

## ПОЛОЖЕНИЕ СОЛНЦА В МОМЕНТ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ 30.06.1908г И СОЛНЕЧНАЯ ПРИРОДА ТУНГУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА

**Кучеров В.И.**  
(I. AÑÓ)

На начальной стадии полёта Тунгусское космическое тело (ТКТ) наблюдалось очевидцами приблизительно на угловой высоте Солнца вблизи его диска и представлялось «оторвавшимся от Солнца» [3, 38]. Поэтому определение положения Солнца в момент Тунгусской катастрофы оказывается весьма важным для установления природы ТКТ.

При вычислении азимута и высоты Солнца над горизонтом использованы формулы сферической тригонометрии в применении к параллактическому треугольнику [5], а также эфемериды Солнца [4]. За географические координаты Тунгусской катастрофы приняты координаты «особой» точки  $x_0y_0$ , установленные в работе [33]:  $\lambda = 101^\circ 53' 40''$ ,  $\varphi = 60^\circ 53' 09''$ .

Результаты расчётов азимута и высоты Солнца над горизонтом в момент взрыва ТКТ представлены в таблице.

Ось симметрии азимутов поваленных взрывом ТКТ деревьев по данным работы [34] в первом приближении проходит через точку  $x_0y_0$  под магнитным азимутом  $95 \pm 1^\circ$  к востоку. Эта ось вполне обоснованно связывается с симметрией взрывной волны относительно траектории движения ТКТ и, по мнению авторов работы [34], является проекцией траектории на заключительном участке полёта. На эту же ось примерно в 2,5 км от «особой» точки лесоповала достаточно точно укладывается проекция точки источника ожога деревьев («эпицентр» излучения), установленная в работе [10].

В прямоугольной системе координат местности разрушения от взрыва ТКТ, предложенной в работе [32] и частично представленной на рис.1, «особая» точка имеет координаты:  $x_0=39,2 \pm 0,2$  км,  $y_0=20,7 \pm 0,2$  км, а «эпицентр» излучения:  $x''=39,0 \pm 0,2$  км,  $y''=23,2 \pm 0,2$  км. Квадратами на рис.1 ограничены возможные положения этих точек с учётом погрешностей их определения на местности.

Уравнение прямой, проходящей через точки  $x_0y_0$  и  $x''y''$ , имеет вид:  $2,5x+0,2y-102,14=0$ , азимут  $95^\circ$  к востоку (рис.1). Если учитывать погрешности определения координат точек на местности, то очевидно, что все возможные направления проекции траектории ТКТ должны располагаться между прямыми  $2,1x-0,2y-77,72=0$  и  $2,1x+0,6y-95,28=0$  в пределах азимутов  $84,6 - 105,9^\circ$  к востоку.

Истинное значение величины магнитного склонения и его территориальных изменений в районе Тунгусской катастрофы измерялось в ходе полевых работ метеоритной экспедиции в 1981г [16]. Установлено, что

основная масса результатов из 153 измерений располагается в интервале  $\pm 1,5^\circ$ . При этом, в центральном секторе лесоповалы, представляющем собой огромную котловину, отделённую от других районов поваленного леса кольцом гор, магнитное склонение находится в пределах от  $-0,5$  до  $+0,5^\circ$  [16]. В 1981г магнитное склонение в районе Тунгусской катастрофы имело величину, близкую к нулю, то есть магнитный и истинный меридианы практически совпадали.

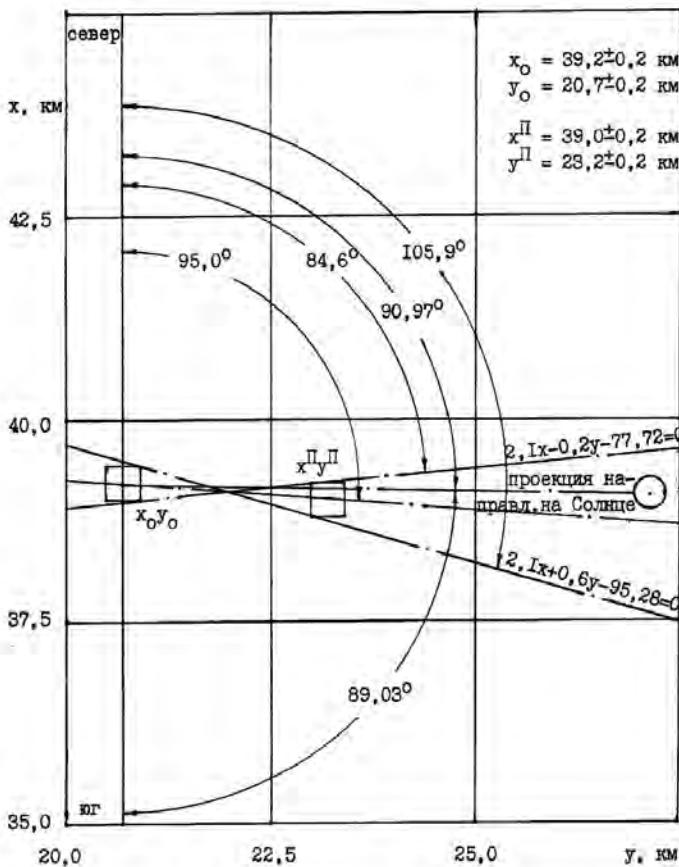


Рис.1. Возможные направления проекции траектории ТКТ и проекция направления на Солнце в прямоугольной системе координат местности разрушения от взрыва ТКТ

Величина годового изменения склонения в районе Тунгусской катастрофы по данным [6] составляет примерно  $-3'$ . За 17 лет, прошедших с момента выбора координат и установления положения точек  $x_0y_0$  и  $x''y''$  изменение магнитного склонения не могло превысить  $1^\circ$ . С погрешностью, не превышающей  $1^\circ$ , азимут проекции направления на Солнце в момент взры-

ва ТКТ вполне обоснованно может быть нанесён на рис.1. Данные этого рисунка показывают, что азимут проекции направления на Солнце ( $90,97^\circ$ ) располагается в возможных пределах азимутов проекции траектории ТКТ ( $84,6-105,9^\circ$ ) и вывод о солнечном происхождении ТКТ представляется вполне естественным и достаточно обоснованным.

Началом траектории ТКТ следует считать недра Солнца, а само тело можно идентифицировать как плазменный сгусток-выброс солнечного вещества в период всплеска активности Солнца, отмеченного в конце второго квартала 1908г (14 цикл активности).

Ещё два достоверных факта свидетельствуют о солнечной природе ТКТ. Начиная с 23 июня 1908г, наблюдатели отмечали ежесуточное усиление свечения ночного неба с кульминацией 30 июня. Примерно в этот же период наблюдалось и появление дифракционного кольца у диска Солнца во время первых и последних 15 минут его пребывания на небосводе. Оба факта прямо связаны с запылённостью верхней и нижней атмосферы дисперсной материей, причём, тем в большей степени, чем ближе к моменту вторжения ТКТ в земную атмосферу [7, 18].

Свечение ночного неба и появление дифракционного кольца у Солнца можно объяснить проникновением в атмосферу Земли высокодисперсных пылевых частиц, ионов, свободных электронов и протонов, сорванных с поверхности сгустка-выброса ТКТ мощным электромагнитным потоком излучения Солнца и высокоскоростным потоком солнечного ветра. С приближением ТКТ к Земле увеличивалась концентрация частиц, достигающих атмосферы, что приводило к ежесуточному усилению свечения ночного неба. Высокодисперсные пылевые частицы, проникающие в атмосферу более глубоко, чем заряженные частицы, ответственные за появление дифракционного кольца [7]. Если учесть, что высокоскоростные потоки солнечного ветра достигают Земли за 1-2 суток, то продолжительность полёта ТКТ от появления до взрыва составляла 7-9 суток при средней скорости полёта 192,3-247,3 км/с.

Многочисленные очевидцы Тунгусского феномена наблюдали ТКТ на расстоянии до 1000 км от места взрыва на высоте около  $27^\circ$ , что согласуется с результатами расчётов, представленными в таблице. ТКТ, как показывают расчёты, наблюдалось на высотах до 700 км, примерно в 5-6 раз превышающих обычные высоты возгорания метеоритов, с расстояния до 1400 км.

Тщательный анализ наблюдений, проведённый в работах [2, 18], показал, что ТКТ сначала было «как Солнце ярким», а к концу пути «во много раз слабее его», «на него можно было смотреть», хотя тело и приблизилось к земной поверхности. Видимая яркость ТКТ к концу полёта уменьшилась в сотни раз, от  $-28$  до  $-21$  звёздной величины и оставила позади всё, что было известно науке ранее [2]. Данные наблюдений, таким образом, прямо свидетельствуют о сравнительно высокой температуре ТКТ ещё до вторжения в плотные слои атмосферы и о существенном отличии этого космического тела как от метеоритов – твёрдых тел с различным химическим составом и структурой, так и от комет – рыхлых

ледяных образований. В отличие от метеоритов ТКТ при движении в земной атмосфере уменьшало свою температуру, т.е. остывало. Расчёты показывают, что температура ТКТ перед вторжением в земную атмосферу имела величину порядка нескольких тысяч градусов. Именно высокая температура сделала возможным наблюдение ТКТ на весьма значительных расстояниях и является, по-видимому, единственным условием, которое позволило космическому телу с очень малой плотностью глубоко проникнуть в толщу земной атмосферы.

Сравнительно высокую температуру ТКТ можно считать причиной теплового ожога, который получили два жителя фактории Ванавара Семёнов С.Б. и Косолапов П.П. Последний был защищён жилым домом от непосредственного воздействия лучистой энергии взрыва ТКТ и это позволило Кринову Е.Л. полагать, что «ожог ... был вызван непосредственным действием лучистой энергии самого болида, который пролетел над Ванаварой за секунду - другую до взрыва» [18].

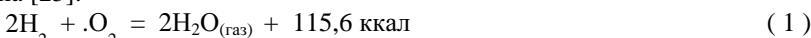
ТКТ характеризовалось не только сравнительно высокой температурой при вторжении в атмосферу Земли. Необычны и агрегатное состояние вещества ТКТ – плазма с конденсатом высокотемпературных окислов, и весьма низкие давление и плотность плазмы, и масса, и размеры, и химический состав тела. Геомагнитное возмущение и перемагничивание почвы в районе катастрофы, кроме того, свидетельствуют о мощном магнитном (электромагнитном) поле ТКТ, удерживающем сгусток-выброс солнечной плазмы в компактном состоянии. Общеизвестно, что магнитное поле способно удерживать не только плазменные сгустки, получаемые в лаборатории [39], но и жидкие металлы (плавка во взвешенном состоянии, магнитный кристаллизатор при разливке), а также транспортные средства (магнитная подвеска поездов). Другим важным фактором, способствующим устойчивости сгустка-выброса ТКТ, по-видимому, можно считать плазмодинамическое обтекание тела высокоскоростным потоком солнечного ветра. Не исключено, что и сложный химический состав водородно-гелиевой плазмы Солнца при определённых условиях способствует образованию устойчивых плазменных сгустков.

По своей природе сгусток-выброс ТКТ наиболее близок, по-видимому, к объектам типа шаровой молнии в земной атмосфере. Существенные отличия заключаются в химическом составе плазмы, её температуре, мощности магнитного (электромагнитного) поля, массе, размерах и времени «высвечивания» энергии лучеиспусканием.

Химический состав ТКТ можно представить составом солнечной атмосферы: 78,4% водорода, 19,8% гелия, 1,8% по массе – суммарное содержание примерно 75 химических элементов (кислорода, углерода, азота, никеля, кремния, железа, серы, магния, кальция, алюминия, натрия, калия и др.), большая часть которых способна образовывать устойчивые химические соединения минералоподобного состава. Принято считать, что химический состав солнечной атмосферы характерен для большей части объёма Солнца за исключением небольшого ядра, в котором меньше водорода [12].

Химический состав ТКТ позволяет установить характер взрыва этого космического тела в атмосфере Земли 30.06.1908г. При вторжении в атмосферу главная составная часть сгустка-выброса – водород начал гореть, уносимый потоком воздуха с поверхности, сразу же после появления достаточного количества кислорода. По свидетельству многих очевидцев, след, возникавший при полёте ТКТ, был светлым, как облако, будучи освещён лучами Солнца, а в тех местах, где он проектировался на Солнце, «были радужные полосы ... синие, зелёные, красные» [2]. Появление этих радужных полос можно объяснить дисперсией солнечного света капельками воды, образовавшейся при горении водорода.

Реакция образования воды из водорода и кислорода сильно экзотермична [25]:



При низких температурах водород с кислородом практически не реагируют. Заметное взаимодействие начинается с температурой около 300°C. При 500° водород полностью соединяется с кислородом за несколько часов, а при нагревании смеси до 700°C реакция образования воды заканчивается практически мгновенно. Взрывной характер образования воды отмечается при температурах смеси 700-1000°C. В интервале температур 2000-4000° реакция (1) обратима, а при температурах более 4000°C вода со взрывом распадается на элементы.

Концентрационные пределы горючести смеси водорода с воздухом при нормальном давлении составляют от 4,0 до 75,2% водорода по объёму [25]. Температура самовоспламенения определяется химическим составом горючей смеси [35]. Смесь водорода с кислородом стехиометрического состава имеет температуру самовоспламенения 525°C. При избытке 15% кислорода по объёму она составляет 475°C. Избыток 13% водорода повышает температуру самовоспламенения до 760°, а такая же примесь азота – до 715°C [35].

Температура самовоспламенения горючей смеси постоянной концентрации является функцией величины давления. В общем случае с понижением давления температура самовоспламенения этих смесей повышается [28].

В газовых горючих смесях узкая зона реакции горения, разделяющая исходный газ от горячих продуктов реакции, распространяется с постоянной скоростью. Если температура горючей смеси достаточно высока и выделяющееся тепло не успевает отводиться от узкой зоны реакции во внешнюю среду, то происходит самоускоряющийся, лавинообразный процесс быстрого повышения температуры и скорости реакции, которые воспринимаются как тепловой взрыв [27].

Взаимодействие ТКТ с воздухом при движении в атмосфере Земли можно представить схемой на рис.2. Для упрощения расчётов форма ТКТ принята шарообразной, близкой к наблюдаемой очевидцами [2, 18]. Так же, как движение любого тела со сверхзвуковой скоростью в атмосфере, движение ТКТ вызывало образование головной ударной волны – «скакча уплотнения» воздуха с повышенными температурой и давлением. Темпе-

ратура фронта ударной волны обычно имеет величину порядка 10000°C и более. В этих условиях молекулы атмосферных газов (азота, кислорода и др.) диссоциированы на атомы, которые подвергались ионизации от действия высокой температуры и высокотемпературного излучения ТКТ. Область ионизации по существу представляла собой слой раскалённой плазмы, состоящей в основном из частично или полностью ионизованных азота и кислорода. Мощное магнитное поле ТКТ, притягивающее из области ионизации заряженные частицы (ионы газов, электроны), по-видимому, можно считать одним из главных факторов, которые способствовали смещению сгустка-выброса с воздухом и образованию сгустка-смеси газов ТКТ.

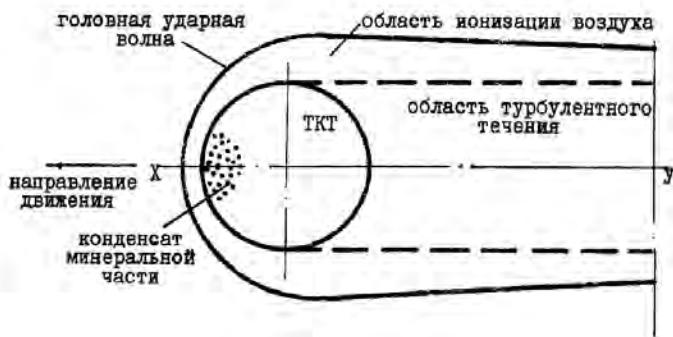


Рис.2. Схема взаимодействия ТКТ с воздухом при движении в атмосфере Земли

В 1950г Скорер Р.С. опубликовал результаты расчётов объёма источника инфразвуковых возмущений от взрыва ТКТ, основанные на анализе микробарограмм английских и сибирских станций. По данным английских станций объём взорвавшегося ТКТ составлял  $1000 \text{ км}^3$ , по микробарограммам сибирских станций –  $880 \text{ км}^3$  [41]. Этим объёмам соответствуют размеры диаметров тел шарообразной формы – 12,4 и 11,8 км.

Энергия взрыва ТКТ по данным разных исследователей составляла от  $2 \cdot 10^{23}$  до  $6 \cdot 10^{24}$  эрг. Наиболее вероятное значение энерговыделения по обобщённым данным работы [13] –  $7 \cdot 10^{23}$  эрг или  $1,67 \cdot 10^{13}$  ккал положим в основу расчётов массы сгустка-выброса ТКТ, его компонентов, а также массы взорвавшегося сгустка-смеси ТКТ.

Количество водорода, необходимое для энерговыделения  $1,67 \cdot 10^{13}$  ккал по реакции (1), составляет  $5,78 \cdot 10^5$  т, а общая масса сгустка-выброса ТКТ, учитывая его водородно-гелиевый состав, должна быть не менее  $7,37 \cdot 10^5$  т, так как, возможно, взрыв произошёл при избыточной концентрации водорода в смеси по сравнению со стехиометрическим соотношением. Количество кислорода, необходимое для окисления установленного

количества водорода, составляет  $4,62 \cdot 10^6$  т, а количество воздуха, смешавшееся со сгустком-выбросом -  $2 \cdot 10^7$  т. Концентрация кислорода в воздухе – 23,1% по массе принята по данным [25]. Общая масса взорвавшегося в атмосфере Земли 30.06.1908 г сгустка-смеси ТКТ составляла не менее  $20,737 \cdot 10^6$  т.

Плотность взорвавшегося сгустка-смеси ТКТ составляла  $2,07 \cdot 10^{-5}$ - $2,36 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>3</sup>, что соответствует плотности воздуха на высоте примерно 14,5 км.

Температуру сгустка-смеси ТКТ при инициировании взрыва можно установить, используя уравнение состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона, которое для смеси газов выглядит так:

$$P \cdot V = M \cdot R \cdot T / \mu, \quad (2)$$

где P, V и T – давление (мм рт. ст.), объём (мл) и температура (°К) газа; M - масса компонентов газовой смеси (г);  $\mu$  – молекулярный вес компонентов смеси (г); R – универсальная газовая постоянная, 62397 мм рт. ст. · мл / град · моль.

Если принять давление плазмы ТКТ равным 0,14 атм, как в фотосфере Солнца [Гибсон, 1977], то температура сгустка-смеси ТКТ при объёме 880 км<sup>3</sup> ( $D_{cr}=11,8$  км) в момент инициирования взрыва составляла ~ 1200°C, а при объёме 1000 км<sup>3</sup> ( $D_{cr}=12,4$  км) ~ 1400°C.

Расчёты показывают, что температура сгустка-выброса ТКТ при вторжении в атмосферу Земли составляла 3000-3700°C, диаметр – 10,6-11,9 км, плотность -  $0,98 \cdot 10^{-6}$ - $1,20 \cdot 10^{-6}$  г/см<sup>3</sup>, что соответствует плотности воздуха на высотах примерно 23-27 км. Размеры ТКТ после смешения с воздухом изменились незначительно, так как увеличение массы тела практически полностью компенсировалось сокращением размеров при охлаждении до температур самовоспламенения.

Отметим, что плотность сгустка-выброса ТКТ на 17-18 порядков превышает плотность солнечного ветра. Космическое тело с подобной плотностью для преодоления магнитного давления поля Земли и глубокого проникновения в её атмосферу по требованиям магнитной гидродинамики должно иметь скорость более 1,6-4,0 м/с. Скорость ТКТ при вторжении в атмосферу и при инициировании взрыва на несколько порядков превышала эти значения. Поэтому, сравнительно низкая плотность ТКТ не могла быть препятствием для проникновения тела в земную атмосферу. Кроме того, сравнительно высокая температура (до 3700°C) позволяла ТКТ легко преодолевать сопротивление атмосферы.

Общее количество воды, образовавшееся в результате взрыва ТКТ в атмосфере Земли 30.06.1908г, составило  $5,2 \cdot 10^6$  т. В жидком виде это количество воды можно представить прямоугольным параллелепипедом с площадью основания 1 км<sup>2</sup> и высотой 5,2 м. Как продукт химической ре-

акции (1), вода в процессе взрыва ТКТ находилась в газообразном состоянии. Выброшенная в окружающее пространство, вода конденсировалась в жидкую и твёрдую (ледяную) фазу в зависимости от температуры и давления в атмосфере. В качестве ядер конденсации и зародышей гетерогенной кристаллизации, способствующим капле- и льдообразованию, выступали мелкодисперсные частицы минеральной части, сконденсировавшиеся в объёме ТКТ при охлаждении до температуры самовоспламенения и выброшенные вместе с водой в атмосферу при взрыве тела.

Часть воды – главного продукта воздушного взрыва ТКТ была выброшена в направлении земной поверхности и достигла её, по-видимому, как в жидком виде, так и в виде кусков льда. Другая часть воды оказалась рассеянной в атмосфере, включая её верхние слои. Некоторое количество высокоскоростных кусков льда могло быть выброшено взрывом в околосземное пространство. В зависимости от массы и скорости разлёта эти куски льда оказывались на орбитах спутников Земли разной высоты и периодов обращения. В последующем они прекращали своё существование либо при прохождении плотных слоёв атмосферы, либо после падения на земную поверхность в виде ледяных метеоритов, заметно увеличивая общее количество болидов, наблюдавшихся во второй половине 1908 г [1].

Многочисленные округлые депрессии, сходные с метеоритными кратерами, которые впервые обнаружил в центре лесоповала Кулик Л.А., по-видимому, являются результатом бомбардировки земной поверхности твёрдофазными продуктами взрыва ТКТ – кусками льда и минералов. Поиски каких-либо минеральных осколков ТКТ при исследовании ряда депрессий, а также путём бурения трёх скважин по бортам и в центре одной из депрессий вплоть до глубины 31,5 м оказались неудачными [20]. Эти поиски безуспешны до сих пор, несмотря на многочисленные экспедиции к месту взрыва ТКТ. Отсутствие кусков, соизмеримых с масштабами кратерообразования, можно объяснить высокоскоростным ударом, плавлением и испарением продуктов взрыва ТКТ при резком торможении на земной поверхности.

По данным Кулика Л.А., в районе взрыва ТКТ «... на бугристых торфяниках ... и в южном болоте имеются следы более высокого уровня воды, а также несомненные следы перенесения и смыва торфяных масс, сдвиг их, собирание торфа в складки и перемешивание его местами с верхними слоями подстилающих его глин ... Несомненные следы наводнения находятся также в согласии с показаниями свидетелей, которые говорят о том, что в момент падения метеорита 1908 г пробило ударом землю и из-под земли несколько дней била кверху вода» [20].

Предположение Кулика Л.А. о том, что «отдельные куски метеорита (в несколько сот тонн, минимум) пробили вечную мерзлоту и достигли водоносного горизонта» [20], который располагается на глубине около 25 м, весьма маловероятно. Для наводнения вполне достаточно и половины того количества воды, которое образовалось при взрыве ТКТ и практически мгновенно оказалось на земной поверхности.

Гигантский водопад продуктов взрыва ТКТ, обрушившийся на земную поверхность, оказал решающее влияние на прекращение лесного пожара тайги. По Кулику Л.А.: «Вся местность в центре бурелома, судя по оставшимся сухим деревьям, обожжена сверху, почва тоже носит следы ожога, а также – новообразований» [20]. «Пожар 1908г в районе падения метеорита был верховой, беглый при скорости ветра 6-10 м/с.... Во время пожара стволы живого леса не горели: обгорала лишь хвоя и мелкие ветки» - такое заключение сделано Флоренским К.П. по результатам работы экспедиции 1961г [35]. Воздействием воды на горящие деревья, по-видимому, можно объяснить образование характерных для Тунгусского пожара обугленных концов веток, похожих на «птичий коготок» по терминологии Кулика Л.А.

Значительная часть воды взрывом ТКТ была выброшена и рассеяна в земной атмосфере, включая её верхние слои. По заключению автора работы [2], основанному на показаниях очевидцев, высота фонтана взрыва ТКТ составляла более 35-40 км. Появление солнечного гало необычайной интенсивности и рекордной продолжительности (наблюдалось в течение трёх дней – 30 июня, 1 и 2 июля 1908г), а также ложных солнц [7] в соответствии с представлениями работы [31] следует считать результатом преломления солнечного света в ледяных кристалликах омагниченной воды и прямо указывает на наличие большого количества этой воды в верхних слоях атмосферы. По мнению авторов работ [26, 14], именно мелкие кристаллики льда на больших высотах вызывали эффект свечения ночного неба в ближайшие несколько суток после взрыва ТКТ. Выносу продуктов взрыва на очень большую высоту над поверхностью Земли способствовало значительное количество легчайших газов: инертного гелия и, возможно, водорода (избыточного) в составе ТКТ. Прекращение оптических аномалий после взрыва ТКТ можно объяснить, во-первых, диссоциацией воды под действием солнечного излучения, во-вторых, укрупнением кристалликов льда по схеме испарение – осаждение и перемещением их в более низкие слои атмосферы.

Поглощённое с воздухом количество азота в составе сгустка-смеси ТКТ составляло  $15,1 \cdot 10^6$  т, т.е. примерно 75% от его массы. В условиях состояния вещества ТКТ и его химического взрыва (сравнительно высокие температура и давление, высокая степень ионизации элементов) азот способен реагировать с кислородом, образуя сначала окись (NO), а затем и двуокись азота ( $\text{NO}_2$ ), хорошо растворимые в воде с образованием азотной и азотистой кислот [23]. Болезнь оленей - «царапка» (чесотка), отмеченная в работе [30], по-видимому, связана именно с ожогом кожи животных этими кислотами. Бурный рост растительности в районе Тунгусской катастрофы можно связывать с выпадением на Землю большого количества азотосодержащих химических соединений после взрыва ТКТ, как это предполагается в работе [15]. По мнению российских, итальянских и немецких исследователей с кислотными дождями в районе Тунгусской катастрофы выпало примерно 200 тыс. тонн азота [<http://www.akado.com/news/document20138/>]. Следы подобных

кислотных дождей обнаружены при раскопках отложений на границе мела и палеогена (66 млн. лет назад), когда после столкновения с крупным космическим телом на Земле вымерло большинство видов живых существ, включая динозавров. В древних отложениях, а также в районе Тунгусского падения кроме остатков азотной кислоты отмечена повышенная концентрация иридия [22], что свидетельствует о близкой природе обоих космических тел.

### Результаты расчётов азимута и высоты Солнца над горизонтом в момент взрыва Тунгусского космического тела 30 июня 1908 года

Источник данных	Время взрыва ТКТ		Азимут Солнца, градус		Высота Солнца, градус
	всемирное	местное	астрономический	геодезический	
Сейсмограммы Иркутской обсерватории [25]	0ч 17,2м	7ч 04,8м	-88,64	91,36	27,54
Звуковые эффекты на 5 метеостанциях Сибири [25]	0ч 16,0м	7ч 03,6м	-88,93	91,07	27,39
Барограмма Слуцка [3]	0ч 15,0м	7ч 02,6м	-89,13	90,87	27,27
Барограмма Петербурга [3]	0ч 17,6м	7ч 05,2м	-88,49	91,51	27,63
Барограммы 13 метеостанций Сибири [3]	0ч 16,6м	7ч 04,2м	-88,78	91,22	27,47
Барограммы 5 метеостанций Англии [18]	0ч 10,6м	6ч 58,2м	-89,90	90,10	26,74
Сейсмограммы станций Иркутска, Ташкента, Тифлиса и Иены [24]	0ч 13,6м	7ч 01,2м	-89,44	90,56	27,11

Среднее арифметическое значение:  $-89,03 \pm 0,49^\circ$   $90,97 \pm 0,49^\circ$   $27,30 \pm 0,31^\circ$

Масса химических элементов, способных при охлаждении сгустка выброса ТКТ образовывать в результате конденсации и кристаллизации твёрдые фазы (минералоподобные химические соединения, сплавы), составляла  $13,3 \cdot 10^3$  т. Если пренебречь массой кислорода, который был захвачен ТКТ и оказался связанным в окислы различных химических элементов, принять плотность минеральной части ТКТ такой же, как средняя плотность Земли -  $5,6 \text{ т}/\text{м}^3$ , то её объём можно представить кубом с ребром около 13,5 м.

По данным работы [29] количество мелкодисперсного космического вещества, выпавшее в области лесоповала после взрыва ТКТ, составляет  $3,83-5,64 \cdot 10^3$  т. Это количество вполне согласуется с тем, которое получено в настоящей работе, если учесть, что значительное количество минеральной части ТКТ взрывом рассеяно на гигантских площадях земной поверхности, а также выброшено в атмосферу на высоты до 470 км. Некоторые высокоскоростные куски минеральной части так же, как и куски льда могли быть выброшены в околоземное пространство на различные орбиты спутников Земли, а затем, в зависимости от массы и скорости, либо сгорали при прохождении плотных слоёв атмосферы, либо падали на земную поверхность в виде метеоритов и тектитов различного типа.

Можно достаточно обоснованно предполагать, что утраченные метеориты, выпавшие утром 30 июня 1908г в районе г Канска близ разъездов Филимоново, Лялька [19, 21] и на Костроминой Заимке [8], а также метеорит «Кагарлык», выпавший через ~1,5 часа после взрыва ТКТ на Украине и указанный в Кратком каталоге метеоритов СССР на 1 января 1976г под № 73 [17], являются кусками минеральной части ТКТ. Весьма вероятно, что значительная часть твёрдофазных продуктов взрыва ТКТ, выброшенная на высокие околоземные орбиты, выпала на Землю 9.02.1913 г в виде потока «Кириллид», который наблюдали многие жители североамериканского материка и сопредельных районов [11].

### *Литература*

1. Анфиногенов Д.В., Будаева Л.И. Болиды лета-осени 1908г в средних широтах Евразии в связи с проблемой Тунгусского метеорита // Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск, Наука, 1984. с. 22-29
2. Астапович И.С. Большой Тунгусский метеорит. II. Результаты исследования// Природа. 1951. № 3, с. 13-23
3. Астапович И.С. Новые материалы по полёту большого метеорита 30 июня 1908 г в Центральной Сибири // Астрономический журнал. 1933. Т. 10, № 4, с. 465-486
4. Астрономический календарь. Переменная часть. Ежегодник. М.: Наука, 1987
5. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. М., Наука, 1983
6. Бубнов И.А., Кремп А.И., Фолимонов С.И. Военная топография. М., Воениздат МО СССР, 1953

7. Васильев Н.В., Журавлëв В.К., Журавлëва Р.К. и др. Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита. М., Наука, 1965
8. Владимиров Е.И. Метеориты в бассейне реки Енисей // Взаимодействие метеоритного вещества с Землёй. Новосибирск, Наука, 1980. с. 227-235
9. Вознесенский А.В. Падение метеорита 30 июня 1908г в верховьях реки Хатанги // Мироведение. 1925. Т. 14, № 1, с. 25-38
10. Воробьёв В.А., Дёмин Д.В. Новые результаты исследования термических поражений лиственниц в районе падения Тунгусского метеорита // Вопросы метеоритики. Томск, ТГУ, 1976. с. 58-63
11. Воробьёв Г.Г. Что вы знаете о тектитах? М., Наука, 1966
12. Гибсон Э. Спокойное Солнце. М., Мир, 1977
13. Долгов Ю.А. К итогам работы комиссии по метеоритам и космической пыли СО АН СССР // Взаимодействие метеоритного вещества с Землёй. Новосибирск, Наука, 1980. с. 3-21
14. Зоткин И.Т. Об аномальных оптических явлениях в атмосфере, связанных с падением Тунгусского метеорита // Метеоритика. 1961. Вып. 20, с. 40-53
15. Иванов Г.А., Костененко В.И. Возможные последствия воздействия солнечной радиации в момент падения Тунгусского метеорита // Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск, Наука, 1984. с. 80-82
16. Кардаш А.В. О магнитном склонении в районе падения Тунгусского метеорита // Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск, Наука, 1986. с. 77-80
17. Кринов Е.Л. Краткий каталог метеоритов СССР на 1 января 1976г // Метеоритика. 1976. Вып. 35, с. 115-135
18. Кринов Е.Л. Тунгусский метеорит. М.-Л. Изд. АН СССР, 1949
19. Кулик Л.А. Затерянный Филимоновский метеорит 1908г // Мироведение. 1921. Т. 10, № 1(40), с. 74-75
20. Кулик Л.А. К 25-летию Тунгусского метеорита // Мироведение. 1933. Т. 22, № 2, с. 63-66
21. Кулик Л.А. К истории болида 30.06.1908г // Докл. АН СССР. 1927. Сер. А. № 23, с. 393-398
22. Назаров М.А. и др. Вещественные следы Тунгусского болида // Геохимия. 1990. № 5, с. 627-639
23. Некрасов Б.В. Курс общей химии. М-Л.: Госхимиздат, 1953. с. 360-381
24. Пасечник И.П. Уточнение времени взрыва Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г по сейсмическим данным // Космическое вещество и Земля. Новосибирск, Наука, 1986. с. 62-69
25. Перельман В.И. Краткий справочник химика. М., ГХИ, 1963
26. Святский Д. Иллюминация сумерек // Природа и люди. 1908. № 37, с. 665-666
27. Семёнов Н.Н. Развитие теории цепных реакций и теплового воспламенения. М., Знание, 1969
28. Семёнов Н.Н. Цепные реакции. М., Наука, 1986
29. Соботович Э.В., Ковалюх Н.Н., Васильев Н.В. и др. Оценка степени космогенности силикатной составляющей почв из района падения Тунгусского метеорита по радиоуглеродным данным // Взаимодействие метеоритного вещества с Землёй. Новосибирск, Наука, 1980. с. 80-87
30. Суслов И.М. К розыску большого метеорита 1908 года // Мироведение. 1927. Т. 16. № 1, с 13-18

31. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Беседы о преломлении света. М., Наука, 1982
32. Фаст В.Г. К определению эпицентра взрыва Тунгусского метеорита по характеру вывала леса // Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 1. Томск, ТГУ, 1963. с. 97-104
33. Фаст В.Г. Статистический анализ параметров Тунгусского вывала // Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 2. Томск, ТГУ, 1967. с 40-62
34. Фаст В.Г., Баранник А.П., Разин С.А. О поле направлений повала деревьев в районе падения Тунгусского метеорита // Вопросы метеоритики. Томск, ТГУ, 1976. с. 39-52
35. Флоренский К.П. Предварительные результаты Тунгусской метеоритной комплексной экспедиции 1961г // Метеоритика. 1963. Вып. 23, с. 3-29
36. Хитрин Л.Н. Физика горения и взрыва. М., МГУ, 1957
37. Эпитеткова Л.Е. Новые показания очевидцев падения Тунгусского метеорита // Вопросы метеоритики. Проблема Тунгусского метеорита. Томск, ТГУ, 1976. с. 20-34
38. Явнель А.А. Момент пролёта и траектория Тунгусского метеорита по данным, собранным в 1908 году // Астрон. вестн. 1991. Т. 25. № 4, с. 505-511
39. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М., Наука. 1977
40. Bostick W.H. Experimental Study of Plasmoids // Phys. Rev., 1957. V. 106. Ser. 2. № 3, p. 404-412
41. Scorer R.S. The dispersion of a pressure pulse in the atmosphere // Proc. Roy. Soc. 1950. A 201. № 1064, p. 137-157.

Ключевые слова: Солнце, Тунгусский феномен, Тунгусское космическое тело (ТКТ), комета , взрыв, ударная волна, температура, давление, концентрация, вода, водород, кислород, азот, гелий

Ñòàòüÿ í ðåëàâåëåí à Ëðààêöèí í í û è ññ åâðî í «Àåñòí è è í ÄÑÓ».