



КАК НА МАРСЕ

не состоялся

«КОНЕЦ СВЕТА»»

▲ Иллюстрация: NASA
www.businessinsider.com

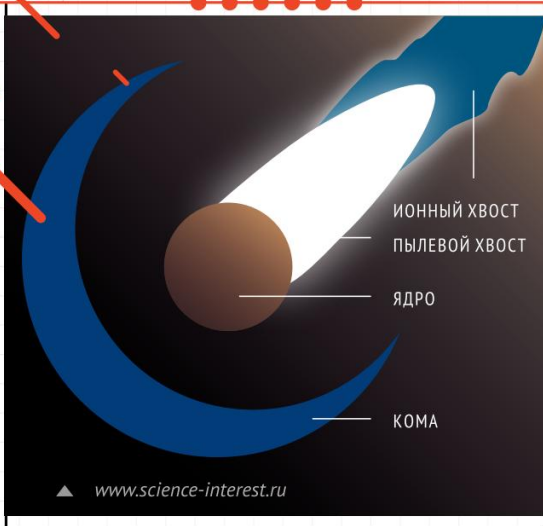
Когда к Земле приближаются разные космические тела (а это происходит часто), у СМИ всегда есть повод поугаить народ «концом света». Справедливости ради стоит сказать, что сближение с такими телами на опасное расстояние действительно чревато последствиями для орбитальной аппаратуры, да и для самой планеты. Однако у ученых бывают «боевые учения», позволяющие подготовиться к сложным ситуациям.

В феврале 2013 года, как раз после грандиозного падения метеорита в Челябинске, астрономический мир облетело поразительное известие: рядом с Марсом должна пройти достаточно крупная вновь открытая комета. По первоначальным, приблизительным оценкам выходило, что диаметр ядра составляет несколько десятков километров. Впервые комету Siding Spring обнаружили между орбитами Сатурна и Урана. Крайне примечательной ее особенностью стала предельно большая величина эксцентриситета: она была конкретной иллюстрацией орбит тел, которые появляются у Солнца единственный раз, так что о них отдельно пишут в школьных учебниках. Из последующих детальных расчетов следовало, что в предыдущий раз комета попадала во внутренние области Солнечной системы 17 млн лет назад! Так что ее наблюдения представляли уникальную возможность изучить химический состав реликтового кометного вещества, не изменившегося с момента образования Солнечной системы. Вполне вероятно, что вещество, слагающее комету, не нагревалось 4,6 млрд лет – с момента, когда в центральной области у Солнца только начали формироваться планеты и спутники. Также было бы очень важно сравнить изотопный состав водорода вещества «Сайддинг-Спринг» и других короткопериодических комет, исследованных ранее. Вопрос о генетической связи различных динамических типов комет исключительно важен для понимания эволюции примитивного вещества Солнечной системы и ранних этапов ее развития.

Комета Siding Spring, снятая телескопом Хаббл 11 марта 2014 года

А НЕ ВРЕЖЕТСЯ ЛИ ЯДРО КОМЕТЫ В ПОВЕРХНОСТЬ МАРСА?

КОНЕЧНО, У ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ сразу было желание проверить – а не врежется ли ядро кометы в поверхность Марса? В этом случае мы «в прямом эфире» могли бы наблюдать грандиозный космический катаклизм. Даже если у кометы минимальный диаметр ядра – 1 км, то размер кратера составил бы 30–40 км. Следует подчеркнуть, что комета имеет так называемое ретроградное, то есть встречное движение по отношению к движению планет вокруг Солнца. При таком движении скорости



▲ www.science-interest.ru

Вообще-то небольшие кометные тела часто взаимодействуют с Землей, просто не долетают до ее поверхности

сталкивающихся тел складываются, и энергия столкновения и взрыва увеличивается в десятки раз. Таким образом, мы могли бы иметь дело не с очень частым случаем высокоскоростного столкновения – по расчетам «небесных механиков», только примерно 10% крупных столкновений составляют столкновения с ядрами комет.

КАК БЫЛО ВЫЯВЛЕНО, что комета пройдет в непосредственной близости от Марса? Для получения точных сведений требовалось узнать как можно больше о ее траектории. Комету обнаружили на снимках, сделанных в январе 2013 года, декабре и октябре 2012-го. Вскоре было определено, что сближение должно состояться 19 октября 2014 года.

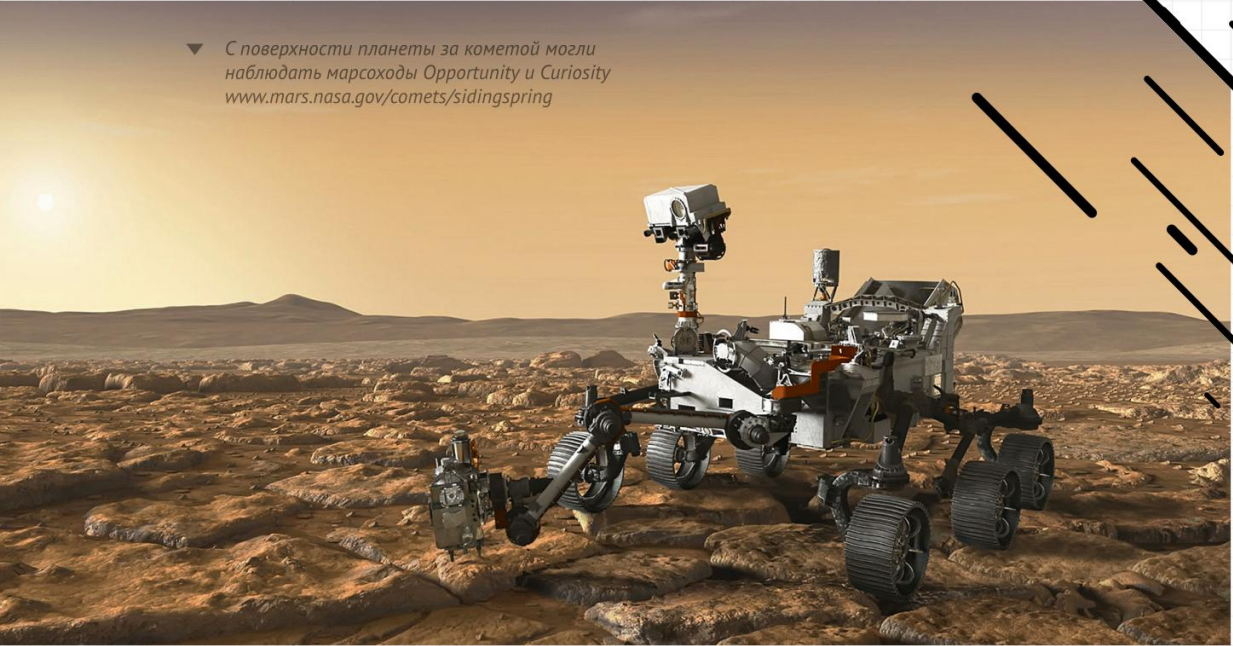
АНАТОМИЯ КОМЕТЫ

ЯДРО – это основная твердая часть кометы. При столкновении с поверхностью относительно крупного небесного тела оно ведет себя как астероид. Состав ядра может быть различен, но преобладающий компонент, как правило, – водяной лед.

КОМА – светлая вытянутая, удлиненная туманная оболочка, кажущаяся при наблюдении в телескоп единым твердым объектом. Она имеет различный вид в зависимости от ориентации кометы по отношению к Земле. На больших от Солнца расстояниях может практически отсутствовать. (Иногда применяется термин «голова», обозначающий объект вместе с ядром и кому кометы.) Кома имеет видимые продольные размеры до полутора миллионов километров, но они очень зависят от расстояния от Солнца и непрерывно меняются. Кома вытянута по направлению от Солнца.

ХВОСТ – самое эффектное образование у комет. Собственно, благодаря ему кометы и видны на небе. Из-за воздействия солнечного света в большинстве случаев направлен от Солнца. Из-за различий в массе ядра и хвоста имеет место любопытнейший парадокс: несмотря на то что в хвосте и коме сосредоточено не более 1/100 000 доли суммарной массы кометы, более 99% видимого света, которое суммарно дает комета, принадлежит излучению хвоста и комы. Причина этого – предельно малый (по крайней мере, по отношению к размерам хвоста) размер ядра и очень низкая его отражательная способность. Очертания хвоста размыты, через него свободно видны звезды. Хвост состоит из твердых пылевых частиц, выброшенных из ядра, и ионизированного газа. Его свечение вызывается ионизацией ультрафиолетовыми лучами.

▼ С поверхности планеты за кометой могли наблюдать марсоходы Opportunity и Curiosity
www.mars.nasa.gov/comets/sidingspring

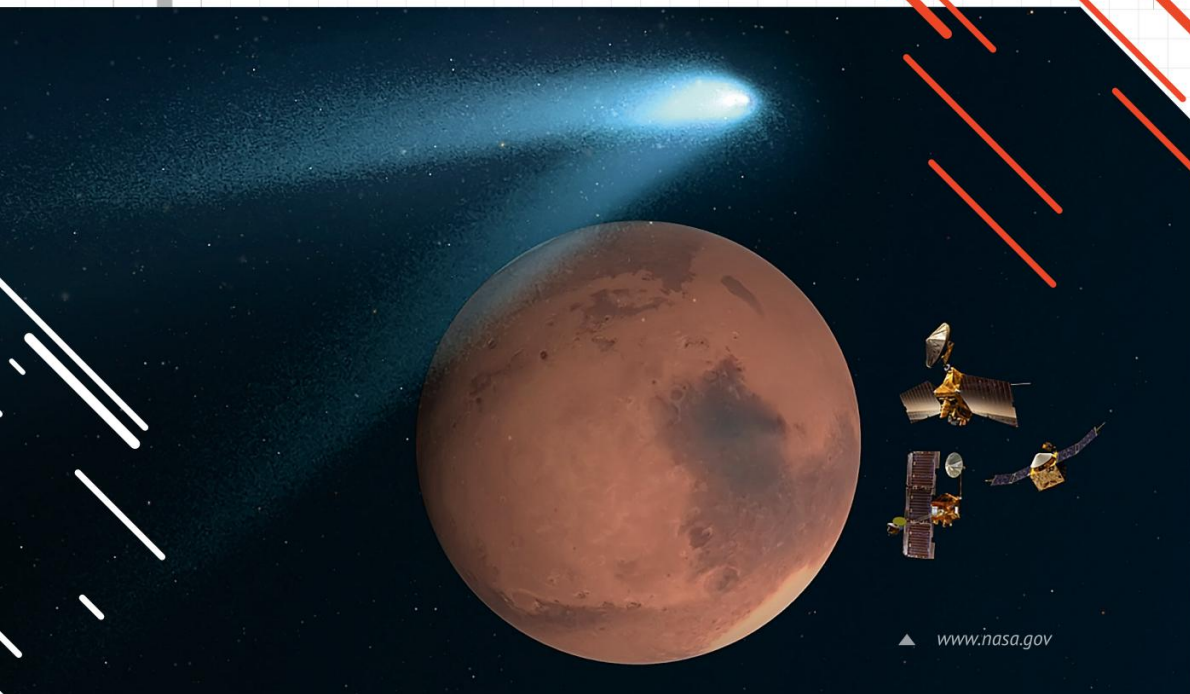


Кроме профессиональных астрономов с их телескопами, приемниками излучения и другими инструментами, к наблюдениям редкого небесного явления готовились и многочисленные любители. Но после уточнения данных о размерах кометы ученых ждало большое разочарование: она оказалась в десятки раз меньше, чем предполагалось.

КАК ЧАСТО КОМЕТЫ падают на планеты? «ММ» уже рассказывал о падении на Юпитер обломков кометы Шумейкера-Леви летом 1994 года. Однако уже в последние годы выяснился поразительный факт нескольких падений комет на планеты-гиганты. В июле 2009 года в облачном покрове Юпитера было обнаружено непонятное темное образование. Детальное исследование с околоземного телескопа «Хаббл» показало, что в этом месте имеются следы падения космического тела. Поскольку в месте аномального атмосферного образования было повышено содержание аммиака, ученые сделали вывод, что

с Юпитером столкнулась комета. В сентябре 2012 года на поверхности Юпитера были замечены несколько больших световых вспышек. Предполагается, что и в данном случае с гигантом также столкнулись обломки небольшой кометы, разрушенной его гравитационным воздействием. Позже появились косвенные сведения о недавнем падении крупного кометного тела на Нептун.

Что касается нашей планеты, то еще никогда в истории наблюдений такая крупная комета не пролетала в непосредственной близости от нее, хотя, несомненно, даже в историческую эпоху подобные явления происходили. Некоторые расчеты не исключают, что несколько десятков тысяч лет назад Земля оказалась внутри комы кометы Галлея – наверное, это было достаточно красочное зрелище. Если же говорить о масштабных импактах (англ. impact – удар, столкновение. – *Ред.*), то примерно 10% крупных метеоритных кратеров образовалось в результате столкновения больших комет с поверхностью



▲ www.nasa.gov

Земли. Возможно, имеет место некоторая селекция. Вообще-то небольшие (размером в первые десятки метров) кометные тела часто взаимодействуют с Землей, просто не долетают до ее поверхности, а взрываются в атмосфере (что произошло в 1908 году с Тунгусским космическим телом – небольшой кометой). Открытые в 1960-х годах в Северной Америке «болиды Прерийной сети» – это, скорее всего, небольшие фрагменты легкоплавкого ледяного кометного вещества.

НО ВЕРНЕМСЯ К МАРСУ. К наблюдениям кометы присоединились космические телескопы на орбитах ИСЗ – «Свифт», «Спитцер», «Чандра», телескоп Хаббла, солнечные и межпланетные зонды – «Кеплер», SOHO, WISE и «Стерео». Самое большое значение имели данные, переданные в момент пролета кометы с искусственных спутников Марса – американских «Марс-Одиссей», MRO, MAVEN, европейского «Марс-экспресс» и индийского «Мангалиан».

Также с поверхности планеты за этим редким явлением могли наблюдать марсоходы Opportunity и Curiosity. С момента определения даты прохождения прошло более полутора лет, и за это время программа исследований аппаратов была изменена для подробной фиксации пролета и предотвращения негативного влияния на них кометного вещества, извергающегося с ядра. Некоторые аппараты удалось «спрятать» от Siding Spring. Два из пяти искусственных спутников Марса – MAVEN и «Мангалиан» – вышли на орбиту менее чем за месяц до описываемых событий, так что эти станции отчасти находились еще в калибровочном режиме. За несколько дней до прилета кометы орбита MAVEN была изменена, чтобы 19 октября он находился за Марсом относительно кометы и вызываемого ею потока космической пыли. Изменили даже «позу» аппарата, чтобы уменьшить его сечение, то есть площадь попадания для кометной пыли. Все же, несмотря на встречу с кометой, главной за-

дачей MAVEN остается детальное изучение верхних слоев атмосферы Марса и возможное определение деталей изотопного состава ее компонентов. Аппарат имеет ультрафиолетовый спектрограф IUVS, который может быть ключевым прибором для наблюдения строения и, главное, состава комы и хвоста кометы. Среди аппаратуры пяти марсианских орбитальных аппаратов только этот прибор может выполнять совершенно уникальные высокоточные исследования. Данные с орбитальных аппаратов «Марс-Одиссей» и MRO предполагалось дополнять данными от этого спектрометра. Наблюдения в видимом диапазоне позволяют получить данные о структуре пыли в коме и хвосте, а при наблюдениях в инфракрасной части спектра – о распределении размеров пыли. Было запланировано, что в течение примерно двух дней до сближения с кометой и через два дня после него MAVEN будет проводить наблюдения верхних слоев атмосферы Марса и взаимодействия с ней солнечного ветра.

ЕВРОПЕЙСКОМУ ЗОНДУ, находящемуся на вытянутой околомарсианской орбите, было сложно полностью избежать негативного воздействия кометных частиц, однако его траекторию удалось немного сдвинуть, чтобы несколько уменьшить опасность. «Марс-Одиссей», круживший вокруг планеты уже более 10 лет, также несколько изменил свою орбиту, чтобы в момент пролета кометы укрыться за Марсом. Аппарату MRO, имеющему телекамеры с лучшим разрешением, также удалось изменить траекторию и укрыться за планетой.

ИТАК, НАСТУПИЛО 19 ОКТЯБРЯ. Пылевое облако, сопровождавшее ядро кометы, испарилось в верхних слоях атмосферы Марса, на время резко усилил его ионосферу. Значительных явлений – массовых полярных сияний, свечений и т. д. – не последовало. Однако во время пролета орбитальные спутники Марса обнаружили состав кометной пыли – магний, железо, натрий, калий, марганец, никель, хром и цинк. Диаметр ядра кометы был

оценен в 400–700 м, что в целом подтвердило ранее полученные результаты. Период вращения ядра составляет восемь часов.

Почему пролет «Сайдинг-Спринг» оказался не столь зрелищным? Причиной может быть то, что Марс не обладает ощутимым магнитным полем, в отличие от Земли и Меркурия.

ПОЧЕМУ ПРОЛЕТ «САЙДИНГ-СПРИНГ» ОКАЗАЛСЯ НЕ СТОЛЬ ЗРЕЛИЩНЫМ?

Возможно, в случае пролета у этих планет эффекты в видимом и электромагнитных диапазонах были бы существенно заметнее. А вот у Венеры плотность верхней атмосферы немалого отличается от Марса, и около нее данные явления носили бы такой же характер, как и у Красной планеты.

ЗАТО РЕШЕНИЕ об изменении орбит космических аппаратов оказалось правильным – был риск критических повреждений от потока мелких частиц и излучения. Оценка степени возможных неполадок стала ценным опытом для будущих кометных и планетных экспедиций. С подобными эффектами могут сталкиваться другие космические аппараты, в том числе и спутники Земли. Это могут быть как маловероятные нерегулярные явления (например, прохождения комет у Земли), так и регулярные пересечения пылевых и кольцевых поясов у планет-гигантов.

Также пролет кометы у Марса дал очень ценный конкретный опыт оперативных действий по изменению орбит космических аппаратов – спутников небесного тела. В будущем при аналогичных событиях можно будет предпринять похожие действия. В основном это касается Земли, вокруг которой вращаются тысячи искусственных спутников, имеющих большое значение для связи, метеорологии, космической разведки. ■