

Бронетехника и БМ

ОСОБЕННОСТИ
НАЦИОНАЛЬНОЙ ОХОТЫ
НА ТАНКИ

История и археология

ИСТОРИЯ
КОРОЛЯ ЛОБЕНГУЛЫ

Химия и биология

КАК УВИДЕТЬ
ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Военная авиация

КРЫЛАТЫЕ
РАКЕТЫ

ВНИМАНИЕ! Уважаемый читатель, с сентября начал работу новый сайт журнала — www.naukatehnika.com



№ 10 (113), 2015
октябрь

НАУКА@ТЕХНИКА

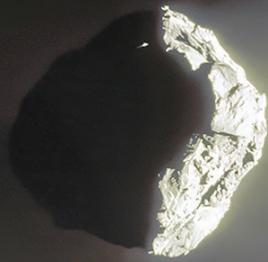
12+

Science & Technology



МИССИЯ «РОЗЕТТА» ПУТЕШЕСТВИЕ К «ХВОСТАТОЙ ЗВЕЗДЕ»

(См. стр. 4)



Комета Чурюмова—Герасименко

МИССИЯ «РОЗЕТТА» ПУТЕШЕСТВИЕ К «ХВОСТАТОЙ ЗВЕЗДЕ»

На самых окраинах Солнечной системы, во мраке далеко за пределами планетных орбит, расположено громадное сферическое облако из триллионов кометных ядер, которое обращается вокруг Солнца не быстрее участников автомобильной гонки «Индианаполис-500». Типичные кометы выглядят, как гигантские кувыркающиеся в пространстве снежки поперечником около одного километра. Большинство их никогда не нарушают условную границу, проведенную по орбите Плутона. Но иногда проходящая мимо звезда производит в кометном облаке гравитационные возмущения, и некоторые кометы оказываются на очень вытянутых эллиптических орбитах, ведущих в сторону Солнца. После сближения с Юпитером или Сатурном путь такой кометы может вновь измениться под воздействием их тяготения, и она станет возвращаться во внутренние области Солнечной системы примерно раз в столетие. Где-то между орбитами Юпитера и Марса комета нагревается и начинает испаряться. Вещество, истекающее из солнечной атмосферы — солнечный ветер, — уносит частицы пыли и льда прочь от кометы, начиная формировать ее хвост. Если бы Юпитер имел в поперечнике один метр, наша комета была бы меньше пылинки, однако хвост ее, когда он полностью разворачивается, сравним по размерам с расстоянием между планетами. Показываясь на земном небосводе, комета всякий раз сеет суеверный ужас в душах землян. Но, в конце концов, жителям Земли удалось понять, что это небесное тело, облетающее далеко за пределами атмосферы, среди планет. Они вычислили его орбиту, и, возможно, уже недалек тот день, когда будет запущен небольшой космический аппарат для исследования гостя, прибывшей к нам из царства звезд.

Карл Саган. «Космос» (1980 г.)

Выдающийся ученый, популяризатор науки и автор очень яркого и умного научно-фантастического романа «Контакт» Карл Саган не ошибся в своих прогнозах. Обширная программа по изучению комет была запущена вскоре после выхода «Космоса», чтобы не пропустить очередное приближение к Земле в 1986 г. кометы Галлея. Тогда целых пять космических аппаратов — два советских, два японских и один европейский — исследовали ее природу и свойства. А в первые годы XXI века созрела идея отправить специальную миссию к ядру еще какой-нибудь из комет, да не просто отправить, а вывести зонд на орбиту вокруг кометного ядра. И, еще более амбициозный план, снабдить миссию спускаемым аппаратом, который совершит посадку на поверхности

ядра. К сожалению, российская космонавтика переживала тогда не лучшие времена. Проект осуществлялся силами Европейского космического агентства (*European Space Agency — ESA*) при участии NASA. Стоит особо отметить весьма значительную роль Финляндии, взявшей на себя изготовление корпуса, электроразводку и предоставление ряда научных приборов.

Сначала исследователи хотели отправить космический зонд к комете Виртанена в январе 2003 году. Но в декабре 2002 года, когда миссия была практически готова стартовать, на космодроме «Куру» во Французской Гвиане случилась авария предполагаемой ракеты-носителя «Ариан-5». Через три минуты после старта ракета прекратила подъем и упала в Атлантический оке-

ан. Вместе с носителем были потеряны и два спутника общей стоимостью в несколько миллионов долларов. В связи с этим неприятным событием французская ракета «Ариан-5» была признана ненадежной, и запланированную на следующий месяц миссию с ее участием пришлось отложить, до окончания полного расследования происшедшего.

Первоначально запланированная стоимость проекта по изучению кометы составляла 900 млн долларов, задержка обошлась еще в 80 млн, и главное, она означала, что время для отправки зонда к комете Виртанена будет безвозвратно упущено. Пришлось выбирать другого кандидата и рассчитывать новый курс.

Подходящее положение относительно Земли в ту пору занимала комета Чурюмова — Герасименко. Эта «хвостатая звезда» была открыта советскими учеными в 1969 году при довольно примечательных обстоятельствах. Во время экспедиции сотрудница Алма-Атинской обсерватории Светлана Герасименко сделала снимок другой кометы, под названием 32P/КомасСола, а киевский ученый Клим Чурюмов при изучении снимка обнаружил на нем постороннее небесное тело, которое сначала принял за фрагмент первой кометы. Однако вскоре выяснилось, что это не так, и новооткрытой комете присвоили официальное название **67P/Чурюмова — Герасименко**. Это короткопериодическая комета с периодом обращения примерно 6 лет и 7 месяцев. Она относится к так называемому семейству комет Юпитера, чьи афелии (наиболее удаленные от Солнца точки орбиты) расположены вблизи орбиты полосатого гиганта. При расчетах траектории кометы Чурюмова — Герасименко было выявлено, что ее орбита менялась. До 1959 года перигелий кометы находился на расстоянии около 2,7 астрономической единицы от Солнца. Затем в результате гравитационного воздействия Юпитера это расстояние сократилось до 1,29 а. е., каковым и остается по сей день.

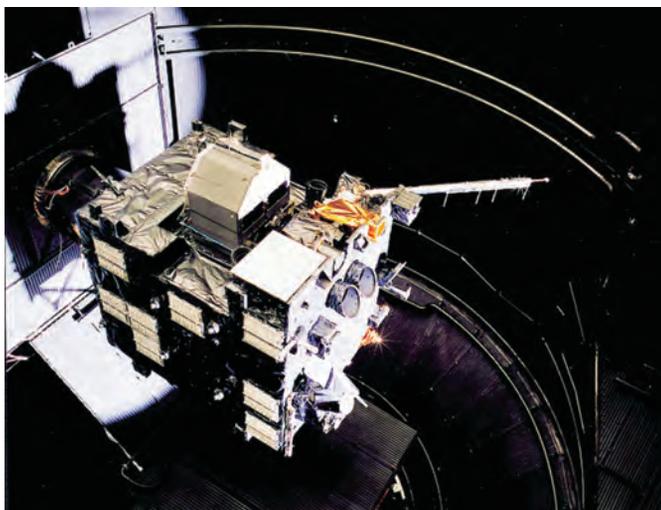
Второго марта 2004 года с космодрома Куру ушла в космос «Розетта» — аппарат, которому предстояло провести в пути 10 лет. Оба первооткрывателя пункта конечного назначения полета — профессор Киевского университета Клим Чурюмов и научный сотрудник Института астрофизики Академии наук Таджикистана Светлана Герасименко — присутствовали при запуске в качестве почетных гостей. «Розетте» предстояло выйти на гелиоцентрическую орбиту и после длительного путешествия в космосе достичь кометы, выйти теперь

уже на ее орбиту, отправить на поверхность спускаемый аппарат и продолжить изучение объекта с орбиты. Имелось дополнительное задание: по дороге к далекой «хвостатой звезде» пройти мимо двух астероидов и сделать их снимки с близкого расстояния. Расписание составили следующее (2004–2015 гг.):

- ✓ запуск (март 2004)
- ✓ первый пролет мимо Земли (март 2005);
- ✓ пролет мимо Марса (февраль 2007);
- ✓ второй пролет мимо Земли (ноябрь 2007);
- ✓ встреча с астероидом Штейнс (сентябрь 2008);
- ✓ третий пролет мимо Земли (ноябрь 2009);
- ✓ встреча с астероидом Лютеция (июль 2010);
- ✓ бездействие (май 2011 — январь 2014);
- ✓ приближение к комете Чурюмова — Герасименко (январь–май 2014);
- ✓ картографирование кометы (август 2014);
- ✓ посадка спускаемого аппарата (ноябрь 2014);
- ✓ исследование кометы (ноябрь 2014 — декабрь 2015);
- ✓ прохождение перигелия (август 2015);
- ✓ окончание миссии (декабрь 2015).

Возможно, название «Розетта» покажется знакомым читателю, хоть он и не сразу вспомнит, где его слышал. Звучит весьма романтично, но в данном случае это не женское имя и не название цветка. Розеттой назывался небольшой городок в Египте, где французские археологи, участники африканского похода генерала Бонапарта, обнаружили каменную стелу с одинаковой надписью на древнеегипетском и древнегреческом языках. Так называемый Розеттский камень стал ключом к расшифровке древнеегипетской письменности и открыл историкам невиданные доселе горизонты. Создатели космической миссии «Розетта» надеются, что собранные близ кометного ядра данные станут ключом к пониманию процессов возникновения и развития Солнечной системы, откроют невиданные доселе горизонты астрономам и астрофизикам. Поэтому они и выбрали для своего детища такое имя.

Корпус аппарата изготовили из ячеистого алюминия, электрическую энергию он получает от двух солнечных батарей общей площадью 64 м² и мощностью 1 500 Вт (400 Вт в спящем режиме). Общий вес составил 3 тонны, включая 100 кг веса спускаемого аппарата, получившего название «Филы», и 165 кг веса различного научно-исследовательского оборудования.



Космический аппарат «Розетта», 2004 г. Фото ESA | A.Van Der Geest



Ракета-носитель «Ариан-5», которая выводила «Розетту» в космос, 2004 г. Фото ESA / CNES / Arianespace, S. Corvaja



Марс с расстояния около 240 000 км, 24 февраля 2007 г.
 Фото ESA / MPS for OSIRIS Team MPS

В программе стояло тщательное изучение морфологии кометного ядра, его картографирование, определение его минералогического состава, тщательная проверка химического состава на изотопы. Особое внимание надлежало уделить взаимоотношениям легкоиспаряющихся и тугоплавких компонентов кометного ядра, определить динамику активности кометы, исследовать процессы на ее поверхности и в газовой оболочке. Таким образом, инициаторы миссии рассчитывали не просто составить подробное описание небесного тела, но получить достаточно материала для создания стройной теории происхождения комет, пролить свет на то, как соотносится кометное и межзвездное вещество, привлечь эти знания для совершенствования теории происхождения Солнечной системы.

Полет прошел по расписанию. В феврале 2007 года «Розетта» передала на Землю важные данные о магнитном поле Марса, в сентябре 2008 года приблизилась на расстояние 800 км к астероиду Штайнс, малому небесному телу диаметром 4,6 км в главном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера. В июле 2010 года орбита, по которой двигалась «Розетта», пересеклась с главным поясом астероидов во второй раз. Теперь зонд прошел в 3 000 км от крупного астероида Лютеция, диаметр которого достигает 100 км. В июне 2011 года космический аппарат «впал в спячку», перейдя на режим энергосбережения, из которого вышел спустя 952 дня в январе 2014 года, приближаясь к конечной цели своего долгого путешествия.

«Густой дым человеческих грехов, зловонный и отвратительный пред ликом Господа, поднимаясь каждый день, каждый час, каждое мгновение, постепенно становится настолько плотным, что образует кометы с вьющимися и заплетающимися волосами, которые, в конце концов, воспламеняются от огненного гнева Высшего Небесного Судии».

Андреас Целициус

«Кометы — это особый вид планет, обращающихся вокруг Солнца по очень вытянутым орбитам».

Исаак Ньютон

«Комета — это такой снежный шар поперечником в одну милю».

Карл Саган



Снимок Луны, 13 ноября 2007 г.
 Фото ESA / MPS for OSIRIS Team MPS

Первые данные о комете Чурюмова — Герасименко «Розетта» передала на Землю в июле 2014 года, 7 августа того же года она приблизилась к ядру кометы на расстояние 100 км. К началу сентября полученные от зонда данные позволили составить карту поверхности ядра, которое представляет собой небесное тело неправильной формы, состоящее из двух округлых глыб, соединенных сравнительно тонкой перемычкой. Очертаниями оно напоминает утенка. Общий объем твердого ядра кометы Чурюмова — Герасименко составляет около 25 км³, масса — приблизительно 10 млрд тонн. Как видим, своей низкой плотностью голова кометы действительно напоминает снежный ком, но вот внешне она не слишком на него похожа. Разве что ее можно сравнить со снежным комом, вымазанным сажей. Преобладающим цветом в этом маленьком мире оказался угольно-черный. К немалому удивлению ученых, им не удалось получить доказательств существования на поверхности ядра открытого для наблюдения льда. Похоже, твердая часть кометы равномерно покрыта темной пылью из углеводородных соединений, а водяной лед скрывается довольно далеко под поверхностью. В то же время водяной пар в изобилии имеется в коме — газовой оболочке кометы.

На «туловище» «утенка» рельеф довольно разнообразен, имеется что-то, что даже можно назвать горами и долинами. Разумеется, все это в миниатюре. В масштабах крохотного небесного тела обнаруженная астрономами глыба высотой в 25 метров выглядит столь впечатляюще, что получила имя Хеопс, несмотря на то, что ее размеры на порядок меньше, чем размеры знаменитой пирамиды. На «голове» камера зафиксировала какие-то линейные структуры, на «шее» видна россыпь гладких валунов, которые уже успели окрестить «яйцами динозавров». Все эти «пирамиды» и «динозавры» порой попадают в газетные заголовки и изрядно будоражат общественность. Но подобные названия — не более чем развлечение исследователей, а что до природы самих образований, то сотрудник института Макса Планка Хольгер Сиеркс, отвечающий за работу оптической системы OSIRIS, задействованной на «Розетте», высказался так: «Первая карта — это, конечно, лишь начало нашей работы. На данный момент никто по-настоящему не понимает, как образовались эти морфологические особенности, наблюдаемые нами». Больше всего доктора Сиеркса радует снимок, который удалось сделать с такого ракурса, что на нем практически отсутствуют тени от рельефа.

Это позволяет получить особо точную информацию об отражательных свойствах поверхности. Единственное, что немного портит картину, — это тень от самого аппарата — небольшое темное пятно, окруженное более светлым ореолом, у нижнего края снимка.

В середине октября ученые выбрали место для посадки спускаемого аппарата на «голове утенка». На тот момент «Розетта» находилась на круговой орбите всего в 10 км от центра ядра кометы. Организаторам миссии пришлось изрядно поволноваться. Эта посадка была совсем не похожа на другие. Прежде всего, когда ученые готовятся опустить исследовательский зонд на поверхность Луны, Марса или даже Титана, они имеют в своем распоряжении карты местности, которые могут изучать годами. Пусть эти карты не всегда высококачественные, но они есть, и есть время на их интерпретацию. В данном случае никто не представлял себе, как выглядит кометное ядро, до того как «Розетта» передала первые снимки. Объект был слишком мелким, и данные телескопа «Хаббл» были слишком смутными, для того чтобы выбрать место посадки хотя бы приблизительно. Теперь у астрономов была всего пара месяцев, чтобы принять решение.

Вторая проблема состояла в том, что при слабой гравитации исследуемого тела и сравнительно небольшой массе исследовательской станции существовала опасность, что зонд отскочит от поверхности и улетит в пространство. Чтобы избежать подобного, на «Филах» были предусмотрены специальные гарпуны. Это казалось удачным решением, однако в нужный момент гарпуны по неизвестной причине не сработали, что поставило под угрозу судьбу всего проекта «Филы». Зонд трижды отскакивал от поверхности, рискуя уйти в космос и похоронить все надежды, которые на него возлагали в течение 10 лет. К счастью, с четвертого раза станция удалось «прикометить». Правда, не на том месте, которое было выбрано изначально. Реальное место посадки оказалось несколько более затененным, и солнечные батареи зонда получали меньше энергии, чем было запланировано. Но главное — исследовательская работа была возможна, пусть и в несколько менее комфортных условиях.

Первая в истории человечества посадка модуля на ядро кометы состоялась 12 ноября 2014 года. Сотрудники ESA вытерли пот со лбов и закатали шумную вечеринку. Затем руководивший посадкой британский ученый



Мэтт Тэйлор

Мэтт Тэйлор отправился на телевидение давать интервью в прямом эфире. Это выступление принесло доктору Тэйлору неожиданно широкую известность, однако (о времена, о нравы!) внимание общественности привлекла отнюдь не уникальная научная ценность проекта, а легкомысленная яркая рубашка, на которой были изображены симпатичные девушки в легких одеждах. Столпы мирового феминизма усмотрели в этом проявление сексизма, неуважение к женскому полу, и даже (какой ужас!) пренебрежение к вкладу женщин в развитие науки. Довольно забавно, если учесть, что одной из важнейших составляющих всего проекта, работой спектрометра ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) руководит дама — сотрудница Бернского университета Кэтрин Альтвегг. Борцам с недооценкой вклада женщин в развитие науки, воспринимай они свою миссию адекватно, следовало бы чаще делать ее героиней своих репортажей, но простой поиск в Google показывает, что доктор Альтвегг на несколько порядков менее знаменита, чем Рубашка доктора Тэйлора.

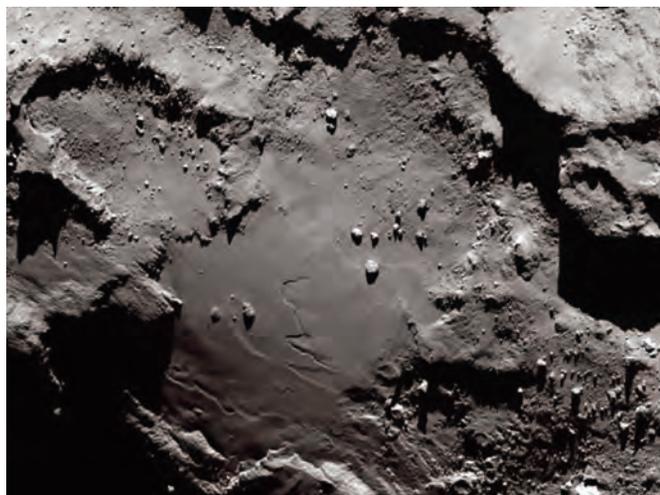
Два дня спускаемый аппарат «Филы» передавал на Землю полученные данные, а затем перешел на режим энергосбережения. По замыслу ученых большинство приборов должны были вновь включиться и продолжить работу по сбору данных, когда комета начнет приближаться к Солнцу, отчего поток получаемой энергии возрастет. Модуль «очнулся от спячки» 13 июня 2015 года и восстановил связь с «Розеттой», которая продолжает свою работу на орбите. Следующим важным моментом стало прохождение 13 августа 2015 года кометой Чурю-



10 июля 2010 г. космический аппарат «Розетта» прошел рядом с астероидом Лютеция на расстоянии около 3 160 километров. Фото ESA / MPS for OSIRIS Team MPS



Комета Чурюмова — Герасименко, 3 августа 2014 г. Снимок был сделан с расстояния 285 километров. Фото ESA / Rosetta / MPS for OSIRIS Team MPS



Поверхность кометы Чурюмова — Герасименко крупным планом, 5 сентября 2014 г. Расстояние — 130 км.
 Фото ESA / Rosetta / MPS for OSIRIS Team MPS

мова — Герасименко своего перигелия — ближайшей к Солнцу точки орбиты.

Итоги исследовательской работы «Розетты» за 2014 год были опубликованы в специальном выпуске журнала «Science» от 23 января 2015 года, следовательно, обобщения новых данных мы можем ожидать где-то в начале следующего года. Среди уже имеющихся работ больше всего наделало шуму исследование кометной воды на изотопы. Полученные данные изрядно подкосили любимую многими теорию, что вода, составляющая земные океаны, была занесена на нашу планету из комоса в результате столкновения Земли с кометами из семейства Юпитера. Изотопный состав оказался иным. Как известно, в состав молекулы H_2O может входить не только обычный водород (H), но и его «тяжелый» изотоп дейтерий (D). На Земле в 10 тыс. молекул воды присутствуют лишь три, включающие атомы тяжелого дейтерия. Это соотношение — своего рода «визитная карточка» земной воды. Выяснилось, что отношение D/H в водяных парах кометы Чурюмова — Герасименко более чем в три раза выше естественного соотношения на Земле, и, следовательно, эта вода вряд ли может иметь общее с земной происхождение.

Кроме воды, в составе кометного вещества обнаружены моноокись углерода (CO, она же угарный газ), двуокись углерода (CO_2 , углекислый газ), аммиак (NH_3), метан (CH_4), метанол (CH_3OH), формальдегид (CH_2O), сероводород (H_2S), циановодород (HCN), сернистый ангидрид (SO_2), дисульфид углерода (CS_2). По идее, пахнуть эта смесь должна устрашающе. Кэтрин Альвегг с увлечением описала предполагаемый запах кометы: «Аромат у 67P/C-G очень сильный. В нем можно уловить едкий запах тухлых яиц, зловоние конюшни и резкий и удушающий запах формальдегида. Весь этот букет приправлен тошнотворным и горьким миндальным запахом циановодорода. Добавьте сюда нотки алкоголя в форме метанола, искусный аромат сернистого ангидрита и нотку сладковатого аромата дисульфида углерода — и вы ощутите тот самый «кометный парфюм».

Полным сюрпризом для исследователей стала услышанная приборами «Розетты» «песня» кометы Чурюмова — Герасименко. Выяснилось, что «хвостатая звезда» испускает в пространство некие таинственные колебания в диапазоне, который человеческое ухо восприни-



Комета Чурюмова — Герасименко, снятая с расстояния 27,8 км, 10 сентября 2014 г. Фото ESA / MPS for OSIRIS Team MPS

мать не в силах, но человеческая техника фиксирует. Пока было высказано предположение, что источник этой «мелодии» — поток уходящих в пространство нейтральных частиц. Звук сопровождает процесс их ионизации. В обозримом будущем от научного сообщества следует ожидать более детальной разработки этой теории.

В активе «Розетты» также уникальный снимок интенсивного выброса газов, который произошел во время приближения кометы к перигелию. Видимо, это следствие разрушения закрытой полости с газом, который выбросило под давлением как струю шампанского из бутылки. Кэтрин Альвегг прокомментировала событие следующим образом: «Первый же взгляд на данные подсказал нам, что эти выбросы были действительно поразительными по своей силе и содержанию. Нам удалось найти следы тяжелых органических молекул в хвосте кометы и на ее поверхности, которые могут быть связаны с выброшенной с нее пылью. Нас соблазняет перспектива заявить о том, что эта органика хранилась в толще недр кометы, однако нам пока рано заявлять об этом».



Активность кометы Чурюмова — Герасименко. 2 сентября камеры «Розетты» зафиксировали выбросы газа и пыли из перешейка на ядре. Фото: ESA/Rosetta/NavCam/Emily Lakdawalla