.ru/~brand/MZN/novost567.html</a>
19	Лившин Семен. Тунгусский потоп. // Вопр. лит. № 7, 1976, с. 303	
20	Лукин Евгений. Астральная история // Если, 2003, №10	<a href="http://esli.ru/rubrics/proza/20040826130127proza.html">http://esli.ru/rubrics/proza/20040826130127proza.html</a>
21	Лукич Зиновий. Аксель Иванович Берг как символ просвещенной молодежи. Рассказ.	<a href="http://www.litprom.ru/text_print.phtml?storycode=4654">http://www.litprom.ru/text_print.phtml?storycode=4654</a>
22	Лямкин Борис. Толкование Нострадамуса.	<a href="http://lemyakin.narod.ru/6nostradamus.htm">http://lemyakin.narod.ru/6nostradamus.htm</a>
23	Ляпунов Б.В. Из глубины вселенной. Рассказ	
24	Маранин Ю.А. Народный мудрость. Фантастический рассказ	<a href="http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=154380">http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=154380</a>
25	Никноев Синет «Выход». Рассказ.	
26	Петров. Фантастическая новелла.	<a href="http://isnik.narod.ru/dm/fant2/fant2_05.html">http://isnik.narod.ru/dm/fant2/fant2_05.html</a>
27	Самсонов Ю.. Эликсир Бреддисона или еще одна гипотеза. Фантастический рассказ.	
28	Сестра Жирного и тайна Тунгусского метеорита. Рассказ	<a href="http://dix.ru/86">http://dix.ru/86</a>
29	Сладкий Наум. Последняя загадка Тунгусского метеорита. Рассказ в жанре фэнтези	
30	Тайна библиотеки Ивана Грозного. Рассказ.	<a href="http://www.tbg-brand.ru/diaries/8110/2293.html">http://www.tbg-brand.ru/diaries/8110/2293.html</a>
31	Тунгусский «зал саркофагов». Рассказ	<a href="http://www.100velikih.com/view743.html">http://www.100velikih.com/view743.html</a>
32	Филенко Евгений. Галактический консул II. Эпицентр. Фантастический рассказ.	
33	Форест. А. Все тайны сразу. Повесть.	
34	Хрестоматия по ОБЖ : [сборник фрагментов литературных произведений русских и зарубежных писателей о поведении человека в экстремальных ситуациях]	
35	Хроники диверсионного подразделения.	<a href="http://sdokin.narod.ru/deversant.html">http://sdokin.narod.ru/deversant.html</a>
36	Чужие роли. Фантастико-юмористическая повесть	<a href="http://kontur.narod.ru/role.html">http://kontur.narod.ru/role.html</a>
37	Шарль С Патриков. Правнук Тунгусского метеорита. Стихотворение:	
38	Шпаков Ю. Кратер Циалковского. Повесть 1962	

39	Щербаков В. Тень в круге. Фантастическая повесть	
	<b>Музыкальные произведения</b>	
1	Бум-сеньорита. Композиция группы БандЭрос	<a href="http://www.miditext.ru/lyrics/ru/04/bum.html">http://www.miditext.ru/lyrics/ru/04/bum.html</a>
2	Вадим Егоров. Песенка-побасенка, или Новая гипотеза о происхождении тунгусского метеорита	
3	Валерий Кузнецов. Песня о тунгусском метеорите.	<a href="http://geo.com.ru/bards/Kuznecov_V/part55.htm">http://geo.com.ru/bards/Kuznecov_V/part55.htm</a>
4	Могилко Александр. Тунгусский метеорит. Инструментальная композиция	<a href="http://www.realmusic.ru/albums/7229">http://www.realmusic.ru/albums/7229</a>
5	Тунгусский метеорит. Композиция группы «Соломенные еноты».	<a href="http://enoty.lenin.ru/lirics.htm">http://enoty.lenin.ru/lirics.htm</a>
	Тунгусский метеорит. Композиция группы «Stop-cadr»	<a href="http://www.miditext.ru/lyrics/ru/04/bum.html">http://www.miditext.ru/lyrics/ru/04/bum.html</a>
	<b>Художественные сериалы</b>	
1	Тунгусский метеорит. Художественный сериал	<a href="http://ruskino.ru/mov/10584">http://ruskino.ru/mov/10584</a>
2	Секретные материалы. Тунгуска. 4-й сезон, серия 9. (X-fails. 4X09 Tunguska)	
3	Дмитрий Нагиев. Осторожно, Задов! Телевизионная комедия.	<a href="http://www.petershop.com/catalogue/vidiodvd/dmitriy-nagiev/ostorozhno-zadov-ili-pohozhdeniya-praporschika-disk-1.html">http://www.petershop.com/catalogue/vidiodvd/dmitriy-nagiev/ostorozhno-zadov-ili-pohozhdeniya-praporschika-disk-1.html</a>
	<b>Компьютерные игры</b>	
1	Тунгуска: секретные материалы	<a href="http://www.ag.ru/screenshots/secret_files_tunguska/p2">http://www.ag.ru/screenshots/secret_files_tunguska/p2</a>
2	Empires: Dawn of the Modern World.	<a href="http://lki.ru/games.php?Game=EmpiresDOTMW">http://lki.ru/games.php?Game=EmpiresDOTMW</a>
3	Сибирский конфликт: война миров	<a href="http://pc.ogl.ru/game/read/1021975399">http://pc.ogl.ru/game/read/1021975399</a>
	<b>Фотографии и изобразительное искусство</b>	
1	Типа Тунгусский метеорит. Картина	<a href="http://www.anykey.itkm.ru/gallery/details.php?image_id=5376">http://www.anykey.itkm.ru/gallery/details.php?image_id=5376</a>
2	Тунгусский метеорит, не иначе. Видеоиллюстрация на сайте «Ведьмак».	<a href="http://www.witcher.net.ru/modules.php?name=Gallery&amp;pg=Show&amp;id=21&amp;page=1">http://www.witcher.net.ru/modules.php?name=Gallery&amp;pg=Show&amp;id=21&amp;page=1</a>
3	Тунгусский метеорит. Фотография	<a href="http://foto.ionflux.ru/foto/1525769.htm">http://foto.ionflux.ru/foto/1525769.htm</a>
4	«Бангкокский лесоруб эффективнее тунгусского метеорита» – рецензия на рекламный щит в защиту лесов.	<a href="http://www.e-generator.ru/news/?news_id=10274">http://www.e-generator.ru/news/?news_id=10274</a>
5	Водка «Тунгусский метеорит»	<a href="http://www.kp.crimea.ua/newspaper_details.php?site_menu_id=1&amp;newspaper_calendarDate=1998-12&amp;newspaper_id=2117">http://www.kp.crimea.ua/newspaper_details.php?site_menu_id=1&amp;newspaper_calendarDate=1998-12&amp;newspaper_id=2117</a>
6	Марка 1958 г.	<a href="http://arfon.narod.ru/01/paleo-m5.htm">http://arfon.narod.ru/01/paleo-m5.htm</a>

Г. С. БЕЛИМОВ (г. Волжский)

### НООСФЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ЗАГАДКИ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

Оглядываясь на долгий – уже считаем – 100-летний период загадки под названием «Тунгусская катастрофа», она же «Тунгусский метеорит», мы не можем не воздать должное исследователям этого необычного и удивительного планетарного феномена. За многие десятилетия изучения проблемы ТМ организация добровольных исследователей – Комплексная Самодеятельная Экспедиция (КСЭ) – сама уже стала уникальным явлением, достойным как научного анализа и эмпирического обобщения, так и, по возможности, методологического подражания. Однако по части подражания тут же возникают сомнения: а есть ли в современном мире столь же привлекательные задачи с далеко идущими перспективами, которые обеспечили бы на долгие годы такой же острый и непреходящий интерес, какой вызвала катастрофа в сибирской тайге? Ведь происшествие было из ряда вон. Его ни с каким процессом, ни с событием, ни с состоянием просто и однозначно не отождествишь. При любом раскладе оно явно выходит за рамки этих определений. В феномене ТМ заключено что-то другое, мягко говоря, странное. *Странность* – вот наиболее близкое ощущение, которое вызывает у пытливых умов взрыв на Тунгуске. И в этом ощущении, думается, заключена сильнейшая мотивация – разгадать ТАЙНУ. Тем более, что подспудно, хоть и не в ряду первых целей, эта тайна пересекается с увлекательнейшей идеей – поиском внеземных цивили-

лизаций (ВЦ). Мы не одни во Вселенной – вот в чем, пожалуй, заключен главный стимул для многолетнего и неустанного поиска.

Есть ли в нынешнем мире странности и цели, сравнимые с загадкой ТМ?

Многие, конечно, скажут – «Есть!» – и сразу назовут пару десятков научных проблем, начиная с загадочных свойств воды, поиска альтернативных источников энергии, и заканчивая физикой вакуума и реальностью Тонкого мира. Сюда же добавится поиск легендарных Шамбалы и русского Беловодья, открытие цивилизации Гипербореи или следов Атлантиды...

Словом, задач интересных немало... – но вот романтики в них подчас не достает. А это, оказывается, немаловажный фактор для некоей породы особых людей. Тунгуска всех их объединила и повязала единой судьбой поисковиков. Сверхзадача, оказывается, очень и очень важна. Взять, к примеру, более приземленную цель, которую ставили перед собой сотрудники КМЕТ, – поиск метеоритного или кометного вещества. Надолго «метеоритчиков» не хватило: несколько экспедиций, и их энтузиазм остыл. Нет, не оказалось у них того сверхстимула – одним метеоритом больше, одним меньше, стоит ли маяться в глухой тайге, вдали от цивилизации, среди болот и полчищ гноса? Конечно, приземленная задача – найти метеоритное вещество – не идет ни в какое сравнение со сверхзадачей: доказать существование ВЦ.

В этой сверхзадаче – поменять мировоззренческие установки и концепции земного человечества, его науки – заключается, на наш взгляд, *ноосферный характер* проблемы Тунгусского пришельца. Расширить наши знания, почерпнуть новые их запасы из накопленных природой и разумом прошлых цивилизаций в ноосфере – вот смысл подвижничества КСЭ, которую справедливо называют научно-исследовательским институтом на добровольных началах. Писатель Александр Казанцев и его рассказ-гипотеза «Взрыв» дали увлекательную интригу научному поиску следов внеземной цивилизации в сибирской тайге. Его догадка породила импульс ноосферного свойства – интерес к новым нетрадиционным идеям о Земле, Вселенной и общем мироустройстве.

Закономерности появления подобных идей составляют предмет гносеологических изысканий. Периоды количественного накопления фактов и информации чередуются с периодами качественных изменений, когда меняется подход к изучению природы, и заново пересматриваются, казалось бы, давно устоявшиеся представления. Таким прорывом в научном осмыслении мироздания в свое время было сочинение Николая Коперника «Об обращении небесных сфер», в котором ученый-«еретик» всего лишь на 7-8 фактах, не находивших разумного объяснения в рамках Птолемеевой геоцентрической модели мира, перевернул традиционные космологические воззрения древнегреческих философов, неизбежно просуществовавшие более двух тысячелетий. Не количество, а качество фактов произвели настоящую революцию в познании и породили, а затем и узаконили, новую научную парадигму [Белимов, 1999, С. 201]. В результате Земля была признана шаром, вращающимся вокруг Солнца, а не плоскостью, покоящейся в центре мироздания. И это открытие двинуло многие земные науки вперед, убрало сдерживающие преграды в умах людей.

Точно так же последователи А. Л. Чижевского, например, обнаружили зависимость появления крупных научных открытий с циклами солнечной активности. То есть, можно прийти к выводу, что генерация новых идей нередко определяется некоей космофизической причиной, и человеческий мозг способен к взаимодействию с ноосферными знаниями по нетрадиционным каналам передачи информации вселенского, космического масштаба, когда в этом появляется насущная необходимость или приходит время [Дмитриевский, 2002, С. 149]. Однако первоначальный толчок к смелым или даже революционным идеям должны дать и дают подчас весьма неординарные события.

Для российских исследователей это были «Тунгусский пришелец» и в какой-то степени – гипотеза А. Казанцева о взрыве в атмосфере Земли инопланетного корабля. С этих фактов в России обозначилась научная проблема поиска внеземных цивилизаций, фиксации аномальных явлений (АЯ) и исследования множества других феноменов, не находивших убедительного объяснения в рамках традиционной науки.

Исторической заслугой КСЭ является, на наш взгляд, то, что эта неформальная организация объединила ученых и специалистов самых разных профилей и научных приоритетов, поскольку со временем выявился не просто многофакторный, но и мультидисциплинарный характер Тунгусской катастрофы. То есть в изучении феномена ТМ нашлась возможность для применения знаний и исследовательских навыков десяткам различных специалистов из многих отраслей науки. И большинство исследований выполнено на высоком профессиональном уровне – тому свидетельством многочисленные статьи и сборники по проблематике ТМ и несколько диссертаций.

В этом массиве новых полученных знаний также легко разглядеть ноосферную компоненту общепознавательного процесса.

Одним из важных шагов в начальной стадии исследования проблемы ТМ, думается, стал принятый экспедицией Л. А. Кулика и другими исследователями (А. В. Вознесенским, С. В. Обручевым, И. М. Сусловым и др.), а позднее, в 1959-1980 гг., – членами КСЭ, опрос очевидцев. В нем участвовали многие «кешники», внесшие свой существенный вклад в методику опросов и фиксацию полученных сведений. Именно от очевидцев впервые выяснились такие нехарактерные для пролета обычного метеорита детали, как длительность явления, разница в восприятии траектории «пришельца», наличие нескольких воздушных взрывов и их сила, последствие вторжения неизвестного тела в небе на большом удалении от эпицентра катастрофы и другие особенности. Некоторые из них настолько «выпадали» из

общепринятой картины падения метеоритных тел, что у ряда исследователей возникал соблазн «не замечать» или упускать из рассмотрения особо «неудобные» сообщения. Но они же, эти свидетельства, вызвали интерес к проблеме у многих других исследователей, изначально далеких от метеоритной версии, зато склонных видеть в тунгусской катастрофе проявление совсем иных природных процессов.

В 1981 году в Томском государственном университете был создан труд, хранящийся ныне под грифом ВИНТИ, – «Показания очевидцев Тунгусского падения» под авторством Н. В. Васильева, А. Ф. Ковалевского, С. А. Разина, Л. Е. Эпиктетовой. В нем приведены более 700 показаний свидетелей события 1908 года, собранные со всей скрупулезностью и тщательностью. Сегодня очевидна уникальность данного труда: подобным документом не сопровождается ни одно более-менее заметное природное или техногенное явление не только в России, но, пожалуй, и в мире. Однако помимо познавательной ценности, данная работа несет и серьезную методологическую нагрузку. Впервые в практике научных исследований СССР был разработан, апробирован и реализован блок критериев, позволяющих относиться к этому разнородному массиву данных как к вполне релевантному и валидному комплексу характерных особенностей ТМ. Однако и это не все. Спустя годы эта же методика опроса очевидцев была взята на вооружение и поныне широко используется исследователями, область научных интересов которых связана с непериодическими быстропротекающими явлениями в окружающей среде. Сюда входят многие виды атмосферных явлений природы, полеты неопознанных летающих объектов, фиксирование шаровых молний и «кругов на полях», полтергейстные ситуации, а также иные малоизученные явления. Подобные феномены реальны, нередко оставляют зримые следы, и то, что они не отвечают критерию повторяемости, не должно, думается, служить основанием для исключения их из круга научных интересов. Хотя подчас именно так и происходит.

Автор в своей исследовательской практике широко использует методику опроса очевидцев явлений метафизического характера, дополнив методологию КСЭ рядом компонентов, имеющих целью главным образом углубление опроса по теме, тотальность вопросов и, безусловно, знание темы. Пока подобная практика оправдывала себя. Поэтому в случае быстропротекающих непериодических явлений с малодостоверными показателями, размытыми сведениями или противоречивыми свидетельствами работа с очевидцами стала необходимым и действенным инструментом исследований. Без этого картина многих резонансных событий в аномальных зонах страны и в ее регионах, в части, изучения феноменов природы была бы слишком фрагментарной и поверхностной. Без опроса очевидцев или прямых участников событий подчас невозможно было бы успешно классифицировать и систематизировать явления, имеющие случайный или даже иррациональный характер. В отсутствии или при несовершенстве технических средств, позволяющих осуществлять фиксацию запредельного для человеческого глаза спектрального диапазона или тонкоматериальных структур, свидетельства очевидцев нередко являются единственно возможными следами-маркерами произошедшего события. Отказываться от подобного опыта исследовательской практики при изучении ряда явлений и феноменов – значит расписываться в несостоятельности науки. Совершенствовать, дополнять и расширять научный инструментарий – вот актуальная задача для будущих поколений естествоиспытателей.

В дальнейшем, произойди на Земле событие, равнозначное ТМ или пусть даже значительно уступающее ему, опрос очевидцев должен стать первым, что должно предпринять научное сообщество. В этом смысле падение Витимского болида в Иркутской тайге в сентябре 2002 года уже вобрало полезный опыт КСЭ: опросы были проведены сразу же по свежим следам. Другое дело – возьмет ли кто-нибудь на себя труд собрать воедино все свидетельства или они навсегда исчезнут в частных архивах? Похоже, государственным структурам такая предусмотрительность по-прежнему чужда.

Но на самом деле, были ли еще сравнимые с ТМ поисковые задачи?

По масштабности исследований, пожалуй, нет. Здесь ситуация, повторяем, уникальная, и зависит она от лидеров, от состава и качества людей, взявшихся за разгадку «Тунгусского дива». Но, помнится, немалый интерес в свое время вызвала гипотеза С. В. Обручева о земле Санникова, затерявшейся в арктических просторах; длительное время будоражила общественность загадка озера Лох-Несс; по-прежнему привлекает внимание энтузиастов феномен «кругов на полях». Кроме того, есть таинственные геоглифы в пустыне Наска, есть загадки земных аномальных зон, «Окуневский ковчег» в Сибири, «снежный человек», «сумасшедшая» идея о пустотелой Земле и т.д. И, конечно, головоломной проблемой остались для людей грандиозные пирамиды, обнаруженные не только в Египте, но и во многих других частях света. По каждой из этих проблем организовывались и организуются экспедиции, есть свои энтузиасты-исследователи, есть определенные достижения... и все же они несопоставимы с тем, что осуществила за последние 50 лет КСЭ.

Появились ли в истории российской науки аналоги, подобные КСЭ? С некоторыми допущениями, можно сказать – да. И первопроходцем-организатором такого союза вновь, как ни удивительно, стал писатель-фантаст Александр Петрович Казанцев. Речь идет об общественном научно-исследовательском объединении «Космопоиск» – организации, объединившей более сотни исследовательских групп по всей России и СНГ, а с 1997 года включающей еще и десятки зарубежных отрядов. Именно Казанцев придумал столь привлекательное название организации, определил основные направления ее деятельности – поисковые экспедиции – и с 1980 года, благодаря энтузиазму и организаторским способностям писателя В. А. Черноброва, эта организация активно действует и развивается. В числе первых кураторов «Космо-

поиска» следует назвать космонавтов Г. Т. Берегового, Г. М. Гречко, ученого А. Б. Минервина и других известных и достойных людей.

В этой связи уместно заметить, что и Волжская группа по изучению аномальных явлений своим рождением в 1989 году в немалой степени обязана трем экспедициям волжских туристов-поисковиков в район падения ТМ в 1985, 1987 и 1988 гг., в которых принимал участие, в том числе, и автор статьи. Лично я стал целенаправленно заниматься исследованиями аномальных явлений именно благодаря приобщению к исследовательской деятельности в 27-й экспедиции КСЭ в 1985 году. Сегодня вполне четко я отдаю себе отчет в том, что месяц, проведенный в эвенкийской тайге в эпицентре взрыва, стал для меня своего рода «малым университетом», приобщением к огромному пласту нетрадиционных и эзотерических знаний, о которых в то время почти ничего не говорилось ни в университетских аудиториях, ни даже в открытой печати. Насколько было «перепажано» мое материалистическое сознание, можно судить лишь по тому факту, что почти два года я не мог написать очерк-отчет об экспедиции, хотя поехал туда с изначальной целью как журналист и корреспондент местной городской газеты. Пока многое из почерпнутого в тайге не разложилось, условно говоря, «по полочкам», пока многое новое не осмыслилось и не призналось в качестве «невероятной реальности» – никаких однозначных выводов сделать не получалось.

Правда, и учителя у начинающего исследователя были замечательные, и их следует назвать поименно. Это: Виктор Черников, Валерий Кувшинников, Борис и Виктория Бидюковы, Александр Блинов, Борис Трубецкой, Людмила Овчинникова, Татьяна Менявцева и другие. Были встречи с Н. В. Васильевым, Г. Ф. Плехановым и А. П. Бояркиной, переписка с А. Н. Дмитриевым и В. К. Журавлевым. Наконец, было участие в научной конференции в Красноярске, посвященной 80-летию ТМ... По сути, было вхождение в зону воздействия и интересов целого направления исследователей загадки ТМ, незатейливо называвших себя в обиходе «космодранцами».

Словом, толчок был дан тогда, еще в 80-е годы прошлого столетия, а сегодня себе в заслугу автор может поставить тот факт, что одному из первых в стране ему удалось ввести в курс обучения высшей школы – в Волжском гуманитарном институте, филиале Волгоградского государственного университета – дисциплину «Нетрадиционные и поисковые концепции в естествознании», которая во многом посвящена метафизическим проблемам мироздания и биоэнергоинформатике [Белимов, 1998]. Курс читается на специальности «экология и природопользование» уже в течение 11 лет.

Думается, в этом тоже находит отражение ноосферная составляющая новых знаний, порожденных исследованием феномена ТМ, которая расширяет горизонты человеческого познания о мире.

### Литература

**Белимов, Г. С.** Нетрадиционные и поисковые концепции в естествознании [Текст] : учеб.-метод. пособие / Г. С. Белимов. – Волгоград, 1998. – 116 с.

**Белимов, Г. С.** Проявление иных миров в земных феноменах [Текст] : моногр. / Г. С. Белимов. – Волгоград, 1999.

**Дмитриевский, И. М.** Фундаментальная роль реликтового излучения Вселенной [Текст] / И. М. Дмитриевский // Материалы Второй Российской междисциплинарной научной конференции «Этика и наука будущего. На пути к духовно-экологической цивилизации». – М., 2002.

О. Г. ЛИТВИНОВА (Томск)

### КУЛИКОВСКИЙ МУЗЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС

*Дипломный проект: «Концепция Биосферного резервата «Тунгусские геостроблемы»  
Проект реставрации экспедиционной базы Л. А. Кулика на территории ГПЗ «Тунгусский»  
Руководитель проекта Л. С. Романова, главный инженер Е. Н. Колокольцева,  
научный консультант Дж. Ф. Анфиногенов*

30 июня 1908 г. в междуречье Подкаменной Тунгуски и Чуни произошло столкновение космического тела с планетой Земля, оставившее множество ран на теле планеты (геоастроблемы).

Актуальность выбранной темы проекта обусловлена отмечаемым летом 2008 г. столетием со дня Тунгусской катастрофы. А также проблемами сохранности и устойчивого развития территории, хранящей информацию о событии, которое до сих пор изучают ученые всего мира.

Обследуемая территория площадью в 1500 тыс. Га (12 % территории Эвенкийского муниципального района и 0,4 % территории Российской Федерации), включает Государственный Природный Заповедник (ГПЗ) «Тунгусский», который осуществляет охранную функцию лишь на территории в 300000 Га. Общая численность населения 3655 человек, из них 480 эвенков, сосредоточено в четырех населенных пунктах: пос. Ванавара, пос. Муторай, пос. Оскоба, пос. Стрелка Чуны.

Представленная работа выполнена на основании:  
- ранее проведенных исследований характера, обстоятельств и последствий Тунгусского События 1908 г.;  
- результатов изучения этнографии и геологии исследуемой территории;  
- **впервые** проведенных автором проекта (совместно со студенткой V курса Чичиной Ю. Н. и преподавателем-стажером кафедры РиРАН ТГАСУ Хамматовым А. Н.) в июле-августе 2006 г. исследования состояния музейного комплекса «Заимка Кулика».

**Дипломная работа состоит из двух частей:**

I. Предложения по сохранению и использованию территории, подвергшейся влиянию обстоятельств Тунгусской катастрофы – концепция.

II. Проект сохранения и использование конкретного объекта – «Заимки Кулика», выполняемого по заказу ГПЗ «Тунгусский».

Для целостности восприятия дипломной работы, представлявшей комплексный проект, кроме 14 планшетов 1×1 м Литвиновой О. Г., экспонируется также проект Чичиной Ю. Н. «Реставрация и приспособление кордона «Пристань» (кордон расположен на территории резервата и включен в предлагаемый туристический маршрут, как объект экспозиции).

**В проекте разработаны разделы:** Охрана памятников, Архитектурно-планировочный, Инженерная реставрация, Сметная документация проекта.

На основании изучения и анализа ценностных характеристик обследуемой территории в процессе проектирования были выявлены основные ее ценности: *экологическая, историческая, социокультурная, научная, познавательная.*

Изучение и анализ существующих видов охраны территории и их особенностей – Музеев под открытым небом, Заповедников, Уникальных территорий, Резерватов – позволил сделать вывод, что наиболее подходящей в данном случае формой охраны является **Биосферный резерват.**

Биосферный резерват выполняет три взаимодополняющие функции: *охранную, социального и экономического развития, научно технического обеспечения.*

Предлагаемое функциональное зонирование Биосферного резервата включает в себя три основных элемента:

1. **Основную территорию-Ядро ГПЗ «Тунгусский»**, которая пользуется долгосрочной защитой, позволяющей сохранять биологическое разнообразие и деятельность в области науки и образования.

2. **Четко определенную Буферную зону**, режим которой предполагает ведение хозяйственной деятельности, не нарушающей сохраняемые экосистемы, то есть традиционное природопользование. Наряду с этим, особое внимание уделяется уже закрепленным за местными жителями охотугодиям, которые рекомендуется сохранить за их владельцами. Это также территория экологического и социокультурного мониторинга, осуществляемого при поддержке и участии местного населения.

3. **Переходную зону (Транзитную)** – зону смешанной деятельности, включающую также нетрадиционные виды хозяйственного освоения. Здесь же ведутся научные исследования.

Наличие различных ценностей, изучаемой территории, ее сохранение и развитие в форме резервата являются хорошей базой для развития туризма.

Анализ этой области человеческой деятельности позволил автору выделить основные перспективные направления туризма на территории, связанной с падением «Тунгусского метеорита» – научный и познавательный. Автором разработан туристический маршрут на территории Биосферного резервата **«Тунгусские геоастрономы».**

**Территория базы «Заимка Кулика»**, входящей в состав ГПЗ «Тунгусский», представляет собой подножие горы, окруженное с юго-запада Южным болотом.

На окраине болота устроен колодец и мост. Колодец – небольшой сруб на месте родника, со временем опустился ниже уровня доступной поверхности. В той же стороне устроен мусоросборник.

Все постройки деревянные одноэтажные и выполняли различные функции. «Командорка» предназначалась для Л. А. Кулика – первого исследователя Тунгусского феномена и основного научного состава полевых экспедиций. В «Рабочей» избе жили нанятые экспедицией местные жители. В «Кузне» сначала была устроена лаборатория, а затем она использовалась как кузница. Лабазы использовались для хранения провизии. На Суловской воронке располагалась Буровая изба для возможности проводить исследования зимой.

Примечательно то, что при постройке использовался так называемый «катастрофный лес», то есть деревья, пережившие Тунгусскую катастрофу. Их особенность в том, что они подверглись мгновенному высокому термическому воздействию.

**Основная ценность построек – историческая и материальная.**

Их первоначальный облик изменился незначительно: утрачены наличники, частично утрачено внутреннее убранство. Все работы по ремонту сооружений Заимки проводились самими исследователями, что повышает их историческую ценность.

К основным **проблемам**, влияющим на техническое состояние, следует отнести:

- активные биопоражения на всех объектах,
- деформация срубов,

- постоянное намокание окладных венцов,

*Стропильная система находится в аварийном состоянии и требует немедленной замены.*

Изучение и анализ исторических данных, материалов натурного обследования обусловили выбор **метода реставрации – консервация с элементами реставрации.**

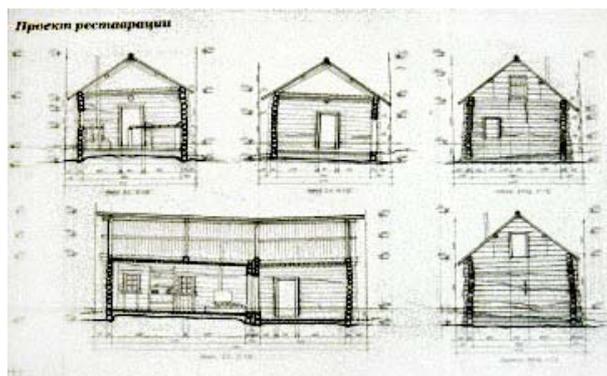
**Проектом предлагается:**

1. Выполнить дренаж вокруг всего комплекса.
2. Укрепить стены с заменой верхних и окладных венцов на Командорской и Рабочей избах.
3. Произвести замену всех элементов крыши, произвести замену перекрытий.
4. Выполнить укрепление внутри Рабочей избы с целью предотвращения деформации и дальнейшего разрушения сруба, произвести замену окладного венца на западном фасаде.
5. Заменить опорную систему Лабаза.
6. Произвести мероприятия по консервированию остатков Кузни и выполнить строительство защитной конструкции на зимний период.
7. Произвести, необходимое в данном случае, антисептирование древесины, биоцидную обработку, а также включить обработку антипиренами всех конструкций на всех объектах.
8. Выполнить мероприятия по предотвращению возгорания объектов.

**Проектом рекомендуется сохранить функциональное использование экспедиционной базы Л. А. Кулика.**

Решением ГАК по специальности 270303 от 22 июня 2007 г. проект *рекомендован к реализации.* В преддверии Столетнего юбилея Тунгусского события 1908 г. Администрацией Красноярского края решается вопрос о мерах по сохранению Куликовского музейного комплекса на территории ГПЗ «Тунгусский».

На XVI международном конкурсе лучших дипломных проектов 2007 г. в Вологде проект удостоен диплома первой степени и диплома Союза Архитекторов Москвы.



Фрагменты планшета реставрационного проекта

## ЛИРИКА «ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА»

*Отклик Тунгусского События в социокультурной среде многолик. Своеобразное отражение можно увидеть в художественном творчестве участников КСЭ. Особенно ярко это проявляется в тунгусской поэзии. Стихи, поэмы, баллады, песни классиков тунгусского фольклора – Геннадия Карпунина, Дмитрия Дёмина, Виктора Черникова, Владимира Воробьева – составляют золотой фонд КСЭ.*

*Неувядающий «аксакал» Виктор Моисеевич Черников, и в XXI веке регулярно посещающий район Катастрофы, продолжает радовать нас новыми шедеврами. Диапазон творчества тунгусского барда чрезвычайно широк – от философских осмыслений космического масштаба до проникнутых тонким юмором и дружеской теплотой бытописаний «космодранской» жизни. Ниже мы помещаем два образца его творчества, как раз расположенных на полярных границах этого диапазона.*

**Виктор  
Черников**



### ВЕЛИКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ МАРСА 2003 ГОДА

*Виктору Журавлеву*

Был август. Тишина. Покой.  
Кончалось северное лето,  
Когда над Катангой-рекой  
Взошла соседняя планета.

Вершины сосен и берез  
Она вначале задевала,  
Но прорвалась и среди звезд  
Багровым светом воссияла.

Бывает, раз в полсотни лет  
В тиши космических просторов  
Планеты наши тет-а-тет  
Сближаются для разговоров.

И говорят во тьме ночной  
Они о тайне звездолета,  
Что заблудившись над Землей,  
Упал в тунгусские болота.

А может, речь ведут о том,  
О временах давно забытых,  
Когда взорвался Фэзтон,  
Сойдя с назначенной орбиты.

Он был своим в семье планет,  
Да только жить хотел без правил,  
И сам погиб, и столько бед  
Другим планетам он оставил.

А мы теперь который год  
В тайге, под флагом Фаррингтона,  
Пропавший ищем звездолет  
Или осколки Фэзтона.

Костер на берегу реки,  
Туман внизу, белее снега,  
И наши спальные мешки  
Уже готовы для ночлега.

И в целом мире мы одни  
Среди тайги во мраке ночи,  
Где звезды – руку протяни  
И выбирай, какую хочешь.

Так отчего же мы молчим  
И вдаль глядим, где над тайгой  
Среди созвездий млечный дым  
И Марс – кровавою звездой.

А поутру в глухой туман  
Уйдем туда, где тайна скрыта,  
Последние из могикан  
Тунгусского метеорита.

Я знаю, срок мой недалек,  
Но мир еще и мил, и сладок  
От неизведанных дорог  
И неразгаданных загадок.

...Костер на берегу угас,  
И темнота, но до рассвета  
В ночной тиши сияет Марс –  
Багрово-красная планета.

15.02.2007

## БАЛЛАДА О ПИРОЖКАХ

*Светлане Журавлевой*

Когда в Страну Бурундуков  
Друзья нас дружно провожали,  
Мешок румяных пирожков  
Вы нам вручили на вокзале.

Они с печенкою внутри,  
И так смотрелись аппетитно.  
Мы ели их по два, по три,  
И было здорово и сытно.

И кто ж придумал пирожки?  
Его судьба во мраке скрыта.  
Я не нашел о нем строки  
У Геродота и Тацита.

Рычаг придумал Архимед  
И Землю повернуть пытался,  
Все потому, что на обед  
Он пирожками заправлялся.

Через года, через века  
В одном старинном фолианте,  
Рецепт нашел я пирожка,  
Составленный во время Данте.

Он был не длинен, десять строк,  
Я перевел его с латыни  
И как заученный урок,  
Его запомнил и доньне.

Простые, вроде бы слова,  
И удивлять народ мне нечем.  
Берешь муку, несешь дрова,  
На мясорубке крутишь печень.

Добавить жареный лучок,  
По вкусу – тертую морковку.  
Лепи из теста пирожок  
И отправляй скорей в духовку.

Но вот еще один момент,  
И я от вас его не скрою,  
Есть самый важный компонент,  
А без негостряпня – пустое.

Будь ты хоть повар-грамотей,  
Весьма умелым и искусным,  
Коль нет любви в душе твоей –  
Так пирожок не будет вкусным.

Но в пирожках из Ваших рук  
Все компоненты были в норме.  
И был прекрасен сей продукт,  
По содержанию и форме.

Сначала полон был мешок,  
А было их в мешке не мало,  
Но пирожок, да пирожок –  
Их по дороге убывало.

Мешок был пуст почти, но вот  
Я поступить не мог иначе:  
Когда грузились в вертолет,  
Я пирожок один *зачастил*.

Его я съел в вечерний час  
На берегу таежной речки.  
В своих мечтах я видел Вас  
Со сковородкой возле печки.

И спорить я с любимым готов,  
И даже драться на дуэли,  
Вы – королева пирожков,  
Талант и гений в этом деле.

Я песню звонкую пою,  
В ней Королеву прославляю.  
И низко лысину свою  
Пред Королевою склоняю!

18.07.2007  
ГПЗ «Тунгусский»  
Кордон «Пристань»

*Б. Р. Герман, работая долгое время в Германии, осуществил по просьбе коллег, занимающихся Тунгусской проблемой, поиск исходных публикаций по т.н. «Эффекту Вебера». Ниже мы публикуем его сообщение.*

**К «ЭФФЕКТУ ВЕБЕРА»**

**1. Astronomische Nachrichten, 1908, Band 178, s. 239.**

Von Herrn Prof Dr.L. Weber, Kiel, Physikalisches Institut der Universität, 1908 Juli 11.

„Die photographisch registrierten Kurven der magnetischen Deklination haben im Laufe der letzten 14 Tage keine derartigen Störungen gezeigt, wie sie die gewöhnlichen Begleiterscheinungen des Nordlichtes sind. Es mag aber bemerkt werden, dass mehrmals und zwar jedesmal während mehrerer Stunden kleine regelmäßige unausgesetzte Schwingungen von etwa 2' Amplitude und 3<sup>m</sup> Periode beobachtet wurden, welche nicht auf sonst bekannte Ursachen (wie z. B. Straßenbahnstörungen) zurückgeführt werden konnten. Diese noch unaufgeklärten Störungen fanden statt:

Juni 27-28	6 <sup>h</sup> p. m.	bis 1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> nachts
28-29	desgleichen	
29-30	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	bis 1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> nachts

**ПЕРЕВОД :**

**1. Журнал «Астрономические новости», 1908, т. 178, с. 239.**

От проф. доктора Вебера, г. Киль, Физический институт университета, 1908, июль, 11.

«Фотографически регистрируемые кривые магнитного склонения на протяжении последних 14 дней не показывали никаких возмущений, обычно сопровождающих полярное сияние. Но хочется отметить, что несколько раз и к тому же на протяжении многих часов постоянно наблюдались небольшие регулярные и непрерывные колебания 2-мин. амплитуды и 3-мин. периода. Эти колебания нельзя приписать никаким известным причинам (как, например, возмущениям при движении трамваев). Эти еще необъясненные возмущения происходили:

Июнь 27-28	6 <sup>h</sup> p. m.	до 1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ночи
28-29	то же, что выше	
29-30	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	до 1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ночи

**2. Nature, 1908, July 30, p. 305.**

Prof. Weber, of Kiel University, reports that no marked, irregular oscillations, of the magnets were registered, but from June 27 – 30 small regular oscillations of 2' amplitude and 3m. period were observed at intervals, and were not ascribable to any recognized cause.

**ПЕРЕВОД :**

**2. Журнал «Nature», 30 июля 1908, с. 305.**

Проф. Вебер из Кильского университета сообщает, что не регистрировал нерегулярных магнитных осцилляций, но с 27 по 30 июня были слабые регулярные осцилляции с 2-мин. амплитудой и 3-мин. периодом (наблюдаемые с интервалом), приписать которые нельзя никаким известным причинам.

Dr. Boris German

Freiburg, 07.03.04

К ИСТОРИИ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА 30 ИЮНЯ 1908 г.<sup>1</sup>

## 1. Наблюдение полета тунгусского метеорита

29 мая 1907 г. в г. Чернигове выездной сессией киевской судебной палаты автор был приговорен к бессрочной ссылке в Сибирь за участие в революционном движении 1905-1906 гг., и 24 января 1908 г. прибыл в село Кежму на Ангаре, бывш. Енисейской губ. (ныне Красноярского края).

В том же 1908 г. в Кежме сельское общество начало строить хлебозапасный магазин; автор и еще один товарищ по ссылке, Франц Грабовский, нанялись на эту работу в помощь плотникам.

Так как по-настоящему плотничной работы мы еще не знали, то нам давали, главным образом, строгать доски и пр. И вот, – автор точно не помнит, 17 или 18 июня 1908 г., около 8 час. утра<sup>2</sup>, – он с тов. Грабовским строгал «двуручником» доски; день был на редкость солнечный, ясный, – настолько ясный, что мы не заметили ни одного облачка на горизонте; ветер не шевелился, была полнейшая тишина.

Наложили мы с тов. Грабовским штук десять досок одна на другую и, севши на них верхом (автор сидел спиной к р. Ангаре, к югу, а Грабовский – лицом к нему), строгаем себе и снимаем доски одну за другой. И вот, около 8 часов утра<sup>2</sup> (солнце поднялось уже довольно высоко в направлении на юго-восток от нас), вдруг послышался отдаленнейший, еле слышный, звук грома; это заставило нас невольно оглянуться во все стороны; звук послышался как будто из-за р. Ангары, так что автору сразу пришлось круто обернуться в эту сторону, – но так как до самого горизонта на небе нигде не было видно ни одной тучки, то мы, полагая, что гроза где-то еще далеко, снова принялись строгать доски; но звук грома начал так быстро усиливаться, что мы не успели строгнуть больше трех, возможно – четырех, раз, – пришлось бросить свой рубанок и встать с досок, так как звук грома нам казался уже чем-то необыкновенным, поскольку никаких туч на горизонте не было видно; при этом в тот момент, когда автор под быстро усиливающийся звук грома поднимался с досок, раздался первый, сравнительно небольшой удар; это заставило быстро повернуться полуоборотом направо, т.е. к юго-востоку, и поднять глаза несколько вверх, в направлении послышавшегося удара грома, на солнце; это несколько мешало наблюдать явление, ставшее видимым для глаза уже тотчас же после первого удара грома, а именно: когда автор быстро повернулся в направлении удара, он увидел, что лучи солнца пересекались широкой огненно-белой полосой с правой стороны лучей; с левой же, по направлению к северу (или, если взять от Ангары, – за



Фиг. 1.

Кежемское поле), в тайгу летела неправильной формы еще более огненно-белая (бледнее солнца, но почти одинаковая с лучами солнца) несколько продолговатая масса в виде облачка, диаметром гораздо больше луны, (см. фиг. 1), гораздо, конечно, большей величины, чем на рисунке, и без правильных очертаний краев.

При этом нужно сказать, что после первого сильного удара, примерно через две-три секунды, а то и больше (часов у нас не было, но интервал был порядочный), раздался второй, довольно сильный удар грома; если сравнивать его с ударом грома, то это был самый сильный, какие бывают во время грозы. После второго удара показанного на рисунке комка уже не стало видно, но хвост, вернее – полоска, уже вся очутилась с левой стороны лучей солнца, перерезав их, и стала во много раз шире, чем была с правой стороны от него; и тут же, через более короткий промежуток времени, чем было между первым и вторым ударами, последовал третий удар грома, и такой сильный (как будто бы еще с несколькими, внутри него слившимися вместе ударами, даже – с треском), что вся земля задрожала и по тайге разнеслось такое эхо (и даже не эхо, а какой-то оглушительный сплошной гул), что казалось, что гул охватил всю тайгу необъятной Сибири.

Нужно отметить что плотники, работавшие на постройке указанного амбара, после первого и второго ударов и полном недоумении крестились; их было человек шесть-семь, все – местные крестьяне (почти все уже стариками тогда были); а когда раздался третий удар, так плотники попадали с постройки на щепки навзничь (было невысоко, метра полтора), и некоторые были так ошеломлены и совсем перепуганы, что автору вместо с Грабовским приходилось приводить их в чувство и успокаивать, говоря, что уже все прошло; а они ожидали еще продолжения и говорили, что вот уже, наверное, пришел конец свету и будет страшный суд и т.д. Наших успокоений они и слушать не хотели – побросали работу; мы, нужно признаться, тоже были в полном недоумении и вместе с ними пошли в село (это было за селом, на отлете, около полукилометра); в селе было еще около 30 человек политических ссыльных; среди них были люди и с высшим образованием; поэтому мы считали, что от них мы получим исчерпывающее объяснение данного явления.

Когда мы пришли в село, то увидели на улицах целые толпы местных жителей, с ужасом говоривших об этом явлении, а также – и наших товарищей ссыльных; последние в момент полета метеорита находились в помещениях, а некоторые даже еще спали, и их разбудили эти необыкновенной силы удары грома, от которых звенели стекла окон, а в некоторых домах даже треснули печки и попадала с полок кухонная посуда.

Наши товарищи в своих объяснениях строили предположение о падении на землю редкого и необыкновенного по величине метеорита; они определяли эту величину по необыкновенной силе ударов грома, ибо обычно, особенно при наблюдении таких полетов вечером или ночью, нам виден только лишь

<sup>1</sup> Метеоритика, 1941. – Вып. II. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – С. 119-120.

<sup>2</sup> Удар метеорита наблюдался: 17 июня (ст. ст.) 1908 г., около 7 час. утра. – Ред.

огненный блеск головки и довольно длинного от нее, сравнительно узкого хвоста; в данном же случае хвост был, по сравнению с обычной шириной, чрезмерно широким, и, благодаря такой ширине, он казался значительно короче, чем это нам приходилось видеть в ночное время; а возможно – это объясняется ярким солнечным светом того дня и моментом самого полета, что и укорачивало отсвечивание позади хвоста метеорита.

Ю. Л. КАНДЫБА (Калининград), В. М. ЧЕРНИКОВ (Новосибирск)

### АРХИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПЕРВЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ В РАЙОН ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

*В стране Великого Болота,  
Средь суеверий и легенд,  
Ты первым шел - ведь должен кто-то  
Искать звезды пропавший след!  
Какою мерою измерить  
Судьбы нележкой красоте?  
Спасибо тем, кто свято верит  
В свою мечту, в свою звезду!*

В фондах Государственного архива Новосибирской области (ГАНО) хранятся материалы, относящиеся ко второй экспедиции Л. А. Кулика в район падения Тунгусского метеорита, осуществленной в 1928 году. (Не вдаваясь в физическую сущность этого явления, сохраним его традиционное название). Материалы хранятся в фонде 47, опись 1, дела 389, 753 и 778.

В декабре 1927 года после рекогносцировочной экспедиции в район падения Тунгусского метеорита Л. А. Кулик приезжал в Новосибирск, бывший тогда центром Сибирского края, в который на правах округов входили нынешние Красноярский край и Иркутская область.

В начале декабря Л. А. Кулик сделал доклад на Сессии Совета Общества изучения Сибири и ее производительных сил о произведенном летом 1927 года предварительном обследовании места катастрофы.

Сессия обратилась в Сибирский краевой исполнительный комитет с ходатайством о выделении в распоряжение экспедиции Л. А. Кулика 6 тысяч рублей. 9 декабря Президиум Сибкрайисполкома, заслушав сообщение Л. А. Кулика, принял решение об отпуске этой суммы в распоряжение экспедиции.

Обращение Сессии и решение Сибкрайисполкома хранятся в деле 389. Интересны в них, на наш взгляд, гипотезы о происхождении метеорита, (Л. А. Кулик связывал его с пересечением Землей орбиты кометы Понс-Виннеке), а также комплексный подход, предусматривавшийся при его изучении. Важное значение придавалось картографии совершенно неисследованного района с использованием аэрофотосъемки – дела совсем нового для отдаленных таежных мест в конце 20-х годов.

О реальной стоимости выделенных Сибкрайисполкомом средств можно судить по тому, например, что зарплата одного из участников спасательной экспедиции (сентябрь-ноябрь 1923 г.), сотрудника газеты «Красноярский рабочий», составляла 167 руб. 52 коп., партмаксимум для Восточной Сибири составлял в то время 300 руб., а лошадь в районе Кежмы можно было купить за 50 руб. (д. 753, л. 43, 55 и 56).

В это же время в 6-м номере журнала «Сибирские огни» за 1927 год, издававшемся в Новосибирске, была напечатана статья Л. А. Кулика «Космические дары Сибири». Большую часть статьи автор посвятил описанию первой экспедиции в район катастрофы, своим впечатлениям от впервые увиденной картины грандиозного вывала леса.

Вторая экспедиция Л. А. Кулика началась 7 апреля 1928 года, когда он со своим помощником В. А. Сытиным отбыл из Москвы. 12 апреля экспедиция прибыла в Тайшет и в тот же день на санях отбыла на Ангару. 18 апреля, преодолев 500 км, экспедиция прибыла в с. Кежма, а 25 апреля, покрыв еще 200 км в условиях весенней распутицы, экспедиция достигла фактории Ванавара – крайнего в этой местности жилого пункта.

21 мая на построенных к этому времени трех лодках-шитиках экспедиция в составе Л. А. Кулика, В. А. Сытина, кинооператора и пяти рабочих при двух лошадях отплыла по Подкаменной Тунгуске, Чамбе, Хушме к месту падения Тунгусского метеорита, куда прибыла в начале июня. Здесь, вблизи впадения в Хушму ручья Чургим, была создана база. Затем экспедиция перешла к месту проведения работ (так называемый лагерь № 15).

В середине июля, пользуясь подъемом после дождей воды в реке Хушма, отбыли в Ванавару кинооператор и трое рабочих.

В начале августа Кулик, Сытин и двое рабочих вышли в Ванавару. Сытина Кулик отправил в центр ВСНК и АН СССР просить дополнительные ассигнования для окончания экспедиции, вывоза оборудования и собранных материалов и коллекций.

Эти события от начала экспедиции до начала августа изложены в Акте, который был составлен 2 августа в лагере на Хушме и подписан Куликом, Сытиным и рабочим Кулаковым (копия Акта - д. 778, л. 82 и 84).

Сам Кулик, с нанятым в Ванаваре рабочим Васильевым, вернулся в лагерь № 15, где еще в начале экспедиции было построено небольшое зимовье без окон, для проведения работ. Кулик считал необходимым провести магнитную съемку района, а это было возможно только в условия замерзания болот.

По пути в Москву и Ленинград Сытин остановился в Новосибирске. 31 августа в газете «Советская Сибирь» была напечатана за подписью К. Р. большая заметка «В стране Великого болота» с фотографией Сытина. В ней изложен ход работ экспедиции от начала до отъезда Сытина, условия, трудности проведения работ в этом районе, а также планы Сытина по выручке Кулика и вывозу материалов и оборудования.

Следует отметить, что в этой статье впервые умалчивается, что Л. А. Кулик вышел в Ванавару вместе с В. А. Сытиным и двумя рабочими, после чего вернулся в лагерь к месту работ не один, а с нанятым рабочим Китьяном Васильевым и некоторым запасом продуктов. Сообщение Сытина в АН СССР о том, что Л. А. Кулик остался один в неисследованном районе, а также публикация в ленинградской «Вечерней красной газете» статьи «Один в тайге» вызвали большое беспокойство общественности. Президиум АН СССР срочно выделил средства для организации экспедиции по оказанию помощи Кулику.

Большую роль в проведении этой экспедиции сыграли организации Сибирского края.

24 сентября в Новосибирске при Сибкрайисполкоме было созвано межведомственное совещание по вопросу об организации помощи метеоритной экспедиции Кулика. На этом совещании была избрана оперативная четверка по координации и организации работ под председательством зам. председателя Сибкрайисполкома Хронина. В нее вошел также помощник начальника воздушных сил края (Протокол № 1 – д. 778, л. 7 и 8).

26 сентября возвращающийся в Иркутск и далее к месту работы метеоритной экспедиции Сытин сделал остановку в Новосибирске и был заслушан на Совещании при Сибкрайисполкоме. Участники Совещания задали много вопросов о проводимых работах, характере падения метеорита и т.д. (Стенограмма Совещания – д. 778, л. 29-37).

По результатам Совещания был принят Протокол № 2, в котором было признано необходимым забросить Сытина гидросамолетом из Иркутска в Кежму, учитывая наличие горючего в Братском и Кежме (Протокол № 2 – д. 778, л. 25). Одновременно было решено предложить Красноярскому Окрисполкому снарядить резервную сухопутную экспедицию и выделить на это 1 тыс. руб. (Сообщение Красноярскому Окрисполкому – д. 778, л. 28).

Особое беспокойство общественности Сибири вызвали сообщения о появлении неизвестных вооруженных лиц в районах, близких к месту работы экспедиции Кулика (Выписка из инфсводки № 7 – д. 778, л. 2).

Новосибирская газета «Советская Сибирь» в сентябре-октябре 1928 года неоднократно помещала на первой полосе материалы об экспедиции по оказанию помощи Кулику. Фотографии Л. А. Кулика и В. А. Сытина не сходили со страниц газеты.

Например, 20 сентября была помещена подборка материалов: «Ученый Кулик, разыскивающий метеорит, упавший в 1908 г., находится в тяжелом положении». «Академия Наук организует спасательную экспедицию. Возможно, что для спасения Кулика будет применен аэроплан». Здесь же фотография Кулика и приблизительная карта района.

23 сентября. «Только самолет может спасти Л. А. Кулика. Интервью с Сытиным от 19 сентября, Москва».

Надо сказать, что еще не остыла память об участии авиации в спасении арктической экспедиции Умберто Нобиле. Поэтому такое значение придавалось использованию гидросамолета.

Здесь же: «Академики Ольденбург и Курнаков о Кулике». Курнаков: «Нет слов, для того, чтобы выразить восхищение тем научным героизмом, который проявил Кулик». Далее Кулик сравнивается с Мальгремом (погибшим участником экспедиции Нобиле), а само дело – по отваге, риску, важности для науки – с путешествием на Северный полюс.

27 сентября. «Окончательный план спасения Кулика». «Одновременно с вылетом гидросамолета в Кежму из Тайшета отправится сухопутная экспедиция».

28 сентября. «Кулику угрожают сбежавшие бандиты».

29 сентября. «МОССОВЕТ» 30 сентября будет готов к вылету в Кежму».

Были и скептики.

30 сентября. «Академик Карпинский считает, что положение Кулика не катастрофично».

3 октября. «Почему шумиха?» – четверо новосибирцев считают, что «легче затеряться в большом городе, чем в тунгусской тайге».

На эту заметку ответил 5 октября зампредседателя Сибкрайисполкома, член оперативной четверки Хронин, который считал, что Кулик нуждается в срочной помощи из-за опасности цинги.

19 октября. «Сытин ввел в заблуждение советскую общественность. Сытин заверил, что Кулик остался в тайге один. Теперь установлено, что Кулик проводил Сытина в Ванавару, где захватил рабочего и новый запас продуктов».

Много материалов в ф. 47, д. 778 посвящено телеграфной переписке по поводу использования самолета «Мосссовет» для заброски Сытина в Кежму (л. 38-68).

Самолет с Сытиным не долетел до Кежмы из-за нехватки горючего в Братском и неразведанности плесов на Ангаре. Сытин от с. Дубинино добирался до Кежмы на лодке 700 км, куда прибыл 7 октября (телеграмма Сытина – д. 778, л. 85 и 86).

8 октября в Кежму прибыла сухопутная экспедиция в составе Смирнова, Сулова, Попеля, Вологжина. Дальнейший ход экспедиции изложен в Акте-протоколе, составленном 10 ноября в Кежме (д. 778, л. 91 и 91 об.).

Среди материалов д. 773 – телеграммы Сытина и Кулика о благополучном окончании экспедиции (л. 87 и 95), а также Протокол № 3 заседания оперативной четверки по оказанию помощи экспедиции Кулика от 21 ноября, где была заслушана информация Сытина. Отмечена недостаточная подготовка экспедиции, неувязка ее работ с местными организациями, недостаточная информация о ходе работ (Протокол № 3 – д. 778, л. 101).

Л. 103-106 – переписка по поводу оплаты счетов экспедиции, задолженности и т. п.

В ф. 47 оп. 1, д. 753, л. 5-61 в основном хранятся документы, счета, справки, расписки, связанные с экспедицией по оказанию помощи Кулику. Обращает внимание четкое, можно даже сказать, пунктуальное оформление И. М. Суловым любых финансовых расходов, будь то проезд по железной дороге, оплата проезда на лошадях, закупка продуктов или оплата проката дохи – 8 руб. (авансовый отчет И. М. Сулова – д. 753, л. 55).

И. М. Сулов израсходовал на экспедицию, включая командировочные себе и Попелю за 51 день и проезд их по железной дороге, всего 1658 руб. 53 коп. (Справка – д. 753, л. 6).

В целом можно сказать, что документы архива отражают дух эпохи, надежды и разочарования первых исследователей Тунгусского метеорита, когда казалось, что разгадка Великой Тайны – рядом.

Подобное довелось пережить и участникам первых послевоенных экспедиций!

Материалы ГАНУ, относящиеся к экспедиции Л. А. Кулика 1928 г., были описаны В. М. Черниковым в 1983 г. Ввиду отсутствия в то время в архиве ксерокса, часть документов была сфотографирована, часть полностью переписана, на остальные составлена аннотация. Описание систематизировано для удобства работы, позднее сделаны две ксерокопии. Одна из них была передана Н. В. Васильеву, другой экземпляр находится в библиотеке ГПЗ «Тунгусский» и доступен для ознакомления.

Несколько позднее архивные материалы ГАНУ были использованы Ю. Л. Кандыбой при написании книги «Трагедия Тунгусского метеорита», Красноярск, 1998 г.

Материалы о сибирских метеоритных экспедициях можно также найти в архивах Красноярска и Иркутска.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### К 100-летию Тунгусского События: предвестник грядущих катастроф

В предисловии к этому сборнику мы говорили, что не разделяем оптимизма целого ряда исследователей Тунгусского События, считающих Загадку Века решенной. Работа над материалами статей, вошедших в сборник, заставила нас лишний раз убедиться в преждевременности широковещательных заявлений и победных реляций. Об этом свидетельствуют также итоги прошедшей в начале мая с. г. в Томске Сибирской научной конференции, посвященной столетию ТС и пятидесятилетию КСЭ. Основным выводом конференции – **Проблема «Тунгусского метеорита» не решена.**

Что же заставляет настаивать на этом утверждении? Ответ на этот вопрос требует некоторых предварительных замечаний.

В название сборника вынесено понятие «многоаспектность». Тем самым мы хотели подчеркнуть, что проблема ТС не сводится к ограниченному набору «приоритетных направлений» исследований, где можно добиться решающих успехов, дающих ощущение завершенности. Многоаспектность предполагает изучение широкого спектра проявлений этого неординарного События, а также – разработку возможностей интеграции частных представлений в единую непротиворечивую картину.

В этом ключе и формировалась структура настоящего сборника. Первый раздел посвящен сбору и упорядочиванию того разнообразного материала, который накоплен к настоящему времени. Понять широту охвата Проблемы в деятельности КСЭ можно уже после беглого просмотра направлений, проектов и программ, которые реализовывались этой организацией, начиная с 1959 года (статьи Г. Ф. Плеханова и И. К. Дорошина). Именно КСЭ с первых лет своего существования сделала ставку на комплексный подход в изучении ТС, в ее работе в наибольшей степени проявилось стремление к многоаспектности. Симптоматично, что Сибирская конференция и представила в первую очередь панораму деятельности КСЭ за пятидесятилетний период ее существования. Двух дней напряженной работы не хватило, чтобы в полном объеме представить все, что удалось сделать, и обозначить те стороны исследований, которые остались незавершенными, те аспекты Проблемы, в которых ясности так и не прибавилось. Достаточно перечислить лишь некоторые направления, представленные в полутора десятках докладов: исследования оптических и радиационных аномалий, изучение характера движения и разрушения светящегося тела в атмосфере Земли, вывала леса и пожара на местности, поиск вещества, социокультурные проявления феномена, концентрация результатов исследований в электронном архиве.

Буквально в каждом докладе на конференции звучал мотив незавершенности, недоделанности, потребности в продолжении исследований. Отсюда и направленность в будущее ее итогового документа.

Большее половины авторов этого сборника участвовали в работе Сибирской конференции – либо непосредственно, либо на уровне представления стендовых докладов. Многие содержательные линии статей и докладов перекликаются и пересекаются. В дальнейшем мы и будем рассматривать все это в комплексе.

Впервые за много лет публикуется *каталог поврежденных веток лиственниц* (ожоговые, либо пожарные повреждения, по разным оценкам). Тунгусское сообщество знает, какие усилия потребовались, чтобы собрать этот материал воедино (честь и хвала составителям каталога!). Но это лишь первый шаг, дальше необходимо *использовать* его богатый потенциал. Так же как *каталог Фаста по вывалу леса*, этот каталог таит в себе богатейшие возможности для моделирования ключевых эффектов, сопровождавших Тунгусский взрыв. ***Можно ли говорить о завершении исследований, когда такой пласт материала еще не поднят?***

Выступление на Сибирской конференции В. О. Красавчикова и Д. В. Яшкова с докладом по катастрофному пожару наглядно продемонстрировало, что изучение этого существенного аспекта последствий Тунгусского взрыва еще далеко не завершено, а понимание *механизма эффекта* только начинает строиться, и затруднений на этом пути еще предостаточно. Статья в нашем сборнике этих авторов, снабженная диаграммами, надеемся, поможет читателю детально разобраться в существе дела.

Если теперь обратиться к *каталогу по очевидцам*, то ситуация и здесь далека от идеальной. Уже более 25 лет исследователи ТС пользуются депонированным каталогом 1981 г. За это время усилиями И. К. Дорошина, Л. Е. Эпиктетовой и других энтузиастов удалось его существенно дополнить. Созданы электронные версии как каталога 1981 г., так и расширенного каталога. Они размещены на некоторых тунгусских сайтах. Но, не будучи опубликован, расширенный каталог остается малодоступен для широких научных кругов, и новые исследователи часто пользуются фрагментами раритетного каталога, опубликованными в различных апологетических статьях. Естественно, в этих статьях показания очевидцев подвергнуты жесткой селекции под решаемые автором задачи в рамках разрабатываемой им концепции. ***Можно ли считать такое положение нормальным?***

Следующий раздел сборника – «Актуализация незавершенных программ» – обращает внимание читателя на те направления исследований, которые и поныне находятся в стадии разработки, а представленные в сборнике результаты их продвижения никак не могут расцениваться как итоговые, несмотря на большой объем проделанной работы. Более того, в самих этих результатах обозначены исходные условия для перспективного продолжения исследований.

Так оказывается, что вопрос с *радиационными эффектами* на Тунгуске вовсе не закрыт, а приобретает еще большую актуальность. Оценки характера *ожоговых повреждений* деревьев необходимо корректировать, а, возможно, и пересматривать в свете данных по электроразрядным эффектам и данным по пожарам до и после Катастрофы. *Атмосферные аномалии* в период ТС вообще не поддаются систематизации. Реанимация программы по *редкоземельным элементам* поставила больше новых вопросов, чем ответила на имеющиеся. Положение с *траекторией* Тунгусского болида, судя даже по статьям нашего сборника, далеко от согласованного. Попытки стянуть восточный и южный варианты траектории в один, устраивающий всех коридор, успешными представляются только для сугубых оптимистов.

Все эти выводы в той или иной мере подкрепляются и характером публикаций в последующих разделах сборника. Столь же драматично рисовали ситуацию и докладчики на Сибирской конференции. Хронически неопределенно положение с поисками *вещества* ТМ, о чем очень живо повествовал И. К. Дорошин на конференции. Более скрупулезно этот вопрос разбирается в контексте его статьи в сборнике «О парадоксах проблемы Тунгусского метеорита». И если поднимать на щит его тезис «Не там искали!» и учитывать при этом историю реализации программ КСЭ по поискам вещества, то перспектива исследований в этом направлении на ближайшие 100 лет нам обеспечена. ***Какое уж тут завершение?!***

«*Геомагнитному эффекту*» мы посвятили в сборнике специальный раздел, где дали возможность читателю увидеть противоречивость различных трактовок этого явления и самому решить, ***можно ли считать эту тему исчерпанной?***

Интересно отметить одну особенность, связанную с трактовками геомагнитного эффекта. Постулируя единственность его «естественного» объяснения (в рамках воздействия ударной волны взрыва), исследователи даже не пытаются рассмотреть иные – альтернативные – механизмы, с последующим конкурентным сопоставлением. Либо априори полагают их нежизнеспособными (еще до детальной проработки), либо, наоборот, опасаются, что они гораздо лучше будут объяснять фактические данные, что потребует пересмотра исходных представлений. Табуированность здесь и в трактовках некоторых других аспектов ТС приводит, порой, к нарушению элементарных *принципов научности*. Характерный пример рассмотрен нами в статье «Термолюминесцентные исследования в районе Тунгусской катастрофы», когда пытаются действием ударной волны объяснить те эффекты, где вклад ее принципиально проявиться не может. Зато создается видимость сохранения *принципа естественности*.

Однако же сама эта оппозиция «*естественное-искусственное*» приобрела в тунгусских разработках одиозный и даже скандальный оттенок. «Призрак звездолета» так напугал традиционное научное сообщество, что даже намек на объяснение, слегка отличающееся от стереотипно «естественного», воспринимается как «посягательство на основы» и отвергается с порога. При этом многие десятилетия никто из «традиционалистов» и не попытался разобраться, насколько реален и страшен этот пресловутый «призрак звездолета». Заклинание типа «этого не может быть потому, что не может быть никогда» вполне заменяло серьезные научные разработки на эту тему. Думается, публикуемые в нашем сборнике две интересные и совершенно здравые работы Владимира Рубцова «Тунгусский метеорит и проблема палеовизита» и Михаила Ахманова «Тунгусский метеорит – межзвездный корабль?» позволят непредвзято отнестись к самой возможности объяснять ТС кознями «пришельцев» в духе дешевой советской фантастики 40-50-х годов прошлого века.

Спекуляции на «зеленых человечках» оказываются удобным поводом причислить к «антинаучным» любые исследования, не вписывающиеся в прокрустово ложе хорошо известного и привычного. Тем самым мы лишаем себя возможности «заглянуть за горизонт». Об этом – в статьях В. К. Журавлева «Нерешенные проблемы Тунгусского феномена» и Б. Ф. Бидюкова «Тунгусский феномен: затруднения интерпретации».

Возможность альтернативных объяснений обстоятельств ТС не исчерпывается «техногенными мотивами». В последнее десятилетие все активнее проявляют себя «геотектоники» (или «геоморфологи»), стремящиеся «приземлить» Тунгусский феномен, дать ему чисто земное объяснение. Несмотря на остракизм «космистов», они упорно продвигают свои разработки, заставляя порой усомниться в казалась бы очевидных представлениях. Такова работа Б. Р. Германа с дразнящим названием «Решение проблемы Тунгусского феномена». Можно не принимать в принципе базовую концептуальность автора, но вот присмотреться к его аргументации по всему спектру тунгусских разработок, наверное, стоило бы и самым непримиримым оппонентам.

Столь же многообещающе название статьи Ю. А. Николаева и П. А. Фомина «Идентификация Тунгусской катастрофы со взрывом метано-воздушного облака, инициированного небольшим «медленно» летящим метеоритом». Вообще большинство наших авторов по-хорошему амбициозно: они, как правило, претендуют на самое последнее слово, не боясь обострять полемику. Тем более что в своих профессиональных сферах они зарекомендовали себя как ведущие специалисты. Что ж, мы специально сводим их в едином тематическом пространстве, не навешивая изначально ярлыков из одной определенной позиции. Право быть услышанным, возможно, будет расценено как необходимость выслушать и тех, кто имеет иную точку зрения.

Сопоставление альтернативных направлений дано нами в заключительной статье к разделу «Панорама версий Тунгусской катастрофы и критический анализ основных подходов к изучению Тунгусского События»; здесь же мы ограничиваемся только некоторыми замечаниями более общего характера.

Пожалуй, основной вывод сопоставительного анализа имеющихся версий ТС заключается в том, что их множественное существование говорит о неблагоприятии в решении Проблемы. Можно, конечно, отмахнуться от большинства слабо проработанных гипотез, но игнорировать хорошо аргументированные разработки просто не рационально. Мы еще раз призываем тунгусское сообщество перейти от конфронтационного взаимодействия к взаимодополняющему.

Многоаспектность Проблемы ТМ предполагает, как уже говорилось выше, учет не только магистральных направлений исследований, но и тех, которые расцениваются как «периферийные». Это не значит, что мы их сразу записываем в разряд второсортных и третьесортных. Потенциал некоторых «краевых эффектов» все еще не выявлен, и неизвестно, как еще может повернуться ситуация. К такого рода «периферийным» направлениям относят, как правило, изучение магнитных, радиационных, биологических эффектов, геофизических и экологических особенностей района Катастрофы, психологические и криминологические принципы работы с показаниями очевидцев, методологическое сопровождение разработок. Некоторые из перечисленных аспектов нашли отражение в публикациях сборника.

Немаловажное значение имеет социокультурный аспект тунгусских исследований. Феномен Тунгуски не просто оставил свой след на «теле» социума, но и встроился в разные структуры человеческого общества, превратился в многомерный социальный феномен. Некоторые из его измерений описаны в работе С. В. Кривякова «Тунгусский метеорит как социокультурное явление». Личностно значимое влияние это Событие оказало на сотни людей, причастных к его изучению. Для некоторых работа над Проблемой стала делом всей жизни. Наиболее яркий пример этого – жизнь первого исследователя ТМ Леонида Алексеевича Кулика, который всех нас «позвал» на Тунгуску. О его подвижничестве рассказывала на Сибирской конференции дочь первопроходца – Ирина Леонидовна Кулик. В нашем сборнике приведены некоторые малоизвестные документальные материалы экспедиционной деятельности Леонида Алексеевича – В. М. Черников, Ю. Л. Кандыба «Архивные документы первых экспедиций в район тунгусского взрыва». Стремление сберечь наследие первых исследователей ТМ демонстрирует статья О. Г. Литвиновой «Куликовский музейный комплекс».

Несомненным социальным феноменом является Комплексная Самодеятельная Экспедиция (КСЭ) – «Институт на общественных началах», с 1959 г. объединившая в своих рядах сотни энтузиастов, посвятивших себя Проблеме Века. На Сибирской конференции ей было посвящено выступление А. П. Бояркиной. Еще больше людей (порядка тысячи) испытало на себе влияние События и прошло через КСЭ. Одно из свидетельств этой причастности – статья Г. С. Белимова «Ноосферный характер загадки Тунгусского метеорита».

И, наверное, самым ярким примером социального резонанса Тунгусского События является литературный и, особенно, поэтический пласт его наследия. Непревзойденным пока средоточием тунгусской поэзии является альманах «Синильга», вышло несколько авторских сборников, поэтические страницы регулярно появлялись в «Тунгусском вестнике КСЭ», стихи разных авторов разбросаны по тунгусским сайтам. Вот и мы не смогли удержаться от соблазна опубликовать несколько новых стихов В. М. Черникова, созвучных нашему рабочему настроению.

И последний, возможно неожиданный аспект. По странному стечению обстоятельств Тунгусское Событие предвосхитило многие грядущие катаклизмы XX-го века, дало шанс человечеству осознать и подготовиться к ним. Но этот шанс не был использован. Люди, поглощенные повседневными заботами, оказываются глухи к знамениям. Много позже наиболее чувствительные к сигналам из Будущего стали задумываться над неожиданными параллелями и странными совпадениями. В сердца некоторых из них закралась тревога и надолго там поселилась. Но подавляющее большинство землян продолжают благоденствовать в счастливом неведении.

*Б. Ф. Бидюков*

## НАШИ АВТОРЫ

### **АГАФОНОВ ЛЕОНИД ВАСИЛЬЕВИЧ**

Закончил Новосибирский государственный университет. Старший научный сотрудник Института геологии и минералогии СО РАН, кандидат геолого-минералогических наук. Участник геологических экспедиций на Чукотке, Камчатке, Сахалине, Таймыре и т.д. 14 лет работал в составе Советско-Монгольской геологической экспедиции. Соавтор коллективной монографии «Минералы Монголии», а также автор 193 научных работ, включая 7 монографий.

### **АНДРЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ (1950 – 2002)**

Окончил механико-математический факультет Томского госуниверситета в 1972 г., имел 25-летний опыт научно-исследовательских работ в областях астрономии, механики, компьютерного моделирования, информатики, философии, экологии, опубликовал около 50 научных работ в зарубежных изданиях и более 70 - в отечественных. Организатор ряда международных и отечественных конференций, экспедиций. Неоднократные экспедиции и экскурсии с иностранными учеными к месту Тунгусской катастрофы.

### **АНТОНОВ ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ**

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. Участвовал в экспедициях КСЭ 1961-75 гг. Занимался картированием вывала под руководством В. Г. Фаста, изучением мутаций сосны в районе катастрофы под руководством Г. Ф. Плеханова, отбором и исследованием проб почвы на содержание магнетитовых шариков.

### **АХМАНОВ МИХАИЛ**

литературный псевдоним кандидата физ-мат. наук, члена Союза писателей Санкт-Петербурга М. С. Нахмансона.

### **БЕЛИМОВ ГЕННАДИЙ СТЕПАНОВИЧ**

Окончил радиофизический факультет Томского государственного университета в 1969 году, участник КСЭ-27 (1985 г.) и самостоятельной экспедиции 1988 года в Иркутскую область, в верховья р. Лена. Участник Научно-практической конференции, посвященной 80-летию ТМ, в г. Красноярске (1988 г.). Ст. преподаватель Волжского гуманитарного института филиала Волгоградского государственного университета. Автор 8 книг и более 300 статей на темы, связанные с изучением аномальных явлений.

### **БИДЮКОВ БОРИС ФЕДОРОВИЧ**

Инженер-механик, практический психолог, педагог. 12 экспедиций к месту Тунгусской катастрофы. Область исследований - методологические аспекты тунгусских разработок, термолюминесценция почв. Автор замысла и организатор выпуска журнала КСЭ «Тунгусский Вестник», его составитель. Один из организаторов юбилейной Сибирской конференции «100 лет Тунгусскому метеориту, 50 лет КСЭ» 2008 г. в Томске.

### **БРОНШТЭН ВИТАЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ (1918 - 2004)**

Московский астроном, специалист по физике метеорных явлений, популяризатор астрономических знаний. Автор целого ряда работ, посвященных изучению орбиты ТМ, распространению ударных волн в атмосфере Земли, изучению его оптических аномалий. Автор нескольких книг, одна из которых носит название «Тунгусский метеорит: история исследования». Многие годы был активным участником московского коллектива исследователей Тунгусской проблемы.

### **ВАСИЛЬЕВ НИКОЛАЙ ВЛАДИМИРОВИЧ (1930 - 2001)**

Врач-иммунолог, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН. С 1962 г. заместитель председателя Комиссии по метеоритам и космической пыли СО РАН. Один из основателей КСЭ, участник экспедиций с 1959 г. С 1964 г. бессменный руководитель и координатор исследований в районе Тунгусской катастрофы. С 1996 г. заместитель директора по научной работе ГПЗ «Тунгусский». Являлся одним из основных разработчиков Тунгусской проблемы. Автор многочисленных научных публикаций и докладов, в том числе обзорных.

### **ВОРОБЬЕВ ВЛАДИМИР АНАТОЛЬЕВИЧ**

Доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАЕН, зав. кафедрой «Прикладной математики» математического факультета ПГУ. Заслуженный деятель науки и образования. Участник 13 экспедиций КСЭ, начиная с 1963 г. С 1964 руководитель полевой программы «Ожог», организатор и участник камеральной и математической обработки данных по «ожогу». Участник конференций, автор 8 статей и докладов по тематике ТМ.

### **ГАЛАНЦЕВ ГЕОРГИЙ ПЕТРОВИЧ**

Сотрудник СибГАУ и малых инновационных предприятий при СибГАУ. Специалист по технологиям плазменного нанесения покрытий и сварки деталей космических аппаратов. Участник экспедиций КСЭ в составе отряда «Термолном» 1989, 1991 гг. В рамках Тунгусской проблемы изучает электромагнитную составляющую Тунгусского взрыва.

### **GERMAN BORIS ROMANOVICH**

Физик, д-р физ.-мат. наук. Окончил ДонГУ в 1973 г. (кафедра физики низких температур). С 1980 г. работал в Донецком Физтехе. В данный момент (контракт) - во Фрайбурге, Германия. Сфера деятельности: методы Монте-Карло, магнетизм кристаллов при гелиевых температурах. Области познавательного интереса (широкие): проблемы гравитации, космологии, шаровой молнии, космической пыли. ТМ начал интересоваться с 1985 г., когда и организовал донецкую экспедицию по поискам «восточного» вывала. Маршрут по Н. Тунгуске опубликован в журнале «Турист», 1987, № 5, с. 21. Участник Симпозиума в Красноярске 1988 г. (стендовый доклад «ТМ как шаровые молнии кластерного типа, порожденные космической пылью»).

### **ГЛАДЫШЕВА ОЛЬГА ГАРИБАЛЬДОВНА**

Кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Физико-технического института им. акад. А. Ф. Иоффе РАН.

### **ГОРБАТЕНКО ВАЛЕНТИНА ПЕТРОВНА**

Доктор географических наук, ученый секретарь НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете, профессор Томского государственного университета. Участник КСЭ 1975, 1976, 1979, 1995 годов. Полевые работы - программа «Вывал», метеорологические наблюдения в районе Пристани. Область научных интересов - пространственная неоднородность и временные вариации грозовой активности.

### **ДОРОШИН ИГОРЬ КОНСТАНТИНОВИЧ**

Окончил физико-технический факультет ТПИ в 1982 г. Экспедиции 1977-1981, 1986, 1996-2007 гг. Программы - «Шарик», «Лес», «Вещество». Область интересов - изучение аэрозольных выпадений в торфах, последствия пожара 1908 г.

### **ИВАНОВ КИМ ГРИГОРЬЕВИЧ**

Научный сотрудник ИЗМИРАНа, Троицк, Московской области. В 1959 году обнаружил магнитограмму Тунгусского взрыва. Автор научных работ по данной тематике.

### **ИЛЬИН АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ**

Кандидат технических наук, доцент кафедры телевидения и управления (ТУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Участвовал в экспедициях КСЭ 1960-66 гг., занимался изучением поражений веток лиственниц, переживших катастрофу («Ожог»). По результатам работ имеется пять публикаций, сформирован Каталог.

### **ЖУРАВЛЕВ ВИКТОР КОНСТАНТИНОВИЧ**

Физик, кандидат физико-математических наук, сооснователь КСЭ, автор «Тунгусского дива» (совместно с Ф. Ю. Зигелем), Участник 13 экспедиций КСЭ. Направления исследований: поиски вещества, геомагнитные эффекты ТМ, полевые исследования радиоактивности, история Тунгусской проблемы.

### **ЗЮКОВ ВАЛЕРИЙ ИВАНОВИЧ**

Инженер-физик, окончил физико-химический факультет Московского физико-технического института, работал в Обнинском Физико-энергетическом институте, Троицком институте термоядерных и инновационных исследований, публикации в области термоэмиссионного преобразования энергии, философии науки и экономики. Имеет ряд публикаций по проблеме Тунгусской катастрофы.

### **КАНДЫБА ЮРИЙ ЛУКИЧ**

Горный инженер, участник многих экспедиций, начиная с 1959 г. Писатель, автор ряда книг и статей. Исследователь жизни Л. А. Кулика. Опубликованные работы: «По следам Тунгусской катастрофы» (в соавторстве), «В стране огненного бога Огды», «Трагедия Тунгусского метеорита», «Тунгусская одиссея», очерки «В лесах Ванавары» и «Космический гость», статья «Жизнь и судьба Леонида Алексеевича Кулика».

### **КОМИССАРОВ СЕРГЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ**

Сотрудник СибГТУ. Специалист по вопросам зондирования состояния почв лесов Средней Сибири. Организатор экспедиций Красноярского филиала КСЭ в районы ж/д станций Филимоново-Ферма

(Филимоновский метеорит) и в р-н Кутурчинского белогорья Восточного Саяна (космоснимки кратеров типа Патомский). Сотрудничает с экспедициями Болонского университета на Куликовский вывал.

#### **КРАСАВЧИКОВ ВЛАДИМИР ОКТЯБРЬЕВИЧ**

Кандидат физико-математических наук, в.н.с. Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. Область научных интересов - геоинформатика, в том числе математическое моделирование геологических объектов, геохимических и геофизических полей. Участник КСЭ 1983, 1986, 1987, 1989, 1990, 1993 годов. Полевые работы - программа «Аномалия».

#### **КРИВЯКОВ СТАНИСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ**

Доцент кафедры политической экономики Томского государственного университета, к.э.н. Участвовал в полевых работах КСЭ с 1974 по 2006 год. Автор статьи («Тунгусский вестник №16») о результатах изучения т.н. «Светлого пятна», один из организаторов юбилейной Сибирской конференции «100 лет Тунгусскому метеориту, 50 лет КСЭ» 2008 г. в Томске.

#### **КУВШИННИКОВ ВАЛЕРИЙ МИХАЙЛОВИЧ**

Инженер, изобретатель, рационализатор, конструктор. Один из первых 12-и ксэшников, участник многих экспедиций к месту Тунгусской катастрофы. Все, что выходит из-под его мастерских рук носит печать совершенства. Вся жизнь – активный спортсмен, альпинист, спелеолог. Широчайший спектр интересов.

#### **КУЗНЕЦОВ СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ (1950 - 2005)**

Инженер-кораблестроитель, занимался управляемостью и устойчивостью движения судов, один из авторов многозвенных изгибаемых составов. Автор ряда работ по Тунгусской проблеме, в которых даются нетрадиционные оценки установившихся представлений о Тунгусском событии. Работал в тесном контакте с А. Д. Белкиным.

#### **ЛИТВИНОВА ОЛЬГА ГЕННАДЬЕВНА**

Окончила ТГАСУ по специальности архитектор-реставратор. Автор проекта реставрации экспедиционной базы Л. А. Кулика на территории ГПЗ «Тунгусский». На XVI международном конкурсе лучших дипломных работ удостоена диплома Первой степени и диплома Союза архитекторов Москвы. Участница экспедиций КСЭ 2006 и 2007 гг. Провела обмерные работы и подробную фиксацию экспедиционных баз Кулика. В настоящее время является ассистентом кафедры Реставрации и Реконструкции архитектурного наследия.

#### **ЛЮБИЩЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ (1890-1972)**

Известный отечественный биолог, теоретик и историк науки, ученый-энциклопедист. Широкую известность приобрел после публикации книги писателя Даниила Гранина «Эта странная жизнь».

#### **МАЛИНОВСКИЙ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

Программист, разработал базу данных для концентрации материалов тунгусских разработок, на основе которой был записан CD-диск с «Электронной библиотекой Тунгуски» (2003 г.).

#### **НИКОЛАЕВ ЮРИЙ АРКАДЬЕВИЧ**

Закончил математический факультет Новосибирского Государственного Университета. Доктор физико-математических наук. Ведущий научный сотрудник Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева. Автор более 100 научных работ по химической физике (в том числе по физике горения и взрыва), механике и техническим применениям взрывных процессов.

#### **ОЛЬХОВАТОВ АНДРЕЙ ЮРЬЕВИЧ**

Кандидат физ.-мат. наук. Участник Тунгусских экскурсий в 1995 и 1998 гг. Область научных интересов - различные формы проявления эндогенной (тектонической) активности. Автор геотектонической гипотезы происхождения Тунгусского Феномена.

#### **РАЗИН СТЕПАН АНДРЕЕВИЧ**

Математик, закончил ТГУ в 1970 г. В КСЭ с 1968 г. Участвовал в экспедициях 1968-1986 гг. Занимался математической обработкой вывала леса и ожоговых повреждений деревьев в районе катастрофы. С 1974 года организовывал работу лабораторного стационара. По его инициативе была построена лабораторная база на р. Кимчу. Принимал активное участие в материально-техническом обеспечении экспедиционных работ.

### **РОМЕЙКО ВИТАЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Московский исследователь серебристых облаков, участник 15 экспедиций в район Тунгусской катастрофы, занимается изучением оптических аномалий 1908 г. и историей исследований Тунгусского События.

### **РУБЦОВ ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ**

Кандидат философских наук, действительный член Российской Академии Космонавтики им. К. Э. Циолковского. Автор книг «Проблема внеземных цивилизаций» (в соавторстве с А. Д. Урсолом) и «Проблема НЛО и современная наука» (в соавторстве с Ю. В. Платовым). Направления исследований: философско-методологические аспекты проблемы внеземных цивилизаций; история и методология проблемы Тунгусского метеорита.

### **ПЛЕХАНОВ ГЕННАДИЙ ФЕДОРОВИЧ**

Врач, радиоинженер, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой охраны окружающей среды ТГУ, в недавнем прошлом директор НИИ биологии и биофизики при ТГУ, заслуженный деятель науки РФ, почетный гражданин Эвенкии. Организатор и Командор КСЭ. Начальник экспедиций 1959-1961 г. и участник 1963-95 гг. Планирование и участие в большинстве работ. Автор многих публикаций и докладов.

### **СЕРГИЕНКО НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Окончил Псковский педагогический институт, работал преподавателем физики, директором школы, инспектором РОНО. Более 30 лет тому назад разработал новую количественную теорию шаровых молний, основанную на идее о возможности разбаланса электронных оболочек атомов. В 1986 году в сборнике «Космическое вещество и Земля» опубликована в соавторстве с В. К. Журавлевым статья «Роль электронной компоненты внутренней энергии при торможении метеорных тел», в которой теория разбаланса была применена для анализа новых эффектов при торможении метеорных тел с гиперболическими скоростями.

### **СИМОНОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ**

Старший научный сотрудник НПО «Академприбор» АН Узбекистана. Организатор экспедиций по поискам фрагментов Тунгусского метеорита вдоль предполагаемых траекторий метеорита, за пределами Тунгусского взрыва, в 1986-88 гг. Область научных интересов - волоконная оптика, лазерная физика, вакуумные технологии, разработка научных и медицинских приборов, нанотехнологии. Автор магнитогидродинамической (МГД) гипотезы происхождения Тунгусского феномена, разработанной в 1984 году.

### **ФОМИН ПАВЕЛ АРКАДЬЕВИЧ**

Закончил физический факультет Новосибирского Государственного Университета. Кандидат физико-математических наук, лауреат Премии Ленинского Комсомола в области науки и техники. Работал в Институте гидродинамики им. М. А. Лаврентьева (Новосибирск) и Федеральном Центре по Исследованию и Тестированию Материалов (Берлин, Германия). В настоящее время профессор Первого Национального Университета Науки и Технологий (Каохсионг, Тайвань). Области научных интересов: химическая физика; газовая и гетерогенная детонация; взрывобезопасность; физика и химия атмосферы.

### **ЧЕРНИКОВ ВИКТОР МОИСЕЕВИЧ**

Математик, один из бардов КСЭ. Участник многих экспедиций к месту Тунгусской катастрофы, начиная с 1961 года. Автор статей и стихов, а также книги песен «Старый шарманщик». С 1969 по 1989 годы работал в группах по отбору проб торфа в различных районах Катастрофы.

### **ЭПИКТЕТОВА ЛИЛИЯ ЕВГЕНЬЕВНА**

Физик, работала научным сотрудником в физико-техническом институте (СФТИ) при Томском университете. Участвовала в экспедициях по опросам очевидцев падения Тунгусского метеорита в 1967, 1968, 1970, 1972, 1973 годах. В этот же период организовывала опросные группы для более полного охвата опросами территорию Центральной Сибири. Составила полную картотеку показаний очевидцев на перфокартах с закодированной информацией. Готовила для публикации первый вариант Каталога очевидцев, который при редактировании был сокращен.

### **ЯШКОВ ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ**

Окончил НЭТИ в 1984 г. Участие в экспедициях КСЭ: 1978, 1980-1984, 1986, 1988-1991, 1993, 1999, 2002, 2005, 2007 гг. Работа в программах «Термолюм», «Шарик», «Лес». Область интересов - изучение последствий пожара 1908 г.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Концентрация и систематизация материала</b> .....	4
Г. Ф. Плеханов (Томск) Направления работ по ТМ. ....	4
И. К. Дорошин (Томск) Список проектов КСЭ по проблеме «Тунгусский метеорит». ....	8
В. А. Воробьев (Архангельск), А. Г. Ильин, И. К. Дорошин (Томск) Каталог повреждений ветвей лиственниц в районе падения Тунгусского метеорита. ....	9
Д. В. Яшков, В. О. Красавчиков (Новосибирск) Некоторые особенности катастрофического пожара 1908 г.	50
С. А. Разин (Томск) Координаты пунктов наблюдений очевидцев Тунгусского падения. ....	57
<b>Актуализация незавершенных программ</b> .....	70
Б. Ф. Бидюков (Новосибирск) Термоллюминесцентные исследования в районе Тунгусской катастрофы	70
Н. В. Васильев (Харьков), Г. В. Андреев (Томск) О радиоактивности в районе падения Тунгусского метеорита. ....	118
Л. Е. Эпиктетова (Томск) Траектория Тунгусского метеорита из показаний очевидцев. ....	120
Г. П. Галанцев, С. В. Комиссаров (Красноярск) Тунгусское космическое тело (ТКТ) в свете новых исследований пожаров тайги Средней Сибири. ....	141
В. П. Горбатенко (Томск) Об аномалии осадков, выпавших в 1908 году в Красноярском крае. ....	142
В. К. Журавлев, Л. В. Агафонов (Новосибирск) Минералогические и геохимические исследования проб почвы из района распада Тунгусского болида. ....	145
<b>Попытки реконструкции</b> .....	153
И. В. Антонов (Красноярск) Еще одна оценка высоты взрыва Тунгусского метеорита. ....	153
Б. Ф. Бидюков (Новосибирск) «Эффект Вебера» и аномальные световые явления в атмосфере Земли в период Тунгусского События 1908 года. ....	153
В. И. Зюков (Троицк) Возмущения магнитного склонения в конце июня 1908 года и в мае 1910 года	156
Б. Р. Герман (Фрайбург) Через хвосты комет. ....	159
В. М. Кувшинников (Томск) К вопросу об особенностях тунгусского вывала. ....	161
В. В. Рубцов (Харьков) Загадка Вознесенского. ....	164
М. Ахманов (Санкт-Петербург) Тунгусский метеорит – межзвездный корабль? .....	168
<b>Панорама версий Тунгусской катастрофы и критический анализ основных подходов к изучению Тунгусского События</b> .....	172
В. А. Ромейко (Москва) Современный портрет Тунгусского метеорита. ....	172
В. И. Зюков (Троицк) Атмосферный «портрет» тунгусского космического тела в свете пренебрегаемых свидетельств очевидцев. ....	177
О. Г. Гладышева (Санкт-Петербург) Тунгусская катастрофа: источник излучения. ....	184
А. А. Симонов (Ташкент) Возможные энергетические и радиационные механизмы Тунгусского феномена 1908 года на основе МГД теории плазменных явлений. ....	196
Ю. А. Николаев, П. А. Фомин (Новосибирск) Идентификация Тунгусской катастрофы со взры- вом метано-воздушного облака, инициированного небольшим «медленно» летящим метеоритом	218
Б. Р. Герман (Фрайбург) Решение проблемы Тунгусского феномена. ....	233
А. Ю. Ольховатов (Москва) Геофизические мини-Тунгуски. ....	239
В. В. Рубцов (Харьков) Тунгусский метеорит и проблема палеовизита. ....	242
В. К. Журавлев (Новосибирск), Н. А. Сергиенко (Волгоград) Атомный разбаланс как возможный источник энерговыделения Тунгусского взрыва. ....	259
Б. Ф. Бидюков, В. К. Журавлев (Новосибирск) Спектр альтернативных гипотез	262
<b>Методология тунгусских разработок</b> .....	268
Е. В. Малиновский (Москва) Тунгуска как методологический полигон. ....	268
В. К. Журавлев (Новосибирск) Нерешенные проблемы Тунгусского феномена. ....	270
И. К. Дорошин (Томск) О «парадоксах» проблемы Тунгусского метеорита. ....	280
Б. Ф. Бидюков (Новосибирск) Тунгусский феномен: затруднения интерпретации	296
С. В. Кривяков (Томск) Время конкретных методологических предложений. ....	300
А. А. Любичев (Ульяновск) Уроки самостоятельного мышления. ....	302
<b>Полемика: Геомагнитный эффект Тунгусского взрыва</b> .....	314
В. А. Бронштэн (Москва) Магнитный эффект Тунгусского метеорита. ....	314
К. Г. Иванов (Троицк) Еще раз о проблеме моделирования геомагнитного эффекта Тунгусского падения	315
О. И. Соколова, В. М. Краснов, Н. Ф. Николаевский (Алматы) Изменения геомагнитного поля под влиянием запусков ракет с космодрома Байконур. ....	316
С. М. Кузнецов (Новосибирск) Магнитный эффект Тунгусского «взрыва» .....	320
К. Г. Иванов (Троицк) Комментарий к статье С. М. Кузнецова «Магнитный эффект Тунгусского «взрыва»». ....	322
В. К. Журавлев (Новосибирск) Комментарий к дискуссии о геомагнитном эффекте Тунгусского взрыва	323

<b>Социальный резонанс Тунгусского События</b>	327
С. В. Кривяков (Томск) Тунгусский метеорит как социокультурное явление. . . . .	327
Г. С. Белимов (Волжский) Ноосферный характер загадки Тунгусского метеорита. . . . .	331
О. Г. Литвинова (Томск) Куликовский музейный комплекс. . . . .	334
В. М. Черников (Новосибирск) «Великое противостояние Марса 2003 года». «Баллада о пирожках».	
Стихи	337
<b>Раритеты</b>	339
К «Эффекту Вебера» (пер. Б. Р. Германа)	339
Т. Н. Науменко К истории Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. Наблюдение полета Тунгусского метеорита. . . . .	340
В. М. Черников (Новосибирск), Ю. Л. Кандыба (Калининград) Архивные документы первых экспедиций в район тунгусского взрыва. . . . .	341
<b>Заключение. К 100-летию Тунгусского События: предвестник грядущих катастроф.</b>	344
<b>Наши авторы.</b> . . . . .	347

**Феномен Тунгуски:  
многоаспектность проблемы**  
*Сборник научных трудов*

Ответственный редактор

Б. Ф. Бидюков

Компьютерная верстка В. А. Бидюковой

Рисунок на обложке выполнен О. Г. Литвиновой

Подписано к печати 30.03.08. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Печ. л. 44,25 Уч.-изд. л. 31,50 Тираж 200 экз. Заказ № 139