

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 525.7

След Тунгусского космического тела и Чебаркульского метеорита

О.Г. Гладышева*

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26*

Поступила в редакцию 21.03.2013 г.

Взаимодействие с атмосферой Тунгусского космического тела и Челябинского объекта (Чебаркульского метеорита) имеет много общих черт. И в том и в другом случае на высотах мезопаузы было отмечено появление паров воды, что связано с дроблением объектов еще до входа в плотные слои атмосферы. Радужные полосы, наблюдавшиеся в следе Тунгусского тела, вероятно, связаны с преломлением и отражением солнечных лучей в горизонтальном (паргелическом) кольце. Формирование выбросов в структуре Челябинского объекта со скоростью около 1 км/с (что характерно для комет), как и дробление тела вне атмосферы, заставляют предположить кометную природу Челябинского объекта.

Ключевые слова: Тунгусское космическое тело, Челябинский объект (Чебаркульский метеорит); the Tunguska cosmic body, the Chelyabinsk object (Chebarkul meteorite).

Введение

Тунгусская катастрофа, произошедшая 30 июня 1908 г., оказала мощное воздействие на атмосферу Земли. Только в 1908 г. вышло около сотни публикаций, касающихся аномальных явлений, наблюдавшихся на гигантской территории от Сибири (Красноярска) на востоке до Великобритании на западе. С южной стороны граница аномальной зоны достигла Черного моря. Светлые ночи, в которые можно было спокойно читать мелкий шрифт газеты, и необычайно красочные закаты были отмечены во многих населенных пунктах с 30 июня до 2 июля. Солнечные гало различных конфигураций наблюдались почти месяц после катастрофы. Эти явления связаны с развитием поля серебристых облаков площадью около 10 млн км² [1, 2] и, соответственно, с внесением в земную атмосферу $\geq 10^{10}$ кг воды, что позволяет считать Тунгусское космическое тело кометой [3, 4].

После Тунгусской катастрофы было зафиксировано изменение поляризации солнечного света, проявившееся в смещении точек Бабинье и Араго [5]. Изменение прозрачности атмосферы отметили обсерватории Франции и Соединенных Штатов [5]. Эти эффекты связаны с внесением космическим телом пыли в земную атмосферу. Существенное уменьшение озона было зарегистрировано в обсерватории Маунт Вильсон (Калифорния) [6].

Челябинское событие, обозначаемое как падение Чебаркульского метеорита, произошло 15 февраля 2013 г. Космическое тело взорвалось в атмосфере

и сторело, оставив после себя след, наблюдавшийся длительное время.

В настоящей статье уделяется внимание такому необычному атмосферному явлению, наблюдавшемуся во время Тунгусской катастрофы, как радуга в следе космического тела. Кроме того, рассматриваются особенности следа, сформированного Челябинским объектом, с целью определения природы этого объекта.

1. Характерные черты следа Тунгусского тела

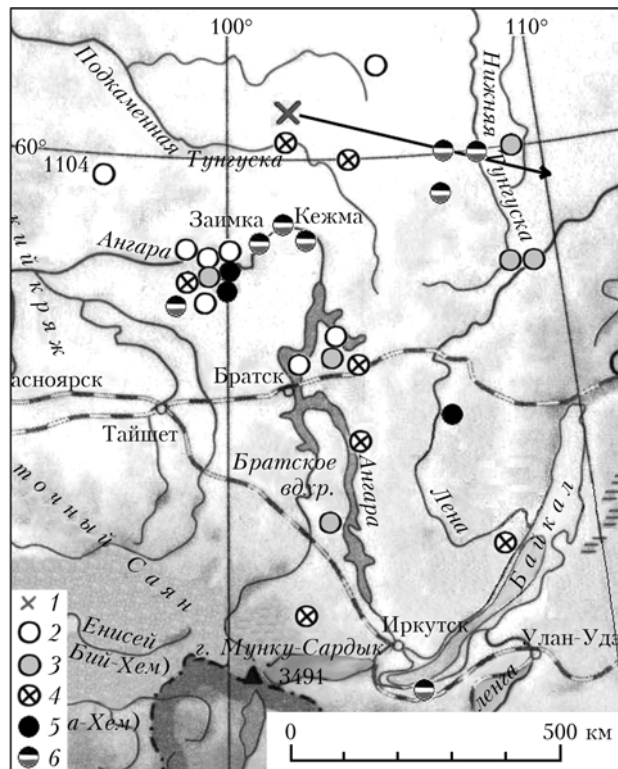
Полет Тунгусского космического тела видели многие тысячи людей. В каталоге [7] приведено более сотни описаний формы, цвета, размера летящего объекта, а также оценено время его полета. Обобщение результатов этих наблюдений сделано в работе [8]. Важно отметить, что почти в 60 сообщениях очевидцы обратили внимание на полосу (хвост, след), оставленную пролетевшим объектом и видимую какое-то время спустя. В большинстве случаев след описывается как однородный непрерывный, одноцветный, охватывающий значительную часть неба. Однако в 15 сообщениях отмечается радужная окраска этого следа. Вот, например, сообщение из Кежмы: «...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 проложено. Разноцветные, как в радуге» [7].

Если предположить, что след состоял из пыли и разные цвета связаны, например, с размером или

* Ольга Гарibaldiовна Гладышева (Olga.Gladysheva@mail.ioffe.ru).

какими-то другими свойствами пылинок, то трудно объяснить большое расстояние между объектом и следом. Скорее всего, веществу, из которого состоял след, требовалось какое-то время для формирования отражающей поверхности. Наиболее вероятно, что из объекта при нагревании или горении выделялась вода. Пары воды в атмосфере визуально не видны, они наблюдаются невооруженным глазом лишь как сформировавшиеся облака, т.е. сброшенному веществу требовалось время на конденсацию либо кристаллизацию.

Цветные полосы в следе располагались, скорее всего, вдоль траектории движения. «А по небу летело тело. От него в разные стороны отходили полосы разного цвета. Полос было не менее 10» [7]. Солнце в момент полета тела находилось на высоте около 27°, направление на Солнце из эпицентра показано на рисунке.



Населенные пункты, в которых наблюдались полосы, оставшиеся после пролета Тунгусского космического тела: 1 – эпицентр взрыва; 2 – белый, светлый или светящийся след; 3 – огненный; 4 – красный; 5 – синий или голубой; 6 – многоцветный или радужный. Стрелкой показано направление на Солнце

Космическое тело летело достаточно полого, угол наклона его траектории к горизонту оценивается в 28–30°. Кроме того, на заключительном участке траектории направление полета тела практически совпадало с линией «Солнце–эпицентр». Важно отметить, что радужные цвета в следе наблюдались, главным образом, из населенных пунктов, наиболее близко расположенных к эпицентру (рисунок).

Что можно сказать о природе радужных полос? Для населенных пунктов, расположенных на Нижней Тунгуске, еще можно было бы связать радужные полосы с преломлением света в каплях воды, т.е. с реальной радугой. Однако для ангарских наблюдателей углы, под которыми должна быть видна радуга, получаются слишком большими. Следовательно, вероятнее всего, мы имеем дело с ледяными кристаллами.

В Кежме (214 км к югу от эпицентра) радужные полосы наблюдались как во время полета объекта, так и над местом захода объекта за горизонт. Для очевидца из Заимки (254 км к югу) область, в которой были отмечены цветные полосы, поднималась над горизонтом на высоту 30° и имела угловую ширину примерно 50°. По словам очевидцев, полосы были прямыми и ровными, а у горизонта воспринимались как чуть наклонные к востоку столбы. Вот сообщение из Заимки: «Утром. Туч не было. Стрельба шла от севера. Окошки звенели, полосы шли снизу вверх: красные, синие (показала на светло-голубое трико). Как радуга-дуга: синие (голубые) и красные (багровые). Толщина полос немного меньше солнца, раза в 3. Как столбы шли ровные» [7].

Можно предположить, что очевидцы наблюдали радужную окраску горизонтального (паргелического) кольца – одного из видов солнечного гало. В пользу этого говорит, во-первых, наличие белого цвета в середине радужного спектра, т.е. имело место отражение солнечных лучей. Во-вторых, полосы наблюдались на той же высоте, на которой располагалось Солнце, т.е. на высоте около 27° над линией горизонта. Это явление аналогично так называемой «огненной радуге» – горизонтальной радужной дуге, наблюдавшейся на фоне стратосферных облаков.

2. След Челябинского космического тела

По ряду признаков Челябинское космическое тело (Чебаркульский метеорит), упавшее 15 февраля 2013 г., очень близко к кометам и, соответственно, к Тунгусскому космическому телу. На фотографии следа Челябинского тела, сделанной европейским геостационарным спутником Meteostat-10, отчетливо видно облако пара, возникшее в результате вторжения объекта в земную атмосферу. Вполне вероятно, что Челябинский объект, как и Тунгусское тело, раздробился еще внутри магнитосферы Земли [3]. Выделившаяся при дроблении вода образовала кристаллы на высоте мезосферных облаков (около 82 км), что и наблюдалось с орбиты как белая пелена на верхней кромке атмосферы. Именно в таком виде космонавты наблюдают серебристые облака из пилотируемых космических кораблей [9]. Эти пары воды не были видны с Земли, так как слой облаков оказался слишком тонким для визуального наблюдения.

В пользу дробления объекта внутри магнитосферы свидетельствует большая площадь, где было зарегистрировано явление. Она охватывает Челябинскую, Свердловскую, Тюменскую области и Казахстан. Основной урон от этого события пришелся на шесть населенных пунктов Челябинской области (гг. Еманжелинск, Копейск, Коркино, Южноуральск, Челябинск и с. Еткуль). Объект наблюдали в Костанае (265 км от Челябинска), а в с. Боровское (239 км от Челябинска) слышали рокот взрыва. Важно отметить, что до Кыштыма и Озерска (80 км от Челябинска) звук не дошел.

Высоту дробления можно оценить по расстоянию, на которое разлетелись осколки от основной траектории L . Для космических объектов зафиксирована максимальная скорость разлета фрагментов $V = 0,5$ км/с, с такой скоростью разлеталась оболочка при взрыве кометы Холмса. Принимая минимальное отклонение фрагмента от первоначальной траектории тела как $L = 200$ км, мы получаем время полета этого фрагмента $t = L/V = 400$ с и, следовательно, определяем высоту взрыва над поверхностью Земли как 8000 км (при скорости тела 20 км/с).

В следе Челябинского космического тела отчетливо были видны две полосы, т.е., уже находясь в атмосфере, на высоте 30–60 км он в очередной раз раздробился. О том, что после взрыва объект разделился на несколько частей (не меньше трех), сообщили летчики экипажа лайнера Bombardier CRJ-200 Татарстанской авиакомпании «Ак Барс Аэро», которые наблюдали это явление в самолете, идущем на посадку. О дроблении Челябинского тела также свидетельствуют множественные взрывы, звучавшие уже после того, как на небе «нарисовалась» двойная полоса.

В тунгусском событии эллипс рассеяния вещества космического тела имеет оси $\sim 4000 \times 2000$ км [3], а дробление объекта в полете наблюдали многочисленные очевидцы. Из наиболее удаленной от траектории полета точки (вблизи Красноярска) явление выглядело так: «Нам казалось, что метеорит летел не так уж высоко. При полете от него отделялись большие светлые полосы, и эти полосы продолжали свой путь вслед за метеоритом» [7]. Другими словами, в процессе дробления Тунгусского тела от него отделялись фрагменты, которые оставляли за собой след в виде полосы, аналогично тому, что наблюдалось в Челябинске.

Следует отметить, что в челябинском событии не все фрагменты, на которые развалилось тело, наблюдались визуально. Лишь два фрагмента оставили после себя четко видимый «кудрявый» облачный след. Высота этого следа, сохранявшегося длительное время, скорее всего, приходилась на стратосферный минимум температуры. Наблюдая образование этого следа, очевидцы отмечали, что вещество выбрасывалось из объекта взрывным образом, причем скорость формирования этих выбросов была близка к 1 км/с. Важно отметить, что подобная скорость характерна для выброса вещества в виде струй из кометных ядер [10].

Таким образом, по следам, которые оставило Челябинское космическое тело в атмосфере, можно предположить, что оно имело кометную природу. Кроме того, следует добавить, что для испарения метеорита нужны скорости более 30 км/с, а не 18–23 км/с, как наблюдалось в Челябинском событии.

Заключение

Радужная окраска следа Тунгусского космического тела, связанная с преломлением и отражением света ледяными кристаллами на высоте расположения горизонтального (паргелического) кольца, в очередной раз свидетельствует о кометной природе этого объекта.

Есть основания полагать, что Челябинское космическое тело, называемое Чебаркульским метеоритом, является не метеоритом, а кометой. Это ни в коей мере не противоречит находкам фрагментов хондрита вблизи места разрушения объекта. Обнаруженные у метеорита жилы плавления свидетельствуют о том, что он претерпел столкновение еще в космосе. Если комета прошла вблизи зоны космической катастрофы, где столкнулся с чем-то метеорит, она, являясь рыхлым телом, могла «прихватить» с собой разлетевшиеся фрагменты. Возможно, комета сама участвовала в данной катастрофе, поскольку ее размер (около 17 м) существенно меньше среднего размера комет (около 1 км).

О кометной природе Челябинского объекта свидетельствуют:

1) пары на верхней кромке атмосферы. Наиболее вероятно, что это водяные пары, появление которых необъяснимо исходя из метеоритной природы тела. Вода в виде паров не может проникнуть сквозь земную магнитосферу [3], она должна быть внесена крупными объектами, развал которых приводит к выделению молекул воды;

2) дробление объекта еще до входа в плотные слои атмосферы, которое следует из большой площади наблюдения явления. Метеориты начинают дробиться и разваливаться на высотах менее 60 км;

3) облачный след, структура которого формировалась взрывными выбросами вещества со скоростью около 1 км/с.

Автор благодарит Президиум РАН за финансовую поддержку исследований (22-й проект). Особая благодарность очевидцу челябинского события Гладышеву Сергею Гарibaldiовичу за ценную информацию.

1. Шенрок А. Заря 17(30) июня 1908 г. // Ежемесячный метеорол. бюлл. Николаевской главной физической обсерватории. 1908. № 6. С. 1–4.
2. Зоткин И.Т. Об аномальных оптических явлениях в атмосфере, связанных с падением Тунгусского метеорита // Метеоритика. 1961. Вып. 20. С. 40–53.
3. Гладышева О.Г. Атмосферные аномалии лета 1908 г.: вода в атмосфере // Геомагн. и аэроном. 2011. Т. 51, № 5. С. 708–715.

4. *Гладышева О.Г.* Атмосферные аномалии лета 1908 г.: свечение атмосферы // Геомагн. и аэроном. 2012. Т. 52, № 4. С. 554–561.
5. *Васильев Н.В., Журавлев В.К., Журавлева Р.К., Ковалевский А.Ф., Плеханов Г.Ф.* Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита. М.: Наука, 1965. 112 с.
6. *Turco R.P., Toon O.B., Park C., Whitten C., Pollack J.B., Noerdlinger P.* An analysis of the physical, chemical, optical, and historical impacts of the 1908 Tunguska Meteor Fall // *Icarus*. 1982. V. 5, N 1. P. 1–52.
7. *Васильев Н.В., Ковалевский А.Ф., Разин С.А., Эпикметова Л.Е.* Показания очевидцев тунгусского падения [Каталог]. Томск: Изд-во ТГУ, 1981. 304 с.
8. *Gladysheva O.G.* Eyewitnesses about the Tunguska cosmic body // *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 2013. V. 48, iss. 1. P. 1–7.
9. *Лазарев А.И., Коваленок В.В., Савиных В.П.* Визуально-инструментальные наблюдения с «Салюта-6». Л.: Гидрометеиздат, 1983. 136 с.
10. *Беляев Н.А., Чурюмов К.И.* Комета Галлея и ее наблюдение. М.: Наука, 1985. 272 с.

O.G. Gladysheva. Traces of Tunguska space body and Chebarkul meteorite.

The interaction of the Tunguska cosmic body and the Chelyabinsk object (Chebarkul meteorite) with the atmosphere has many common characteristics. The water vapor, caused by fragmentation of objects before their penetration in the atmosphere, was registered at the altitude of the mesopause in both events. The rainbow bands, which were seen in the tail of the Tunguska body, are connected with refraction and reflection of sunny rays in horizontal (parhelic) ring. A forming of explosion rejections of the substance from the Chelyabinsk object with a speed of ~ 1 km/s (which is typical for comets) and a fragmentation of the object outside the atmosphere lead to conclusion about the comet nature of the Chelyabinsk object.