

АКТУАЛЬНО

Челябинск-2013: что могло быть?

За неделю, прошедшую со времени падения метеорита под Челябинском, появилось много новой информации о нём самом и последствиях его взрыва. Становится всё более понятным, что Челябинску на самом деле крупно повезло — оказался траектория пролёта всего на 30 км севернее, а угол входа в атмосферу чуть круче, последствия для миллионного города могли быть совсем иными.

Об этом рассказывает доктор физико-математических наук Вячеслав Константинович Гусьяков, заведующий лабораторией изучения цунами ИВМиМГ СО РАН, чья первая статья о Челябинском метеорите была опубликована в № 8 нашей газеты. В беседе также принимает участие молодой сотрудник лаборатории кандидат физико-математических наук Иван Амелин, физик по образованию, который занимается проблемой энергетических оценок импактных взаимодействий.

Вечером в пятницу 22 февраля 1-й канал показал фильм «Челябинский метеорит: семь дней спустя», в котором было много впечатляющих кадров, показывающих то близкое к шоку состояние, охватившее многих челябинцев после яркой вспышки в синем утреннем небе. За вспышкой последовал грохот взрыва, сопровождавшийся завыванием автомобильных сирен, лаем собак и звоном битого стекла, с быстро возникшими заторами на дорогах, «положенной» сотовой связью и полным отсутствием внятной информации от властей о происшедшем.

В фильме приведено много эмоциональных комментариев жителей города, в том числе очень точное, на наш взгляд, высказывание директора Уральского машиностроительного завода, цеха которого выглядели как после воздушного налёта: «Такой стихии в мирное время мы ещё не переживали. Люди приходят в себя, но ощущение, что мы не так защищены, как может быть думали до этого, остаётся».

Стали известны результаты первых анализов частиц метеорита, собранных вокруг полыньи на озере Чебаркуль. Он оказался классическим хондритом, т.е. каменным метеоритом с небольшой примесью железа. К анализу данных о траектории падения метеорита подключились наконец астрономы и эксперты по баллистике. Были определены координаты главной вспышки (54,84°N, 61,45°E) и её высота (21 км), азимут траектории пролёта (279,5°), наклон траектории на начальном (9°) и заключительном (16,5°) участках.

Размер падавшего тела оценивается величиной 15—17 метров, вес около пяти с половиной тысяч тонн. Это много по обычным человеческим меркам, но для Солнечной системы — только одна из тех космических песчинок, несколько миллионов которых вращаются вокруг Солнца в поясе астероидов, находящемся между орбитами Марса и Юпитера. Когда следующая такая «песчинка» окажется на пути Земли, и где она упадёт — этого никто пока, к сожалению, сказать не может. Но о том, что это произойдет ещё до конца этого десятилетия, можно говорить с уверенностью.

Вот небольшой экскурс в историю таких столкновений, случившихся на протяжении последнего столетия.

30 июня 1908 года, Подкамменная Тунгуска. Болидный взрыв на высоте около 10 км положил тилгу на площади более 2000 квадратных километров. Пролёт раскалённого шара наблюдался на огромной территории от Алтая до Восточной Сибири, тротиловый эквивалент взрыва оценивается величиной 5—15 Мт. Принято считать, что это единственная достоверная космическая катастрофа такого масштаба, случившаяся в историческое время, однако, по-видимому, это не так.

Стив Хатчеон, австралийский член группы HIWG, недавно обнаружил убедительные свидетельства подобной катастрофы, возможно ещё большего масштаба, происшедшей на южном побережье Австралии в последней четверти XVIII века, незадолго до прибытия туда первых европейцев («Наука в Сибири» писала об этом в № 36 за 2012 год). Там остатки поваленных деревьев (причём не хилых сибирских лиственниц, а 50—60 метровых гигантов-эвкалиптов, составлявших в то время основу австралийского дождевого леса) обнаружены на площади почти вчетверо большей, чем на Тунгуске.

13 августа 1930 года. Тройной болидный взрыв с эквивалентом не менее 500 килотонн вызвал пожар и обширный вывал леса в бас-



сейне реки Курака в труднодоступном районе на стыке границ Бразилии и Перу. Немногие очевидцы рассказывали, что небо перед ударом окрасилось в зловещие тёмно-красные цвета, а за взрывами последовало выпадение красной пыли. Ввиду удалённости района и сложной военно-политической обстановки того времени какое-либо экспедиционное обследование этого падения так никогда и не было проведено.

11 декабря 1935 года, Британская Гвиана. Взрыв ещё большего болида (по некоторым оценкам до одной мегатонны) и опять над практически ненаселёнными районами тропических джунглей.

12 февраля 1947 года, хребет Сихотэ-Алинь. Крупный метеорит пролетел с северо-восточного направления над Приморьем, оставив дымный след, и упал в тайге, покрыв горные склоны воронками на площади почти два квадратных километра. Общий вес выпавших металлических осколков оценивается величиной в 70 тонн, диаметр наибольшей воронки достигал 27 метров.

Чулымский болид вошёл в земную атмосферу вечером 26 февраля 1984 года и взорвался на высоте около 30 км к северу от Томска в районе реки Чулым. Взрыв имел мощность более 10 килотонн и породил воздушную волну, ощущавшуюся в радиусе 150 км. В полёте болид наблюдался как чрезвычайно яркий объект с хвостом оранжевого цвета. Несмотря на предпринимавшиеся поиски, никаких остатков космического тела на земле не было найдено.

В северной Италии огненный болид пересёк ночное небо с юго-запада на северо-восток в ночь на 10 января 1993 года и взорвался на высоте около 30 км над небольшим городком Луго в провинции Романья, разбудив и сильно напугав всех его жителей. Тротиловый эквивалент взрыва оценивается величиной 10 килотонн.

Рано утром 6 июня 2002 года ослепительный болидный взрыв наблюдался над восточной частью Средиземного моря в районе между Кипром и побережьем Ливии. По оценкам сети станций, записавших сейсмический сигнал, мощность взрыва составила 26 килотонн. Взрыв болида произошёл во время вооружённого противостояния Индии и Пакистана и вызвал опасения, что он мог спровоцировать обмен ядерными ударами между ними, случись он над районом этого конфликта.

Крупный Витимский болид пролетел над северным Забайкальем в ночь с 24 на 25 сентября 2002 года. Его пролёт сопровождался значительными световыми, звуковыми и электромагнитными явлениями. В поселке Мама Мамско-Чуйского района Иркутской области, ближайшем к месту предполагаемого падения метеорита, при отключённом электроснабжении вполнакала горели лампочки в домах. Были сообщения об обнаруженном в предполагаемом районе падения пожарище и вывале леса площадью до 60 кв. километров, но их связь с на-

блюдавшимся пролётом небесного тела так и не была убедительно доказана.

Мощная световая вспышка была зафиксирована очевидцами и записана несколькими камерами видеонаблюдения примерно в 0:47 местного времени 8 февраля 2009 года в городе Ишиме Тюменской области. Малое число очевидцев не даёт возможность точно оценить место вспышки, но она произошла где-то в районе 56,5°N и 69,6°E, что находится всего в 550 км к северо-востоку от места взрыва Челябинского метеорита.

Утром 8 октября 2009 года около 11:00 по местному времени пролёт ослепительного шара, закончившийся яркой вспышкой и взрывом, наблюдали жители большого индонезийского острова Сулавеси, в панике начавшие покидать свои дома. Эксперты оценили мощность взрыва в 50 килотонн.

Список этот далеко не полный, но сказанного достаточно, чтобы любой непредвзятый человек понял: падения космических тел на Землю — это реальная опасность, и она должна приниматься в расчёт при анализе риска наравне с другими природными катастрофами. Власти и МЧС должны быть готовы если не к отражению метеоритной угрозы, то хотя бы к грамотному информационному освещению случившегося.

Опасность космических ударов связана в первую очередь с высокой скоростью падающих на Землю тел. По запасу кинетической энергии простой камень превращается в тринитротолуол уже при скорости 2,9 км/сек. Однако сравнивать ядерные и болидные взрывы по их энергетическому эквиваленту, выраженному в тоннах ТНТ, не вполне корректно. Ядерный взрыв является идеальным точечным источником и происходит мгновенно (за несколько миллисекунд), тогда как тепловой взрыв болида занима-

ет время торможения уменьшается, что обуславливает рост мощности ударной волны.

Если рассмотреть случай падения небесного тела с теми же характеристиками — массой, плотностью и скоростью — и с той лишь разницей что эпицентр взрыва приходится на центр Челябинска, а угол падения, например, не 9, а 30 градусов, то ущерб был бы значительно больше.

По сообщениям очевидцев можно восстановить приблизительные параметры ударной волны в пределах городской черты. Некоторые находившиеся на улицах Челябинска отмечали боль в ушах, что говорит о том, что интенсивность звука на расстоянии 20—30 км от эпицентра взрыва составляла 100—110 Дб, а перепад давления в ударной волне 200—300 Па. Указанного выше перепада давления оказалось достаточно, чтобы вызвать массовое разрушение оконных стёкол. При смещении эпицентра взрыва на 30 км к северу (т.е. попаданию его на центр Челябинска) и при увеличении угла падения с 9 до 30 градусов давление на фронте ударной волны возрастает в 3—5 раз, составляя 600—1500 Па.

Если 15 февраля основная масса людей была просто испугана (только отдельные люди жаловались на кратковременную боль в ушах), то в случае взрыва болида над центром Челябинска перепад давления на фронте ударной волны на большей части территории города превысил бы 1000 Па (болевого порог человеческого уха). Поэтому находящиеся на улице люди без специальной защиты на уши (руки или наушники) могли быть контужены. Поскольку событие случилось в утреннее время, число травмированных достигло бы многих тысяч, а отброшенные ударной волной разбитые стекла, рамы и двери превратились бы в опаснейшее оружие, которое могло оказаться смертельным для людей, находящихся рядом. Опасным стало бы и нахождение в автомобилях, чьи стёкла имели небольшие дефекты (трещины, сколы и т.п.). Была бы проблема и у проживающих в старых и ветхих зданиях — могли разрушиться перекрытия, стены, как это произошло с цехом цинкового завода.

Так что челябинцам 15 февраля действительно повезло — метеоритный взрыв произошёл рядом, но всё же не над городскими кварталами, а пологая траектория падения ослабила направленную к земле воздушную волну. При других параметрах падения того же космического тела все могло закончиться гораздо хуже.

В заключение хочется сказать, что изучение прошлых падений космических тел на Землю и вызванных ими последствий — это сложная научная задача, требующая привлечения самых различных специальностей. В Сибирском отделении РАН для такого рода интегральных исследований имеются все условия. Однако консерватизм и предубеж-

По последним сообщениям новостных агентств, секретарь Совбеза РФ Николай Патрушев высказался за скорейшее создание международной противостероидной программы, в которой Россия должна принять самое активное участие.

ет 1—2 сек. За это время небесное тело пролетает несколько километров, поэтому источником энергии здесь является длинный веретенообразный канал, остающийся за падающим метеоритом.

При движении крупных космических тел в атмосфере Земли наибольшее влияние на время теплового взрыва и мощность выделяемой энергии играет время прохождения плотных слоев атмосферы, которое определяется вертикальной компонентой скорости движения.

Эта компонента определяется входной скоростью метеорита и углом наклона траектории. При достаточно пологих углах время теплового взрыва довольно велико, здесь даже о взрыве говорить трудно, поскольку продолжительность торможения тела в плотных слоях атмосферы составляет несколько секунд. С ростом вертикальной скорости

определённой части научного сообщества преодолеть не просто. В 2009 году мы предприняли попытку формирования совместного проекта «Крупные природные катастрофы в голоцене и их влияние на вариации климата и состояние экосистем северной Евразии», который был подан от лица пяти институтов, входящих в четыре различных ОУСа, на конкурс интеграционных проектов СО РАН. Однако высокая академическая комиссия не поддержала проект. Одним из замечаний к нему было именно участие представителей слишком широкого круга научных дисциплин — от математики и геологии до дендрохронологии и истории.

Снимок болидного взрыва, сделанный утром 15 февраля челябинским фотографом Маратом Ахметвалеевым, печатается с разрешения автора.
(Продолжение темы на стр. 8)