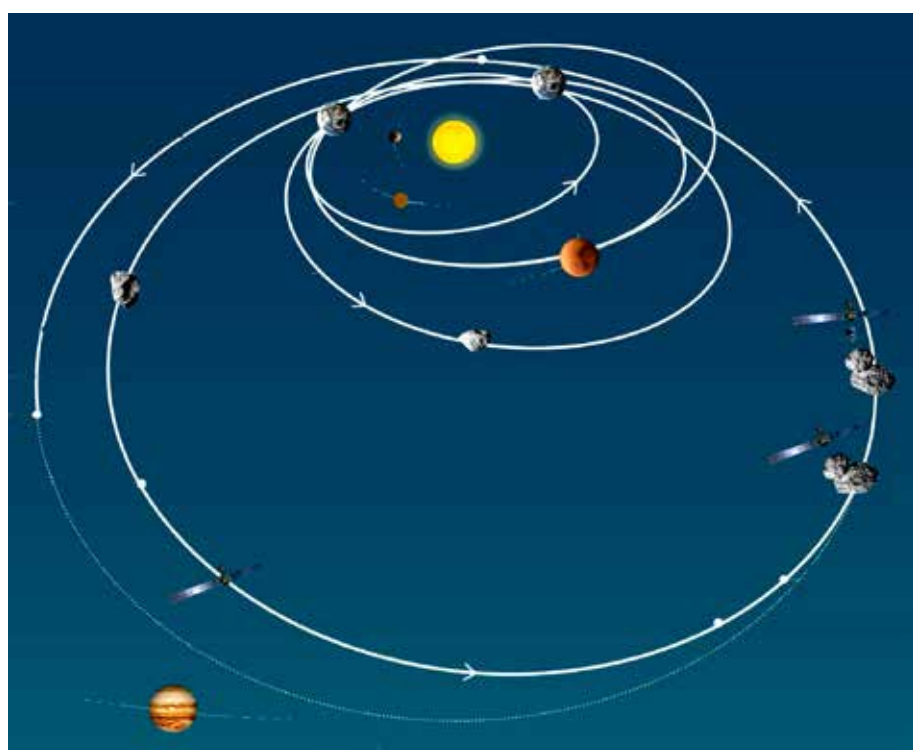


# Полет к комете

С.Анофелес

Межпланетная станция «Розетта» отправилась в полет к комете Чурюмова — Герасименко с космодрома Куру во Французской Гвиане 2 марта 2004 года на ракетоносителе «Ариан-5». Подготовило эту миссию Европейское космическое агентство при некотором участии НАСА. В Австралии с помощью Канады построили 35-метровую антенну дальней космической связи специально для того, чтобы общаться с «Розеттой». Целью экспедиции было выйти на орбиту вокруг кометы, посадить на нее спускаемый аппарат, провести прямые исследования кометного вещества и ее строения, а также проследить за изменениями, которые претерпевает это небесное тело во время полета вблизи Солнца.

Экспедиция не заладилась с самого начала. Старт был назначен на январь 2003 года, а первоначальной целью была комета Виртанена. Но за месяц до старта случилась авария с ракетоносителем «Ариан-5» — точно таким же, какой предназначался для запуска «Розетты». Испугавшись, техники ре-



шили проверить все еще раз и упустили время для старта — Земля оказалась в таком положении относительно кометы, что долететь до нее стало невозможно. Пришлось выбирать новую цель для полета и ждать благоприятного момента для старта.

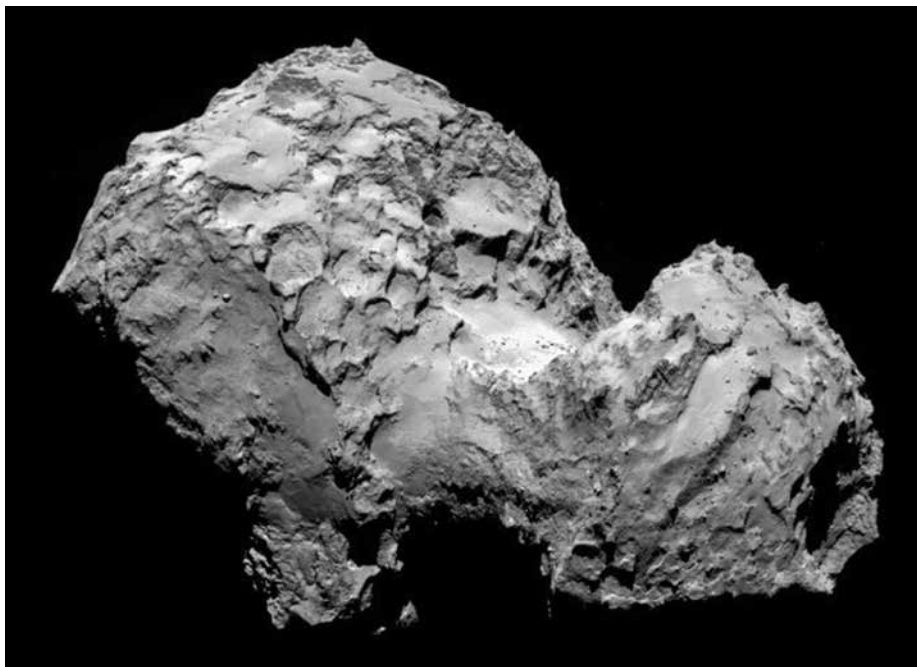
Чтобы выйти на орбиту вокруг быстролетящей кометы (ее скорость 120 тысяч км в час, если мерить относительно Солнца), «Розетте» пришлось совершить несколько гравитационных маневров: три раза пролететь мимо Земли и один раз мимо Марса. Эти полеты породили очередную космическую загадку: скорость корабля при приближении к Земле увеличивалась сильнее,

*Траектория движения «Розетты»*

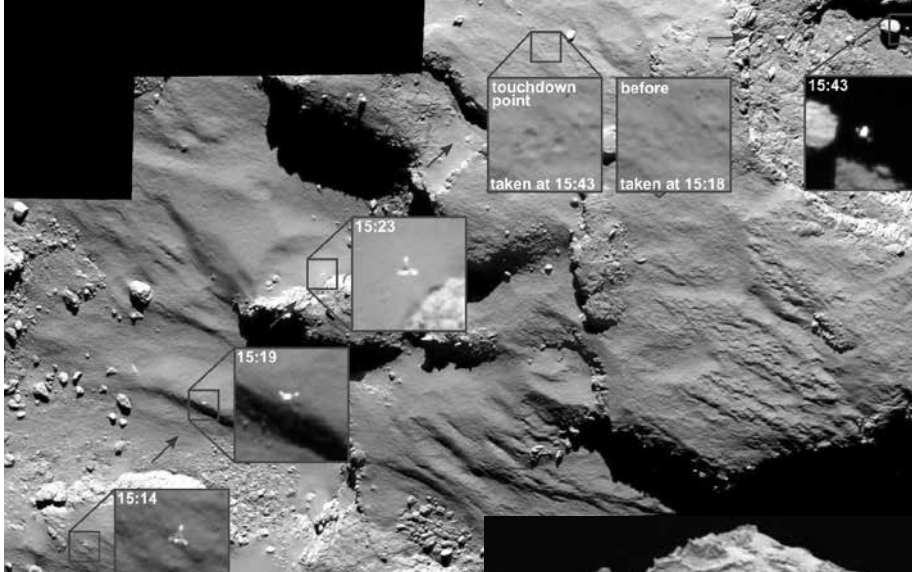
чем положено. Различие оказалось совсем небольшим, но выше точности приборов. Проявлялся ли этот феномен при пролете рядом с Марсом — неизвестно, поскольку там таких приборов не установлено.

Пролет 25 февраля 2007 года на расстоянии 250 км от Марса заставил ученых поволноваться: «Розетта» на 24 минуты оказалась в тени планеты и солнечные батареи перестали получать энергию, а первоначальный план полета к комете Виртанена такого не предполагал. Поэтому когда «Розетта» вышла из тени работоспособной, все облегченно вздохнули. Тем более что уже в 2006 году обнаружилась течь в системе управления топливом, из-за которой прекратилась поддержка давления в топливных баках, — пришлось снижать эффективность двигателей. Залетев в пояс астероидов, Розетта провела в 2008 и 2010 году обследование двух небесных камней — с их помощью планетологи отработали приемы управления приборами. Тренировка была не напрасной: камеры наблюдения поначалу отказывались работать так, как было задумано. Однако проблему решили, и на Землю отправились очередные фотографии космических странников.

А потом «Розетта» на долгие два с половиной года заснула: она улетела так далеко от Солнца, что мощности ее огромных солнечных батарей перестало хватать на поддержание жизнедеятельности. При этом «Розетта» поставила рекорд по дальности полета с использованием солнечных батарей. Сон для устройства, напичканного электроникой, — состояние опасное,



*Комета Чурюмова — Герасименко, какой она предстала перед «Розеттой» 3 августа 2014 года*



**Прыжки «Фил» по поверхности кометы**

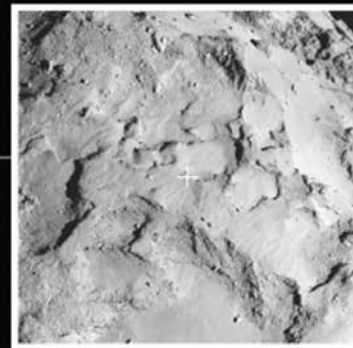
ведь никто не знает, как будет проходить пробуждение и не замкнет ли при этом какие-нибудь микросхемы. К счастью, пробуждение в январе 2014 года прошло успешно, что вызвало второй после околосолнечного маневра вздох облегчения в Центре управления полетами ЕКА.

В августе 2014 года началась работа по выбору места посадки. Комета оказалась устроена гораздо сложнее, чем думали исследователи. Вместо грязного, относительно гладкого и округлого снежка (каким обычно изображают кометы) их взору предстало тело из двух частей, соединенных узкой перемычкой, нечто вроде яблочного огрызка. Поверхность же ее оказалась испещрена неровностями: кратерами, оползнями, холмами...

К ноябрю «Розетта» приблизилась к комете на 10 км, и 12 ноября 2014 года, прицелившись, отправила в полет спу-



**Место посадки «Фил»**



скаемый аппарат «Филы». Это странное название одного объекта во множественном числе — Philae — имеет такое происхождение. Розеттский камень, тот самый, что помог расшифровать египетские письмена, нашли на севере Египта, недалеко от Александрии. А на юге, в районе первого нильского порога, обнаружили обелиск, где была параллельная надпись на греческом и египетском. Он-то и помог Шампольону убедиться в правильности расшифров-

ки надписей на Розеттском камне. Этот обелиск стоял на одном из двух островов, которые в древности называли Филы. Судьба этих островов печальна — при строительстве Ассуанской плотины они были затоплены.

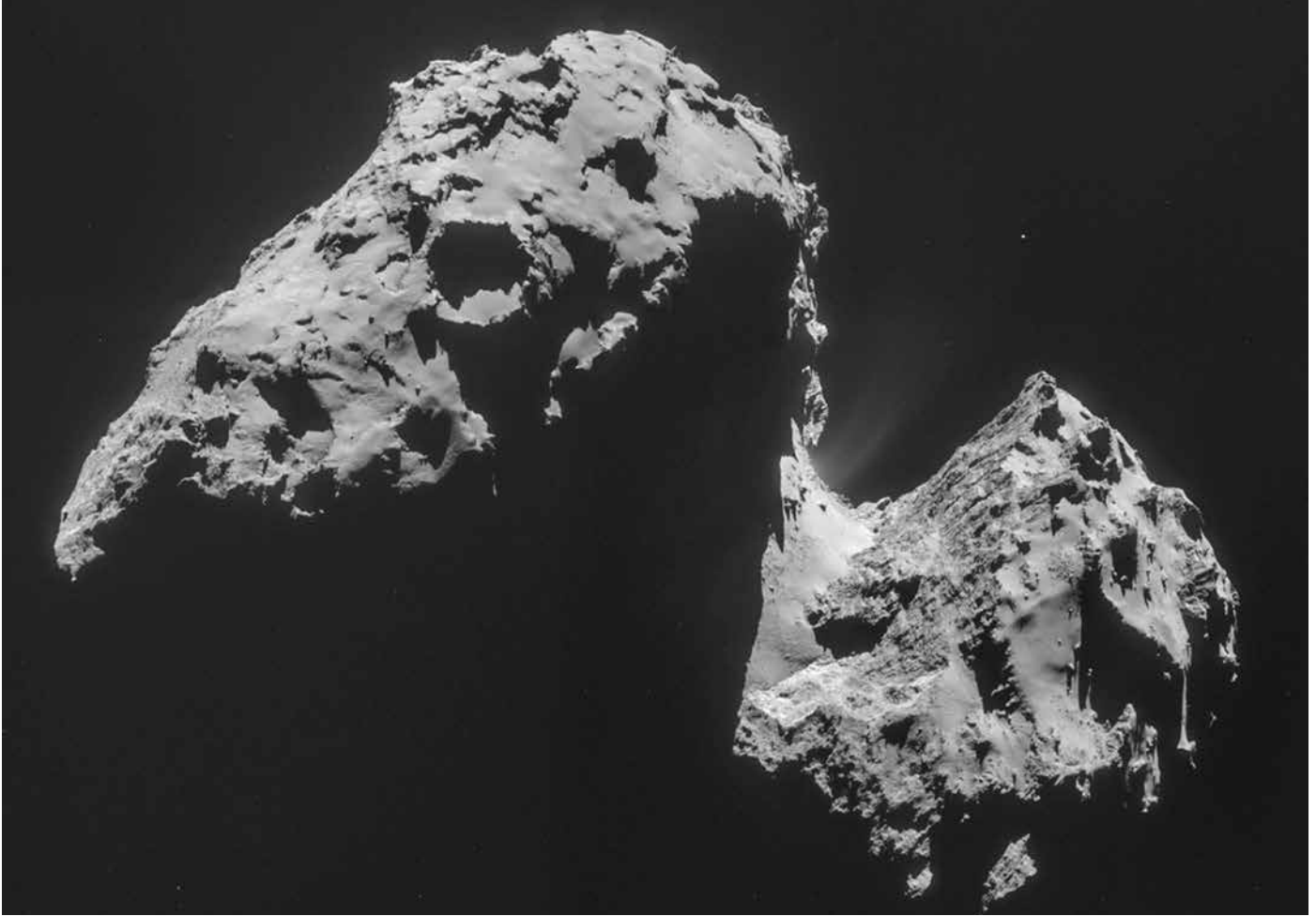
Предполагалось, что, приблизившись к поверхности кометы, «Филы» зацепятся за нее гарпунами, а в случае чего смогут использовать маневровый двигатель. Обе идеи не сработали: гарпуны за комету не зацепились —



**Окрестность места посадки «Фил», которая не закрыта тенью от скалы. Видно слоистое строение окружающих камней**



**ФОТОИНФОРМАЦИЯ**



видимо, вещество оказалось тверже расчетного, а двигатель отказал. Тем не менее, отпрыгнув от кометы три раза, «Филы» все-таки сумели на нее сесть, хотя сила тяжести кометы ничтожна: стокилограммовый аппарат весит на ней 10 граммов. «Розетта» внимательно следила за движением «Фил», видеокамеры тщательно зафиксировали два прыжка и даже место третьего. А вот где «Филы» нашли покой — осталось загадкой. Тем не менее, даже упустив из поля зрения спускаемый аппарат, с ним установили связь и получили первую в мире панораму кометы с места посадки.

Эта панорама весьма огорчила исследователей: по иронии судьбы, высадившись на максимально гладкой площадке, «Филы» умудрились запрыгнуть в тень огромного камня, и эта тень надежно закрыла их солнечные батареи от светила, оставив аппарат без энергии. Почему аппарат, оснащенный десятком мощных электроприборов, решили отправить в столь ответственный полет с единственным источником питания — об этом ЕКА умалчивает. А ведь было и другое решение, чрезвычайно простое, — радиоактивные батарейки известны с начала космической эры, они верой и правдой служили человечеству на протяжении десятилетий как на земной орбите, так и в межпланетном пространстве. Но резервного источника питания не было,

и экспедиция оказалась на грани срыва. Все могучие приборы — бур для взятия вещества кометы с глубины, молоток для откалывания вещества с поверхности, печи для испарения добытых проб, анализаторы, видеокамеры, радары и прочее — оставались работоспособными в течение двух с лишним суток. После чего аппарат заснул, а проснется ли он во время самого интересного — полета кометы рядом Солнцем, когда ее вещество начнет энергично испаряться, — неизвестно. Ученые рассчитывают, что ближе к Солнцу света на солнечные батареи станет попадать больше, но кто знает, как оно выйдет на самом деле.

Была предпринята попытка передвинуть аппарат прочь из тени с помощью бура. К успеху она не привела: «Филы» повернулись, сместились на несколько сантиметров, но из тени не вышли, а дефицитной энергии потратили много. Тогда решили ускоренно провести эксперименты и включили все приборы. Газоанализаторы мерили состав испарений, молоток пытался отбить образцы породы, бур пробурился на глубину 26 см. Образцы помещали в печи, нагревали и анализировали содержимое.

Не все из задуманного удалось. Так, молоток ничего отколоть не смог — видимо, грунт оказался очень твердым. В общем-то, если предполагать, что комета состоит из пыли и льда, это невероятно — каждый, кто пытался

копать землю, которую изрядно полили водой, а потом заморозили, знает, что такая деятельность требует повышенного трудолюбия и крепких нервов. Про бур исследователям подробности тоже неизвестны — добыл он образец с глубины или же вместо бурения приподнимал незакрепленный гарпунами аппарат. Это станет ясно при анализе добытых (или не добытых) проб. То же получилось и со спектрометром испарений. Он работал непосредственно во время посадки-прыжков «Фил», благодаря чему удалось провести измерения в нескольких точках кометы. Однако данные требуют серьезного изучения. Так, первая проба дала воду и богатую органику. А последующие, в том числе и в месте посадки, — только воду и очень мало органики. С чем связаны первые измерения — с грязью в приборе или с неравномерным распределением веществ по поверхности кометы, — будет выяснять.

Срочно выполнив измерения, «Филы» отправили данные на материнский корабль. Вот с этим спускаемый аппарат справился отлично, и теперь исследователи на Земле изучают полученный кусок данных из обширной программы исследований.

Впрочем, остались еще вполне работоспособные приборы на самой «Розетте». В частности, это радиорадар. Он проведет сканирование кометы с тем,



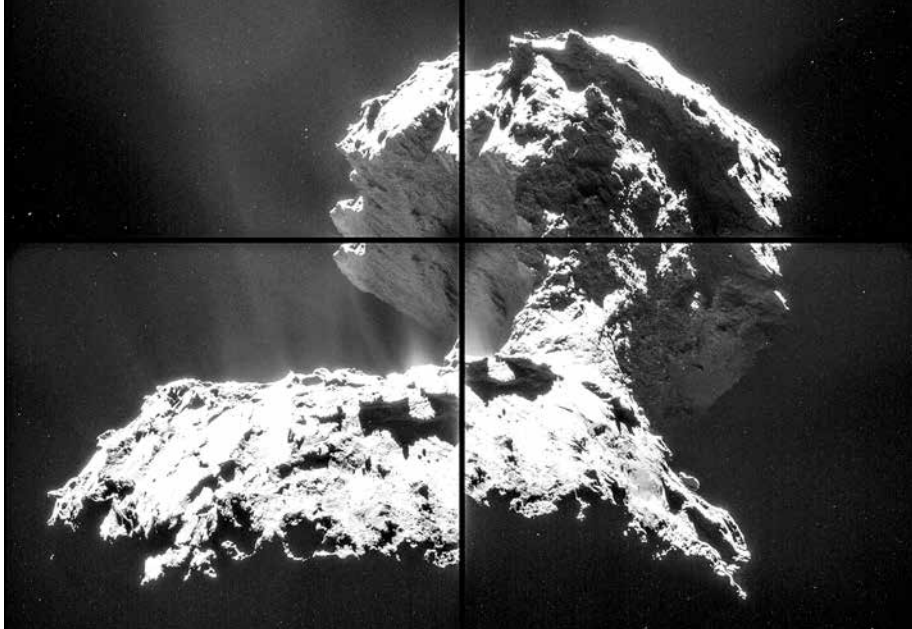


Фото: ESA



## ФОТОИНФОРМАЦИЯ

охотнее. Ничего подобного на комете не видно: края перешейка острые и вертикальные, как будто его копали экскаватором. Хорошо заметны борозды, видимо образованные испаряющимися со дна перешейка газами. Скорее всего, сканирование внутренностей кометы позволит разгадать эту загадку. Но есть еще одна: почему у кометы маленькая плотность, примерно как у древесины? И на первый, и на второй взгляд она выглядит состоящей из плотных монолитных пород. То же самое следует из результатов работы гарпунов и молотка «Фил». А для низкой плотности породы должны быть рыхлыми, пористыми. Однако никакой пористости пока не видно, как и намеков на то, что внутри кометы есть обширные полости. Может быть, поры заткнуты замерзшими летучими веществами? Тогда при нагреве они откроются. Кто знает, может быть, «Филы» проснутся к этому времени и сумеют передать нам репортаж о жизни кометы в период активности.



чтобы выявить распределение массы по ее объему. Побочный результат — возможность найти место посадки «Фил»: если в них попадет радиосигнал, посланный с противоположенной стороны, он возбудит ответный сигнал, и «Розетта», поймав его, определит местоположение. Но пока что «Розетта» упражняется в маневрах вокруг кометы, чтобы подготовиться к грядущей весне, когда комета будет окутана извергающимися газами. И заодно фотографирует ее в разных ракурсах, развлекая любителей экстремальной фотографии кометными видами, которые пока что оказываются главными научными результатами экспедиции. А на них можно рассмотреть много чего необычного.

Главная особенность — ясно видимая слоистость слагающего комету вещества. Она различима и вблизи, на панораме, переданной «Филами», и издали. Интересно здесь то, что слоистая структура не очень-то укладывается в главную гипотезу происхождения комет из первичного материала протопланетного облака. Слипание этого материала никакой слоистости не предполагает: должен получиться округлый снежок из смеси льда и пыли. Конечно, при нагреве во время пролета рядом с Солнцем пылинки и льдинки вследствие коалесценции должны расти за счет соседей. Но такой рост порождает округлые частицы. Слоистость же получается при осаждении вещества сразу на больших площадях. Несомненно, летучие компоненты — вода, углеводороды, газы — могут многократно испаряться, формируя кому (то есть облако пыли и газа вокруг ядра) и хвост кометы, а затем, охлаждаясь, осаждаются на ее поверхность. Однако комета отнюдь не белого цвета, как положено снегу, а черного, то есть ее поверхность состоит из тугоплавких минералов, скорее всего, силикатов. Они никак не могут

столь интенсивно испаряться, чтобы укрыть слоями всю комету. Более того, при каждом пролете рядом с Солнцем испаряется и конденсируется один и тот же поверхностный слой. Таким образом, никаких многослойных структур быть не должно.

Странно выглядит и сама форма «яблочного огрызка». Можно предположить, что именно в середине кометы сосредоточены запасы легко испаряющегося вещества, отчего перешеек и становится все тоньше. Эту идею подтверждает и хорошо видный туман, ползущий из района перешейка, — комета уже начала формировать свою кому. Однако при испарении должны получаться структуры с достаточно гладкими формами, ведь всякие края-ребра нагреваются быстрее и испаряются

## Кометная хроника

Первыми космическими аппаратами, пролетевшим рядом с кометой, были советские корабли «Вега-1» и «Вега-2». В марте 1986 года по дороге к Венере они прошли на расстоянии примерно 8000 км от кометы Галлея. Помимо исследования они передали точные координаты, которые позволили кораблю ЕКА «Джотто» прицельно, пройти на расстоянии 600 км и взять образцы кометной пыли. Два японских корабля флотилии, направленной на исследование кометы Галлея, промахнулись и прошли на расстоянии 151 тысячи и 7 миллионов километров от нее.

Тогда же, в 1986 году, в июне, сквозь хвост кометы Джакобини — Циннера пролетел американский спутник ICE.

В 1992 году «Джотто» пролетел на расстоянии 200 км от другой своей кометы, Грига — Скейлера.

В 2001 году американский «Дип спейс-1» пролетел рядом с кометой Бореля.

В 2002 году НАСА потеряла корабль «Контур», который должен был изучить кометное ядро.

В 2004 году американский корабль «Стардаст» пролетел рядом с кометой Вильд-2 и собрал образцы кометной пыли, в 2006 году доставленные на Землю. В 2011 году он же пролетел мимо кометы Темпля-1, которую в 2005 году обстрелял американский корабль «Дип импакт»: анализ выбитых осколков позволил изучить химический состав кометного вещества, хотя эффект от удара оказался не столь значительным, как ожидалось.

В 2014 году Розетта начала обследование кометы Чурюмова — Герасименко.