



## ЧУРЮМОВ

Клим Иванович — член-корреспондент НАН Украины, профессор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, директор Киевского планетария, [klivch@mail.ru](mailto:klivch@mail.ru)

## КОСМИЧЕСКИЕ МИССИИ К ЯДРАМ КОМЕТ — КЛЮЧ К РАЗГАДКЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

*2014 год войдет в историю науки как год космической миссии Rosetta к периодической комете 67P/Churyumov-Gerasimenko, открытой украинскими астрономами К. Чурюмовым и С. Герасименко. В статье одного из первооткрывателей кометы рассказывается о роли кометных исследований в развитии науки. В хронологическом порядке рассмотрены предыдущие космические миссии с целью изучения ядер периодических комет. Особое внимание уделяется текущей миссии Rosetta, в ходе которой запланирован уникальный эксперимент с посадкой на ледяное ядро кометы специального модуля для всестороннего исследования физических и химических свойств загадочного первичного вещества, из которого образовалась Солнечная система и возникла жизнь на Земле.*

### Почему ученых интересуют кометы?

Человечество интересуется кометами с очень давних пор. Древние хроники человеческой цивилизации сохранили многочисленные свидетельства появления необыкновенно ярких небесных объектов с огромными хвостами, которые протягивались, порой, через весь небосвод. Правда, в далекие времена кометы представлялись людям как знамения, как небесные предвестники трагических событий на Земле — будь то смерть вождя племени, короля какой-либо страны, страшная эпидемия чумы или холеры, разрушительная война, неурожай, голод и прочее. Например, речь об этом идет в древнейших китайских хрониках, датированных 2296 г. до н.э. В китайской «Шелковой книге» (IV в. н.э.) был опубликован первый каталог комет, в котором все они были разделены на 27 типов, по характеру того вреда, который они якобы приносят на Землю. Вот лишь несколько примеров таких «пагубных» воздействий комет на земные события.

Яркую комету, появившуюся на небосклоне в мае-июне 44 г. до н.э. во время игр, организованных Октавианом в память о погибшем накануне от рук заговорщиков Юлии Цезаре, сочли

небесным знаменем, появлением души скончавшегося великого понтифика.

В 79 г. н.э. на небе сияла яркая комета, и в этом же году произошло мощное извержение вулкана Везувий, под раскаленной лавой и пеплом которого погибли цветущие римские города Помпеи и Геркуланум. Наблюдая это небесное явление, римский писатель Плиний Старший задолго до катастрофы предупреждал сограждан о грядущем несчастье, так как все кометы, как он считал, делятся на 12 классов, в соответствии с характером беды, которую они предвещают.

Киевский князь Вещий Олег в 911 г., за год до своей смерти, увидел яркую комету в созвездии Геркулеса и воспринял это как недобрый знак, так как волхвы предсказывали ему смерть в год появления кометы на небе. В следующем году вновь появилась яркая комета, на этот раз в созвездии Льва (это была комета Галлея). И когда она засияла сперва в разрывах облаков, а затем полностью на чистом небе, Олег, справлявший тризну по своим погибшим дружинникам на самой высокой горе под Киевом (сейчас это центр города, и здесь находится известная во всем мире Астрономическая обсерватория Киевского университета), почувствовал боль в сердце от «укуса небесного змия». Возможно, это был инфаркт, от которого киевский князь скончался.

18 марта 1584 г. Иоанн Грозный также с ужасом смотрел с Красного крыльца в Кремле на двуххвостое светило — комету в созвездии Змееносца. Предсказатели, собранные накануне в Москве по велению Бориса Годунова, предвестили грозному деспоту неминуемую смерть. Так оно и случилось. Во время игры в шахматы со своим любимцем Богданом Бельским Ивана Грозного, с самого утра пребывавшего в хорошем настроении, неожиданно хватил удар и он умер.

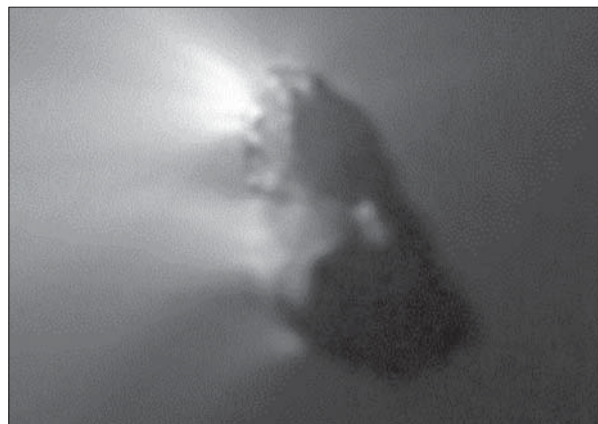
Большая яркая комета 1665 г. появилась на небе в то время, когда эпидемия чумы выкосила 90 тыс. жителей Лондона, а Украина потеряла остатки своего самоуправления, хотя избранный в этом году гетманом Правобережной Украины Петр Дорошенко самоотверженно

пытался объединить Украину в независимое государство.

Знаменитая комета Галлея в 1835 г. также оказалась «вестником» многочисленных бед. В этом году в результате опустошительного пожара в Нью-Йорке полностью были разрушены около 530 домов. Все мужчины города Аламо в Мексике были убиты солдатами армии генерала Санта Анна. Десять тысяч зулусов напали на поселок Винен в Африке и вырезали 97 бурских мужчин и женщин и 185 детей. Войны в это время уничтожали все живое на Кубе, в Мексике, Эквадоре, Центральной Америке, Перу, Аргентине и Боливии. Вождь флоридских семинолов Осцеола обращался с молитвой к этой комете, называя ее «большой нож на небе». Вскоре после этого предводительствуемые им семинолы перерезали всех солдат форта Кинг.

Конечно, все это весьма будоражащие воображение, но все же абсолютно случайные совпадения, отношения к науке не имеющие, так как кометы никакого влияния на земные события и на судьбы людей не оказывают из-за их ничтожной гравитации.

Кометы интересуют ученых, во-первых, потому что кометные ядра являются реликтовыми «кирпичиками», из которых образовалась Солнечная система. Кометы сохраняют первичное вещество — свидетельство ранней стадии зарождения Солнца и планет 4,6 млрд



Ядро кометы Галлея (1P/Галлей). Снимок космического аппарата Giotto («Джотто»). 14 марта 1986 г.



Карта поверхности ядра кометы Галлея

лет тому назад. Во-вторых, кометы — это своеобразные индикаторы физических условий в межпланетной среде и средство диагностики межпланетной плазмы, солнечного ветра и солнечных космических лучей, причем как на малых, так и на больших гелиоцентрических расстояниях и гелиографических широтах. В-третьих, кометы — естественные космические лаборатории, в которых происходят уникальные физические явления, невозможные для воспроизведения в земных условиях. В-четвертых, существует вероятность столкновения ядра кометы с Землей, следствием которого может стать глобальная катастрофа [1]. Примерами таких столкновений являются взрыв Тунгусского «метеорита» в 1908 г. и «комета динозавров», врезавшаяся в нашу планету 65 млн лет тому назад.

### Роль кометных исследований в развитии науки

Кометы сыграли большую роль в развитии науки, особенно физики, математики, космонавтики. Так, на комете Галлея был проверен и триумфально подтвержден закон всемирного тяготения. Когда она вернулась к Земле в 1759 г., как и предсказала еще только зарождающаяся тогда наука — небесная механика (Э. Галлей, 1709), закон всемирного тяготения был безоговорочно воспринят всеми учеными как один из фундаментальных законов природы. Первый молекулярный спектр был получен Джованни Донати в 1864 г. для кометы 1864 II, позже он

был правильно истолкован Уильямом Хаггинсом как спектр молекулы углерода (полосы Свана), что послужило толчком для первых шагов в развитии молекулярной спектроскопии. Кометные хвосты демонстрировали реальность давления света на твердые тела и газы, что было доказано теоретически и экспериментально в XIX—XX ст. (Ф. Бессель, Дж. Максвелл, Ф. Бредихин, П. Лебедев). Для решения уравнений движения комет были развиты новые методы численного интегрирования дифференциальных уравнений (Дж. Адамс, Ф. Коуэлл и др.). Исследование динамической эволюции комет указало на разительные изменения их орбит в поле тяготения планет, что было использовано в космонавтике для пертурбационных маневров космических аппаратов в поле тяготения планет Солнечной системы с целью точной доставки аппарата в любую точку Солнечной системы [2, 3].

Чтобы в деталях изучить многие загадочные явления в кометах и установить связь вещества ледяных кометных ядер с реликтовым веществом протопланетного облака, учеными и инженерами были разработаны, осуществлены и продолжают планироваться космические миссии к ядрам периодических комет [4].

### Первые космические миссии к кометам

Первые космические миссии были осуществлены в 1985—1986 гг. к ядрам комет Галлея и Джакобини—Циннера.

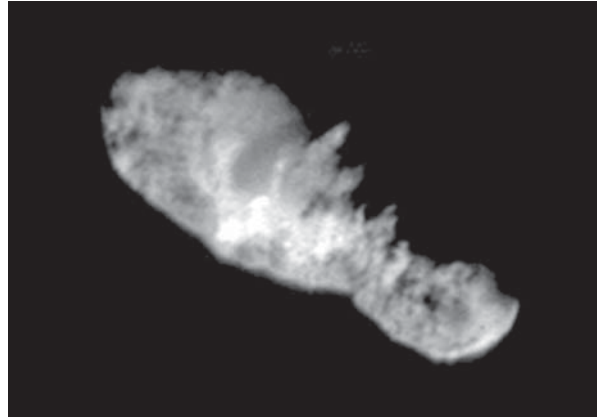
Космическими аппаратами, которые впервые в истории науки были отправлены в космическое пространство с целью пролететь вблизи ядра знаменитой кометы Галлея, стали два советских космических корабля «Вега-1» и «Вега-2». Они стартовали с космодрома Байконур 15 и 21 декабря 1984 г. и вначале взяли курс в направлении Венеры, чтобы сбросить в ее атмосферу два научных зонда, а также с помощью ее гравитационного поля совершить маневр, который направил бы их точно в окрестности ядра кометы Галлея. Поэтому аппараты и получили название «Вега» — по двум

первым буквам слов «Венера» и «Галлей». Оба аппарата успешно справились со своей задачей вблизи Венеры, собрав новые данные об ее атмосфере, а затем точно по расписанию, 6 и 9 марта 1986 г., пролетели на огромной скорости (77 км/с) вблизи ядра кометы. «Вега-1» прошла на расстоянии 8890 км от ядра, а «Вега-2» — 8030 км.

Миссия этих автоматических межпланетных станций, а затем и европейского космического аппарата Giotto («Джотто»), который 14 марта 1986 г. пролетел на расстоянии 605 км от ядра, состояла в фотографировании загадочного ядра кометы Галлея. Оно оказалось бесформенной гигантской монолитной глыбой размером  $14 \times 10 \times 8$  км и массой около 300 млрд тонн, состоящей на 80% из водяного льда с примесью органической и минеральной пыли и вращающейся с периодом 2,2 суток вокруг своей оси. Выяснилось также, что ядро было необыкновенно черным, отражающим только 4% солнечного света, и очень пористым — его плотность составляла всего около  $0,1 \text{ г/см}^3$ . При каждом прохождении кометы Галлея вблизи Солнца ее ядро уменьшается в диаметре на 6 м, т.е. за 30 датированных прохождений кометы, начиная с 12 г. до н.э., кометное ядро «похудело» на 180 м. А полностью оно растает примерно через 600–700 тыс. лет. Так впервые была решена загадка, тысячелетиями не дававшая покоя астрономам, — что же представляют собой кометные ядра?

Также были изучены физические характеристики газовой-пылевой атмосферы, плазменного хвоста и магнитного поля кометы. В получении этих данных большую роль сыграли два японских аппарата «Суисей» (Комета) и «Сакигаке» (Пионер), которые исследовали далекие окрестности кометы на расстояниях 151 тыс. км (8 марта 1986 г.) и 7 млн км (11 марта 1986 г.) соответственно.

Однако все же самым первым космическим аппаратом, который сблизился с ядром кометы, был Международный кометный исследователь (International Cometary Explorer, ICE), запущенный NASA 12 августа 1978 г. За полгода до миссии «Вега» он прошел на расстоя-



Ядро кометы 19P/Борелли. Снимок космического аппарата Deep Space 1. 23 сентября 2001 г.

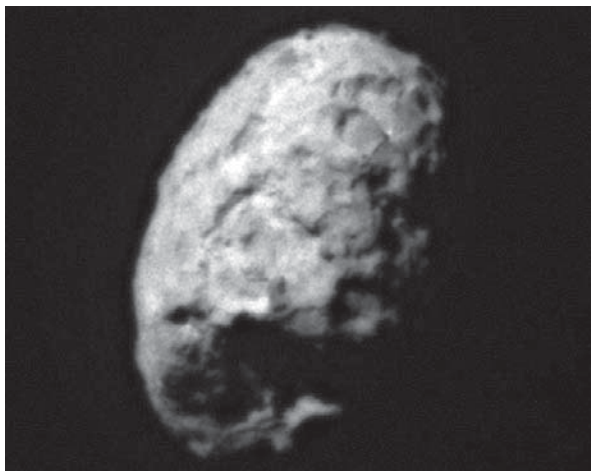
нии 10 тыс. км от ядра кометы Джакобини—Циннера и измерил напряженность магнитного поля в ее плазменном хвосте. Тем не менее, на его борту не было видеокамеры, и о ядре этой кометы нам ничего не известно.

### Миссия Deep Space 1

22 сентября 2001 г. космический аппарат Deep Space 1 приблизился к короткопериодической комете 19P/Борелли на расстояние 2171 км и сфотографировал ее ядро. Качество полученных снимков намного превосходило качество снимков ядра кометы Галлея, полученных в 1986 г. По форме ядро размером  $8 \times 4 \times 4$  км напоминало картофелину. На его поверхности видны разнообразные структуры, включая долины, горы и впадины. По всей поверхности ядра рассеяны темные участки. Гладкие равнины, на которых преобладают более светлые структуры, концентрируются в средней части ядра. С этими структурами, по-видимому, связано образование пылевых и газовых струй (джетов), которые пополняют своим веществом кому [5].

### Миссия Stardust

В результате выполнения исторической космической миссии Stardust впервые на Землю было доставлено вещество кометы.



Ядро комети 81P/Вильда 2. Снимок космического аппарата Stardust. 2 января 2005 г.

Космический аппарат Stardust стартовал с мыса Канаверал 7 января 1999 г. Он совершил три витка вокруг Солнца и 2 января 2004 г. пролетел на расстоянии 236 км от ядра периодической кометы Вильда 2. При этом сближении были получены наиболее детальные из всех полученных ранее изображения поверхности ядра кометы с высоким разрешением. Размеры ядра  $5,5 \times 4,0 \times 3,3$  км. На изображениях ядра кометы, полученных Stardust, видны остроконечные пики высотой до 100 м и кратеры глубиной более 150 м. Некоторые кратеры имеют круглые центральные впадины, окруженные неровным рядом выброшенного из недр ядра кометного вещества, тогда как другие кратеры имеют совершенно плоское дно и прямые стены. Диаметр самого большого кратера, получившего название Левая ступня, равен 1 км, что составляет  $1/5$  часть 5-километрового ядра кометы.

Другим большим сюрпризом стало обилие (более 25) и активность джетов частиц, вытекающих из различных участков поверхности ядра. Перед полетом предполагалось, что джеты выбрасывают частицы на небольшое расстояние от ядра, а затем они диссипируют, образуя светящееся гало вокруг кометы. Как оказалось, некоторые сверхскоростные джеты оставались узкими, как струя воды, вытекающая из мощного садового брандспойта,

что представляло серьезную проблему для Stardust во время его сближения с ядром кометы Вильда 2. Зонд космического аппарата был буквально изрешечен миллионами частичек от трех гигантских джетов. Двенадцать таких частиц, некоторые размером с пулю, проникли через верхний слой защитного экрана космического аппарата.

В течение 6-летнего полета КА Stardust производил сбор кометных частичек вблизи ядра кометы Вильда 2 и межзвездного вещества, поток которого был обнаружен в Солнечной системе в направлении от созвездия Стрельца. Частицы удерживались с помощью ловушки, в ячейки которой были уложены блоки из специального аэрогеля очень низкой плотности. Попадая в ловушку, частицы тормозились, образуя треки, напоминающие головастиков, и застревали в аэрогеле. Пылинки также сталкивались с экраном из алюминиевой фольги, оставляя в нем следы в виде микрократеров.

Капсула с кометным и межзвездным веществом благополучно вернулась на Землю 15 января 2005 г. и была доставлена в исследовательскую лабораторию в Беркли (США). После вскрытия ловушки в блоках аэрогеля даже невооруженным глазом было заметно около 25 треков-«головастиков». Сотни других частиц были обнаружены с помощью специального микроскопа, причем многие из них были выявлены любителями, которые подключились к поискам межзвездных и кометных частичек по программе Stardust@home.

Анализ полученных данных показал, что из изученных к настоящему моменту кометных частиц проекта Stardust в каждой четвертой присутствуют «высокотемпературные» минералы, такие как форстерит и кальциево-алюминиевые включения (CAIs), которые формируются при температурах выше  $1000^\circ\text{C}$ .

Были найдены также и другие неожиданные «ингредиенты» — минералы, богатые титаном, оливин. Считалось, что кометы формировались в холодных внешних областях ранней Солнечной системы, где мог существовать лед, и никогда не подвергались такому нагреву. А это значит, что история комет куда более сложна,

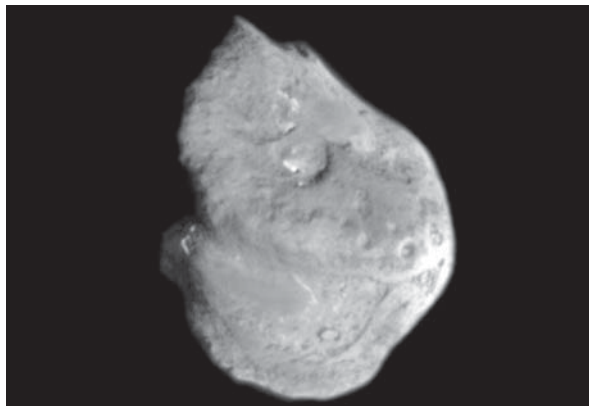
чем предполагалось ранее. По всей видимости, они представляют собой смесь компонентов, сформированных в самых различных областях молодой Солнечной системы, как на периферии, так и вблизи центра в условиях очень высоких температур.

Существуют, по крайней мере, две возможности для появления «высокотемпературных» минералов в составе комет. Первая основана на гипотезе о сильном звездном ветре и мощных выбросах корональной плазмы молодого Солнца (проходившего стадию звезды Т Тельца), выдувавших капельки расплава из центрального района во внешние области зарождающейся планетной системы. Вторая версия заключается в том, что данные минералы были сформированы около других звезд и лишь потом, после долгих странствий по Галактике, проникли в эту область и перемешались с веществом Солнечного протопланетного диска. Научный руководитель проекта Stardust профессор Дональд Браунли (Donald Brownlee) из Университета Вашингтона полагает, что детальный изотопный анализ этих минералов, вероятно, поможет выбрать одну из этих гипотез.

КА Stardust, с успехом выполнив свою главную миссию, продолжал полет по гелиоцентрической орбите. Так как все его приборы нормально функционировали, было предложено переориентировать его к комете Темпеля 1, которая ранее исследовалась КА Deep Impact. Новая миссия получила название NExT (New Exploration of Tempel), и главной ее целью было сближение с ядром кометы, чтобы сфотографировать искусственный кратер, образовавшийся вследствие удара при сбросе импактора с КА Deep Impact. Эта задача была блестяще реализована в 2011 г.

### Миссия Deep Impact

КА Deep Impact стартовал с космодрома Кеннеди 12 января 2005 г., а 3 июля 2005 г. зонд сблизился с короткопериодической кометой Темпеля 1 семейства Юпитера. С космического аппарата на ядро кометы был сброшен 370-

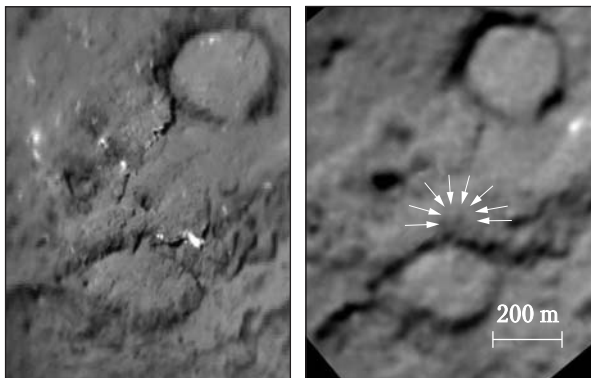


Ядро кометы 9P/Темпеля 1. Снимок космического аппарата Deep Impact. 4 июля 2005 г.

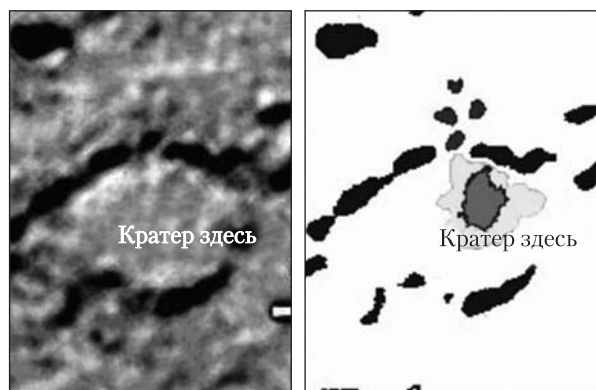
килограммовый импактор, состоящий на 49% из меди, на 24% из алюминия, другие материалы содержали в том числе 6,5 кг неиспользованного гидразина [6]. 4 июля 2005 г. импактор на скорости 10,3 км/с врезался в ядро кометы Темпеля 1. Причем видеокамера, установленная на импакторе, постоянно передавала детальные изображения ядра, последнее из которых было сделано за 4 с до столкновения. Пролетный модуль Deep Impact в это время приблизился к комете на расстояние 500 км с целью зафиксировать удар импактора по ее ядру. К сожалению, при взрыве из внутренних областей ядра было выброшено огромное облако мелких льдинок с вкраплениями пыли, которое почти полностью закрыло кратер, поэтому четких фотографий сделать не удалось.

Однако данные по диаметру и глубине ударно-взрывного кратера были весьма важны, так как позволяли проверить реальность гипотез многих исследователей, в том числе и модели, разработанной в Астрономической обсерватории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко [7, 8].

Итак, 14 февраля 2011 г., в рамках вышеупомянутой миссии NExT, КА Stardust приблизился к ядру кометы Темпеля 1 на расстоянии 181 км и получил детальные снимки поверхности ядра кометы, в частности снимок места падения импактора, сброшенного шесть лет назад с Deep Impact. Анализ этих снимков



Фрагменты поверхности ядра кометы 9P/Темпеля 1 до и после образования искусственного кратера. Стрелками показано нереальное положение кратера, отождествленное американскими учеными



Фрагмент поверхности ядра кометы 9P/Темпеля 1 с реальным положением искусственного кратера, отождествленным К. Чурюмовым и В. Кручиненко (серая область внутри естественного ударного кратера, выделенного черным контуром на ядре кометы). Четырнадцать черными пятнышками показано место нереального отождествления положения кратера американскими учеными

должен был позволить обнаружить искусственный ударный кратер.

Американские ученые из команды NExT провели отождествление искусственного ударного кратера, которое якобы показало его наличие вблизи одного из старых ударных кратеров. Более того, они полагали, что диаметр этого кратера составляет около 150 м, если измерять его по светлой кольцевой окантовке. Однако кратер — это прежде всего воронка, и

именно по ней должен определяться диаметр кратера, который, как показывают простые измерения, не превышает 67 м. Если же за размеры кратера принимать окантовку вокруг воронки из выброшенного кометного вещества, то тогда диаметр лунного кратера Тихо следует считать не 240 км, а более 4000 км.

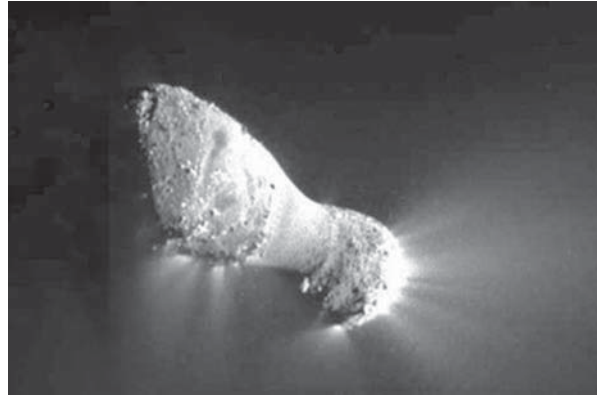
Однако, на наш взгляд, и само отождествление положения кратера, проведенное американскими учеными, оказалось неверным. Используя программу обработки изображений, предложенную киевским оптиком А.П. Кучеровым, которая позволяет частично освободить изображение от дифракционных искажений, украинские астрономы К. Чурюмов и В. Кручиненко получили совсем другое положение этого искусственного кратера. По нашему мнению, он находится внутри одного из уже существующих ударных кратеров на поверхности ядра кометы. Диаметр воронки кратера составляет около 60 м, что близко к оценкам диаметра кратера по нашей модели. Справедливость этой модели и истинное положение искусственного кратера на ядре кометы Темпеля 1 (в отличие от указанного американскими учеными) были признаны на самой авторитетной конференции по малым телам Солнечной системы «Астероиды, кометы, метеоры» (АСМ-2012), которая проходила в японском городе Ниигата в мае 2012 г.

Таким образом, мировое научное сообщество официально приняло, что диаметр искусственного ударного кратера на поверхности ядра кометы 9P/Темпеля 1 равен 60 м, а прочность поверхностных слоев ядра составляет около 5 кПа, что наилучшим образом отвечает упомянутой модели кратера, разработанной украинскими астрономами.

Возвращаясь к миссии Deep Impact, следует отметить, что на изображениях ядра кометы Темпеля 1 и фрагментах его поверхности, переданных импактором, хорошо заметны несколько областей с разной морфологией. Поверхность ядра покрыта несколькими десятками кольцевых структур, размерами от 40 до 400 м. Общее распределение этих структур по размерам согласуется с популяцией ударных

кратеров, наблюдающихся на поверхностях других тел Солнечной системы. На поверхности ядра кометы Темпеля 1 существуют две большие области с гладкой поверхностью (плато). Одна из них ограничена с севера обрывом ~20 м высотой. Похожее плато наблюдалось также на ядре кометы Борелли. Гладкие области и окружающие их обрывы могут указывать на слоистость строения ядра. В целом же вся поверхность ядра кометы Темпеля 1 довольно однородна по альбедо и цвету. Вариации альбедо лежат в пределах 50% от средней величины 0,04. Исходя из анализа альбедо, никаких выходов льда или инея на ядре не было обнаружено. Было подсчитано, что ядро кометы теряет  $10^9$  г вещества за одно прохождение через перигелий. С помощью ИК-наблюдений была построена температурная карта ядра, которая показывает вариации температуры на освещенной стороне от 260 до 329 К и полностью соответствует топографии ядра: тени — это холодные области, а наиболее теплые области лежат вблизи подсолнечной точки. Период вращения ядра вокруг собственной оси равен 1,7 суток. Размеры ядра составляют  $7,6 \times 4,9$  км, эффективный радиус равен 3,0 км, но форма ядра была определена не полностью из-за малого периода вращения и большой скорости пролетного модуля. Средняя плотность ядра —  $0,6$  г/см<sup>3</sup>, масса — около 7,5 трлн тонн.

КА Deep Impact продолжал свой полет по гелиоцентрической орбите и в декабре 2007 г., пролетев вблизи Земли и получив гравитационный импульс, был переориентирован на короткопериодическую комету Бетина семейства Юпитера, пролет вблизи ядра которой он должен был осуществить в 2008 г. К сожалению, комету Бетина не удалось обнаружить. 4 ноября 2010 г. Deep Impact пролетел на расстоянии 700 км от ядра периодической кометы семейства Юпитера 103P/Хартли 2 и сфотографировал ее ядро. Эффективный радиус ядра этой кометы равен 570 м, по форме ядро напоминает кеглю, масса его — 300 млрд тонн, альбедо — всего 0,028. Изотопный состав водяного льда в ядре кометы Хартли ока-



Ядро кометы 103P/Хартли 2. Снимок космического аппарата Deep Impact

зался идентичным изотопному составу воды в земных океанах. Этот факт может указывать на то, что источником воды на Земле явились ледяные ядра комет, которые непрерывно бомбардировали нашу планету 3–4 млрд лет тому назад.

### Космическая миссия Rosetta

Космический аппарат Rosetta был запущен 2 марта 2004 г. с космодрома Куру (Французская Гвиана) в направлении короткопериодической кометы Чурюмова — Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko) [9]. Название миссии происходит от древнего египетского города Розетта, вблизи которого французский капитан армии Наполеона Пьер Бушар в 1799 г. нашел базальтовую плиту — знаменитый розеттский камень. На нем сохранились записи одного и того же текста на трех языках: древнеегипетском, коптском и древнегреческом. Это дало возможность Томасу Янгу и Жану Франсуа Шампольону в 1822 г. расшифровать древнеегипетские иероглифы и открыть всему миру интереснейшую историю древнего Египта. Символизм в названии космической миссии Rosetta состоит в том, что в ходе ее выполнения планируется спустить посадочный модуль на ядро кометы Чурюмова — Герасименко, которое и должно сыграть роль своеобразного розеттского камня для





Первооткрыватели кометы 67P К.И. Чурюмов и С.И. Герасименко. Душанбе. 1975 г.

расшифровки тайн ледяных кометных ядер — носителей загадочного реликтового вещества Солнечной системы. Данные, которые надеются получить исследователи, откроют прямой путь к решению фундаментальной проблемы космогонии Солнечной системы и происхождения жизни на Земле.

Как же была открыта комета, которой суждено стать розеттским камнем космогонии Солнечной системы? Летом 1966 г. кафедра астрономии Киевского государственного университета им. Т.Г. Шевченко снарядила первую кометную экспедицию в Таджикистан на гору Санглок с целью наблюдения и поиска комет фотографическими и визуальными способами. В 1968 г. вторая кометная экспедиция КГУ проводила наблюдения и поиски комет в Туркменистане на горе Душак. А в 1969 г. мы со Светланой Герасименко, которая тогда была аспирантом профессора С.К. Всехсвятского, и фотолаборантом Людмилой Чирковой в составе третьей кометной экспедиции КГУ отправились в Казахстан в Алма-Атинскую обсерваторию Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова.

Нашей целью являлись наблюдения периодических комет и поиски новых. В Алма-Атинской обсерватории нас привлек имеющийся там светосильный 0,5-метровый менисковый максутовский рефлектор. С его помощью мы организовали патрулирование

нескольких короткопериодических комет семейства Юпитера и отсняли множество фотопластинок. Причем для уверенного отождествления слабых комет по их заметному смещению относительно звезд для каждой из них снималась пара пластинок.

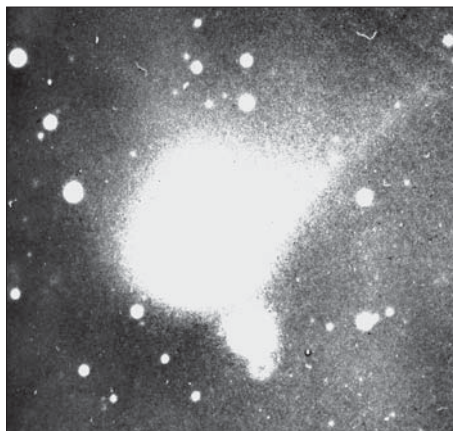
Первые дни после приезда в Алма-Ату и подъема на Каменское плато, где располагался Астрофизический институт, мы осваивали телескоп, и профессор Д.А. Рожковский обучал нас гидировать слабые кометы (невидимые в гид) методом Меткофа. Гидирование велось по близкой к комете звезде, видимой в гид, которую перемещали каждую минуту времени со скоростью движения кометы (в угловых секундах в минуту) по позиционному углу движения невидимого объекта. Первые наблюдения мы со Светланой Герасименко провели 9 сентября. В эту ночь мы дважды отсняли область с кометой Комас Сола с интервалом в 20 минут. И если бы мы сразу после проявления пластинок просмотрели их на стереокомпараторе Рожковского, то смогли бы обнаружить новую комету, как бы «висящую» среди неподвижных звезд вследствие стереоскопического эффекта. На следующий день погода испортилась, и я поднялся на высокогорную корональную станцию института, расположенную на высоте 3100 м над уровнем моря, и несколько ночей снимал там области с периодическими кометами на 17-сантиметровом телескопе Шмидта с полем зрения около 10 угловых градусов.

Согласно записям в журнале наблюдений, 11 сентября С. Герасименко и Л. Чиркова продолжили съемку области с кометами на менисковом телескопе. В ту ночь из-за ухудшения погоды им удалось отснять только одну пластинку с кометой Комас Сола. И вот с этой единственной пластинкой неожиданно произошел казус. Хотя обработка отснятых фотопластинок это дело фотолаборанта, Светлана решила проявить ее сама. В темноте она поместила фотопластинку в ванночку и залила заранее приготовленный проявитель. К сожалению, проявителя оказалось недостаточно, и центральная часть пластинки, где предположительно находилось изображение кометы

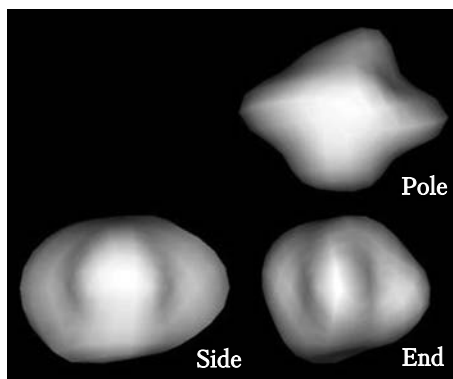
Комас Сола, получилась недопроявленной. Светлана расстроилась, посчитав пластинку бракованной, и уже хотела выбросить ее. Но тут появился наш «ангел-хранитель», профессор Д. Рожковский, который вовремя остановил молодую исследовательницу. Он объяснил, что и недопроявленные пластинки могут содержать ценную информацию для уточнения элементов орбиты периодической кометы. Поэтому пластинку нужно внимательно просмотреть, провести необходимые измерения пусть даже ослабленного диффузного изображения кометы и определить ее экваториальные координаты — прямое восхождение и склонение.

Через несколько дней Герасименко и Чиркова уехали в Киев, а я остался, чтобы продолжать наблюдения. Погода не баловала, однако 21 сентября мне удалось отснять несколько комет, дублируя наблюдения с интервалом в 20–30 минут, в том числе я отснял две пластинки с кометой Комас Сола. К сожалению, и эту пару пластинок я сразу не просмотрел на стереокомпараторе Рожковского.

Вернувшись в Киев, мы только в середине октября занялись тщательной обработкой негативов — отождествлением звезд вокруг изображений комет Комас Сола, Фая, Кодзимы и др. Сначала на одном из снимков, полученном С. Герасименко и Л. Чирковой, мы исследовали диффузный объект, который еще в Алма-Ате приняли за периодическую комету Комас Сола. И вот тут выяснилось, что этот объект по координатам на  $2^\circ$  отличается от теоретического положения кометы Комас Сола. Это удивило нас, и мы начали искать таинственный объект на других фотопластинках. Нам удалось найти его еще на четырех снимках, почти на самом краю пластинок. Пять точных положений, определенных по снимкам, давали возможность точно вычислить орбиту кометы. Она оказалась эллиптической и принадлежала неизвестной до тех пор короткопериодической комете с периодом 6,5 лет. О нашем открытии мы сообщили доктору Б. Марсдену в Центральное бюро астрономических телеграмм (США), где фиксируются открытия объектов во Вселенной и Солнечной системе. Через несколько



Снимок кометы 67P, полученный К. Чурюмовым и И. Караченцевым с помощью 6-метрового телескопа. 13 января 1983 г.



Ядро кометы 67P/Чурюмова — Герасименко по данным наблюдений с помощью телескопа Hubble. 2003 г.

дней нам пришел ответ, что это действительно новая комета и ее зарегистрировали как комету 1969h, или комету Чурюмова — Герасименко. Сейчас во всех каталогах комет она имеет постоянный номер 67P. Комета Галлея, например, имеет номер 1P.

Интересной оказалась динамическая история кометы 67P, т.е. эволюция ее орбиты в прошлом. Выяснилось, что за 10 лет до открытия, в 1959 г. комета прошла на очень близком расстоянии от Юпитера (0,05 а.е., или 7,5 млн км). Это событие существенно трансформировало все элементы ее орбиты и главным образом перигелийное расстояние, которое до сближения превышало 2,5 а.е., а после уменьшилось



Клим Чурюмов и Светлана Герасименко на космодроме Куру на фоне стартовой площадки ракеты Ariane 5 с космическим аппаратом Rosetta на борту

до 1,3 а.е. Именно после такого заметного изменения орбитальных элементов комета стала доступна для фотографических наземных наблюдений и попала в поле зрения нашего меридионального телескопа в Алма-Ате.

В 1982 г. комета сблизилась с Землей до 0,39 а.е. и создались наилучшие условия ее видимости с Земли — за кометой наблюдали на многих обсерваториях в мире, а также многочисленные любители астрономии. В максимуме она достигла 9-й звездной величины, и ее можно было увидеть даже с помощью бинокля. 12—13 января 1983 г. К. Чурюмов и И. Караченцев сделали фотографии кометы с помощью самого большого в то время 6-метрового телескопа на Кавказе. Был также получен ее УФ-спектр со спутника IUE.

В 2003 г. космический телескоп Hubble зафиксировал серию изображений кометы 67P, на основании которых было построено модельное изображение ядра. В плане комета имеет форму креста, а в других проекциях напоминает шляпу. Размер ядра  $5 \times 3$  км, период вращения вокруг собственной оси 12 ч, т.е. сутки на комете составляют половину земных суток.

С момента открытия эта комета возвращалась к Земле уже 7 раз. Перед ее седьмым появлением вблизи Солнца к комете была отправлена космическая миссия Rosetta. Аппарат достигнет ядра кометы в августе 2014 г.

когда она еще будет далека от Солнца и не активна. Впервые в истории исследования комет планируется опустить на ядро посадочный модуль, который возьмет образцы грунта и исследует их прямо на борту, а также передаст на Землю многочисленные фотографии. Станция Rosetta будет обращаться вокруг кометы в течение 2 лет, для того чтобы проследить развитие кометной активности по мере приближения к Солнцу. 13 августа 2015 г. комета вместе с КА Rosetta в восьмой раз пройдет перигелий, а окончание миссии запланировано на 31 декабря 2015 г.

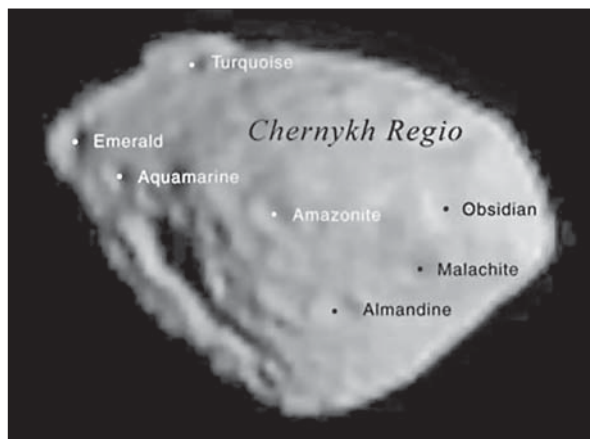
В феврале 2004 г. первооткрыватели кометы 67P по приглашению генерального директора Европейского космического агентства Жан-Жака Дордена специальным рейсом вылетели из Парижа во Французскую Гвиану в Южной Америке на космодром Куру, где уже полным ходом шли приготовления к старту № 158 ракеты Ariane 5. Накануне контейнер с зондом Rosetta и наземное оборудование общим весом 62 т из аэропорта близ Амстердама был доставлен на космодром Куру на зафрахтованном самолете Ан-124.

Запуск был намечен на 26 февраля 2004 г., однако из-за сильного ветра в высоких слоях атмосферы, облачности и дождя старт был перенесен на следующее утро. Вторая попытка также сорвалась из-за неисправности теплоизоляции одного из двигателей ракеты. Наконец, после устранения всех неполадок 2 марта 2004 г. в 07:17:44 (по всемирному времени) ракета-носитель Ariane 5 успешно стартовала. Через 2 ч 15 мин после старта произошло отделение КА Rosetta от второй ступени ракеты, раскрылись панели солнечной батареи, и космический аппарат с посадочным модулем вышел на заданную траекторию полета. Спустя несколько дней, когда орбита КА стабилизировалась, специалисты уточнили детальный сценарий миссии, согласно которому Rosetta для того, чтобы с расчетной точностью приблизиться к ядру кометы Чурюмова — Герасименко, должна была совершить три гравитационных маневра вблизи Земли и один возле Марса.

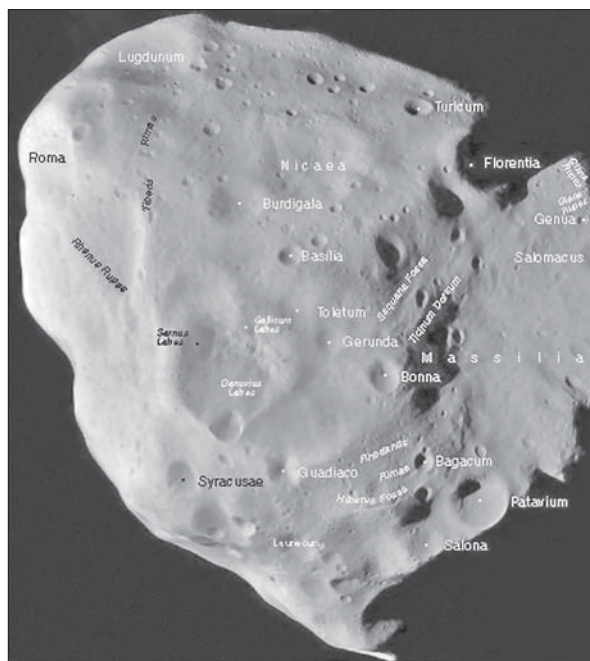
Совершив свой первый виток по около-солнечной орбите в марте 2005 г., Rosetta вернулась к Земле и, получив от нее первый гравитационный импульс, направилась вокруг Солнца к Марсу. В марте 2007 г. второй виток КА Rosetta уже по слегка вытянутой околосолнечной орбите завершился пролетом вблизи Марса на высоте 250 км. Полученный от красной планеты второй ускоряющий гравитационный импульс еще больше растянул околосолнечный орбитальный эллипс космического аппарата и направил его к Земле. При пролете вблизи Марса приборы Rosetta провели детальное картографирование поверхности планеты и другие исследования. В ноябре 2007 г., вновь пролетая вблизи Земли, Rosetta получила третий гравитационный импульс и отправилась к Солнцу по еще более вытянутой эллиптической орбите.

Обогнув Солнце, 5 сентября 2008 г. Rosetta, находясь в главном поясе астероидов, приблизилась на 850 км к астероиду Штейнс (№ 2867) и передала на Землю его изображения и другие научные данные. Эту малую планету в 1969 г. открыл Николай Степанович Черных и назвал в честь известного латышского астронома Карла Августовича Штейнса — специалиста по космогонии комет. Из-за сходства астероида по форме с бриллиантом кратеры на его поверхности получили названия драгоценных камней: изумруд, аквамарин, александрит, сапфир и т.д. Равнинная область на поверхности астероида была названа в честь его украинского первооткрывателя — областью Черныха. Этот высокоальбедный астероид диаметром около 4,6 км и альbedo 0,35 движется по эллиптической орбите с большой полуосью  $a = 2,36$  а.е., эксцентриситетом  $e = 0,146$  и наклоном  $i = 9,9^\circ$ .

Возвращаясь из пояса астероидов к Солнцу, в ноябре 2009 г. Rosetta вновь пролетела вблизи Земли и, совершив свой четвертый гравитационный маневр, перешла на окончательную орбиту полета к комете Чурюмова — Герасименко. 10 июля 2010 г. на пути к конечной цели Rosetta пролетела на расстоянии 3100 км от астероида Лютеция (№ 21), диаметр ко-



Область Черныха на астероиде Штейнс (№ 2867). Снимок космического аппарата Rosetta. 5 сентября 2008 г.



Астероид Лютеция (№ 21). Снимок космического аппарата Rosetta. 10 июля 2010 г.

торого составляет 134 км, и сделала около 400 его изображений. Лютеция движется по эллиптической орбите с большой полуосью  $a = 2,43$  а.е., эксцентриситетом  $e = 0,163$  и наклоном  $i = 3,1^\circ$ . Этот астероид, открытый в 1852 г. Гольдшмидтом, стал первым крупным



Комета Чурюмова — Герасименко. Снимок телескопа ESO VLT. 3 мая 2003 г.

астероидом, исследованным с помощью космического аппарата. Затем 8 июля 2011 г. все приборы Rosetta были переведены в «спящий» режим почти на 3 года.

3 мая 2003 г. группа наблюдателей, возглавляемая заместителем научного руководителя космического проекта Rosetta доктором Ритой Шульц (Rita Schulz), с помощью телескопа VLT (Very Large Telescope) Европейской южной обсерватории в Чили получила изображение кометы Чурюмова — Герасименко. На снимке хорошо различаются все структуры кометы: темная сферическая область — голова (кома с ядром  $3 \times 5$  км), два хвоста — узкий длинный хвост, направленный к Солнцу, и короткий, направленный в противоположную сторону. Это пылевые хвосты, которые образовались в результате выброса из ядра кометы частичек, сконцентрировавшихся в плоскости орбиты кометы, материализуя таким образом орбиту, вдоль которой движется ядро кометы.

В 1983 г. у этой кометы наблюдался узкий плазменный хвост, который был детально изучен талантливым астрономом — исследователем комет кандидатом физико-математических наук Натальей Шабас, трагически погибшей в 2003 г. в возрасте 33 лет. По фотометрическим профилям яркости хвоста она вычислила значение индукции магнитного поля в нем, оказавшееся более 100 нТл, что почти в 2 раза превышает значение этого параметра в хвосте кометы Галлея. Исходя из этого, Наталья Шабас заключила, что наблюдавшийся в январе

1983 г. прямой короткий хвост кометы 67P представлял собой замагниченный пылевой джет. На основании исследований Н. Шабас и последующих наблюдений пылевых структур в атмосфере кометы 67P автор этой статьи высказал гипотезу [9], что поверхность и подповерхностные слои ядра кометы 67P насыщены магнетитовыми микросферами диаметром от 1 до 100 мкм. Эти микросферы и являются, возможно, причиной усиления магнитного поля вблизи ядра и в плазменном хвосте кометы. Проверить достоверность этого предположения позволит запланированная в рамках миссии Rosetta посадка модуля Philae на ядро кометы.

20 января 2014 г. в 12:00 по киевскому времени из Центра управления полетами космических аппаратов в Дармштадте (Германия) был отправлен радиосигнал на космическую миссию Rosetta. Так как в этот момент Rosetta находилась на расстоянии около 800 млн км от Земли, сигнал достиг космического аппарата только через 1 час. Приемная аппаратура Rosetta уловила этот сигнал, и «спящая красавица», как называли ее астрономы в ЦУПе, очнулась после 31-месячного «сна», сообщив об этом на Землю. Дармштадт принял сигнал — в ЦУПе зазвенел специальный будильник, и весь коллектив аплодисментами приветствовал долгожданный отклик Rosetta — «Здравствуй, мир». Связь с космическим аппаратом была установлена, что являлось очень важным этапом миссии. Теперь можно было точно сориентировать на Солнце панели солнечной батареи, обеспечив космический аппарат энергией, необходимой для осуществления маневров, которые должны направить Rosetta к ее главной цели — ядру кометы Чурюмова — Герасименко.

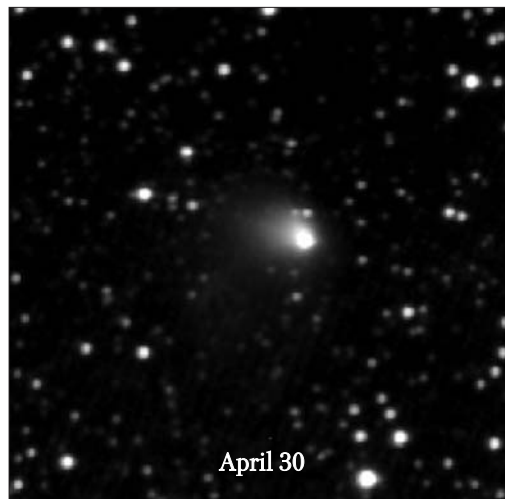
Комета 67P находится сейчас от Солнца на расстоянии около 3,85 а.е., а от Земли — на расстоянии 2,9 а.е. Расстояние между КА Rosetta и кометой 22 июня составляло 131415 км, 30 июня — 61818 км, 7 июля — 24118 км, 16 июля — 7883 км, 24 июля — 3070 км, 30 июля — 1132 км, 2 августа — 431 км и 5 августа — 183 км. Уже в июле будут получены

детальные фотографии формы ядра и его рельефа, а в августе изображения рельефа ядра кометы, сделанные с расстояния менее 200 км, по четкости превзойдут все предыдущие изображения ядер комет. Однако наивысшего качества изображений можно будет достичь, когда Rosetta выйдет на орбиту спутника ядра кометы с радиусом 25 км.

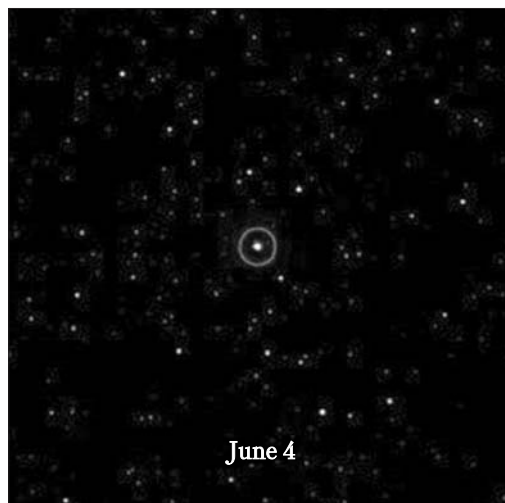
В январе-июне 2014 г. Rosetta уже получила серию снимков кометы Чурюмова — Герасименко. Вначале комета выглядела точечным звездообразным объектом, но 30 апреля 2014 г. обнаружилось, что у кометы уже образовалась атмосфера протяженностью более 1300 км. Это удивительный факт проявления активности кометы на расстоянии около 4 а.е. от Солнца, и видеокамера Rosetta зафиксировала резкий переход от безатмосферного ядра к появлению довольно протяженной комы вокруг него. Однако наблюдения 4 июня показали, что выделение атмосферы прекратилось так же внезапно, как и началось, и на снимке видно вновь оголенное ядро кометы.

В августе 2014 г. Rosetta снизит свою скорость относительно ядра кометы до 2 м/с и благодаря последовательным навигационным маневрам приблизится к нему на расстояние 25 км, перейдя таким образом на орбиту искусственного спутника вокруг ядра кометы Чурюмова — Герасименко. Все приборы Rosetta будут приведены в полную готовность с целью начать систематические исследования ядра и околоядерной области кометы. В этот период будет проведено полное и детальное картографирование поверхности ядра кометы, которое позволит впервые в мире построить детальный «глобус» ядра кометы. Подробный анализ рельефа даст возможность выбрать пять площадок на поверхности ядра, пригодных для безопасной посадки спускаемого модуля Philae.

На 11 ноября 2014 г. запланировано проведение главного и самого сложного этапа всей миссии — отделения от орбитального модуля спускаемого зонда Philae и его посадки на одну из заранее выбранных площадок на ядре кометы. При этом будет включен двигатель спускаемого аппарата, который погасит скорость зонда



Образование атмосферы вокруг ядра кометы Чурюмова — Герасименко. Снимок космического аппарата Rosetta. 30 апреля 2014 г.



Ядро кометы Чурюмова — Герасименко. Снимок космического аппарата Rosetta. 4 июня 2014 г.

до 1 м/с, что сравнимо со скоростью пешехода на Земле. Сначала Philae коснется поверхности одной из трех своих посадочных ножек, затем обопрется на две другие. В момент касания второй ножки из зонда будут отстрелены два специальных гарпуна, которые, проникнув в кометный грунт, закрепят модуль на кометном ядре и сделают его положение надежным и устойчивым. После закрепления Philae по



Rosetta в «небе» комети Чурюмова — Герасименко и модуль Philae на поверхности ядра (рисунок художника)

команде с Земли все приборы, установленные на нем, будут «расчехлены» и приступят к выполнению главной задачи миссии — комплексному исследованию реликтового вещества кометного ядра и Солнечной системы.

Спускаемый модуль Philae — это уникальный научный контейнер массой около 21 кг. Он оборудован 9 приборами:

- спектрометром альфа-лучей, протонов и рентгеновских лучей APXS (Alpha X-ray Spectrometer) для исследования элементного состава кометного вещества;
- газовым хроматографом COSAC (Cometary Sampling and Composition Experiment) для изучения химического состава кометного вещества;
- масс-спектрографом PTOLEMY для исследования изотопного состава кометного вещества и идентификации сложных органических молекул;
- прибором SESAME (Surface Electrical Sounding and Acoustic Monitoring Experiments) для акустического исследования вещества поверхностного слоя ядра, измерения диэлектрических свойств среды, окружающей ядро,

и мониторинга столкновений с пылевыми частицами;

- датчиками MUPUS (Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science) для изучения физических свойств вещества кометы;
- системой CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission) для исследования электрических характеристик всего ядра и его внутренней структуры;
- магнетометром ROMAP (Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor) для исследования кометного магнитного поля и его взаимодействия с солнечным ветром;
- камерами ÇIVA для получения изображений рельефа ядра в месте посадки;
- CCD-камерамиROLIS (Rosetta Lander Imaging System) для обеспечения бурения кометного грунта и исследования вещества, находящегося под поверхностным слоем ядра, изучения распределения и величины электрических зарядов на ядре и в образцах кометного грунта.

Кроме того, на орбитальном модуле Rosetta установлены следующие приборы:

- ALICE (Ultraviolet Imaging Spectrometer), MIRO (Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter), OSIRIS (Optical, Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System), VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer) — для дистанционного получения прямых изображений поверхности и спектральных исследований ядра и околоядерной области;
- COSIMA (Cometary Secondary Ion Mass Analyser), MIDAS (Micro-Imaging Dust Analysis System) и ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) — для анализа химического состава кометного вещества;
- CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission) — для исследования крупномасштабной структуры ядра совместно с аналогичным прибором, установленным на Philae;
- GIADA (Grain Impact Analyser and Dust Accumulator) — для исследования потока пыли и распределения пылевых частичек по массам;

- RPC (Rosetta Plasma Consortium) — для исследования кометной плазмы и ее взаимодействия с солнечным ветром;

- RSI (Radio Science Investigation) — для исследования кометы с помощью радиоволн.

Для питания приборов космической орбитальной лаборатории используется солнечная батарея площадью 32 м<sup>2</sup>. Научные данные с модуля Philae будут передаваться на орбитальный комплекс Rosetta, а оттуда по телеметрии с помощью 2-метровой антенны радиотелескопа вся научная информация будет поступать на Землю. Так впервые в истории науки лаборатории получают уникальные данные о реликтовом веществе Солнечной системы.

До конца 2015 г. орбитальный аппарат Rosetta и посадочный модуль Philae будут продолжать передавать информацию об активных процессах, происходящих на поверхности и

внутри ядра кометы Чурюмова — Герасименко. Планируется изучить развитие вокруг ядра газо-пылевой атмосферы, образование хвоста, вспышки яркости кометы, формирование джетов и плазменных структур в хвосте, вариации околоядерного магнитного поля и множество других явлений.

По своей значимости этот уникальный космический эксперимент можно без преувеличения назвать экспериментом тысячелетия. По стоимости (около 1,5 млрд евро) он является одним из наиболее дорогих научных проектов, но многие ученые считают, что игра стоит свеч. Без всякого сомнения, новые научные результаты, полученные в случае успеха этой самой грандиозной в истории человеческой цивилизации кометной миссии, достойно пополнят новыми открытиями золотой фонд мировой науки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чурюмов К.И., Гулиев А.С., Кручиненко В.Г., Чурюмова Т.К. Кометно-астероидная опасность: реальность и вымыслы. — Баку: Элм, 2012. — 175 с.
2. Чурюмов К.И. Кометы и их наблюдение. — М.: Наука, 1980. — 160 с.
3. Беляев Н.А., Чурюмов К.И. Комета Галлея и ее наблюдение. — М.: Наука, 1985. — 270 с.
4. Чурюмов К.И. Космические миссии к ядрам комет: от Веги и Джотто до Розетты // 36. наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Сер. педагогічна. — 2009. — Вип. 15. — С. 55–60.
5. Rayman M.D. The Deep Space 1 extended mission: challenges in preparing for an encounter with comet Borrelly // Acta Astronautica. — 2002. — V. 51, N 1–9. — P. 507–516.
6. Belton M.J.S. and the Deep Impact science team. A Deep Impact mission contribution to the internal structure of Jupiter family cometary nuclei: the talps or “layered pile” model // Lunar Planet. Sci. — 2006. — V. 37. — <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2006/pdf/1232.pdf>.
7. Churyumov K., Kruchynenko V., Chubko L. On sizes of the artificial explosive crater on the nucleus of comet 9P/Tempel 1 // Deep Impact as World Observation Event: Int. Workshop. — Brussels, 2006. — P. 87.
8. Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Chubko L.S. The size of the artificial explosive crater on the nucleus of comet 9P/Tempel // Deep Impact as a World Observatory Event: Synergies in Space, Time, and Wavelength: Proc. ESO/VUB Conf. (7–10 Aug. 2006, Brussels, Belgium). — Berlin: Springer, 2009. — P. 191–196.
9. Opik E.J. Researches on the physical theory of meteor phenomena. I. Theory of the formation of meteor crater // Tartu Obs. Publ. — 1936. — V. 28, N 6. — P. 27.
10. Churyumov K.I. Discovery, observations and investigations of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko in Kyiv // The new ROSETTA targets / eds. L. Colangeli, E.M. Epifani, P. Palumbo. — Kluwer Acad. Publ., 2004. — P. 1–13.

Статья поступила 21.05.2014.



*К.І. Чурюмов*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

КОСМІЧНІ МІСІЇ ДО ЯДЕР КОМЕТ –  
КЛЮЧ ДО РОЗГАДКИ ПОХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

2014 рік увійде в історію науки як рік космічної місії Rosetta до періодичної комети 67P/Churyumov-Gerasimenko, яку відкрили українські астрономи К. Чурюмов і С. Герасименко. У статті одного з першовідкривачів комети йдеться про роль кометних досліджень у розвитку науки. У хронологічному порядку розглянуто попередні космічні місії з метою вивчення ядер періодичних комет. Особливу увагу приділено поточній місії Rosetta, під час якої заплановано унікальний експеримент із посадкою на крижане ядро комети спеціального модуля для всебічного дослідження фізичних і хімічних властивостей загадкової первинної речовини, з якої утворилася Сонячна система і виникло життя на Землі.

*K.I. Churyumov*

Taras Shevchenko National University of Kyiv  
64/13 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine

SPACE MISSIONS TO COMETARY  
NUCLEI – CLUE TO ORIGIN OF SOLAR SYSTEM

2014 year in the history of science will be as year of the space mission Rosetta main target which is icy nucleus of the periodic comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, discovered by Ukrainian astronomers Klim Churyumov and S. Gerasimenko in 1969. In the article one of discoverers of the comet writes about important role of the cometary researches for the development of science. In chronology order are considered former space missions sent for study of nuclei of periodic comets. Particular attention devoted to the mission Rosetta, in the frame of which are planned unique experiment with landing of special module on icy cometary nucleus for deep study of physical and chemical properties of the relict matter from which is formed Solar system and life appeared on the Earth.