

# **Какие тайны хранит комета Чурюмова-Герасименко?**

Коллективный учебный проект учащихся МОУ  
СОШ №1 ст. Курской Ставропольского края,  
Учитель Переверзева Елена Геннадьевна

# Какие тайны хранит комета Чурюмова-Герасименко?

В мировой истории изучения космоса произошло знаковое событие — 12 ноября 2014 года модуль «Филы», запущенный Европейским космическим агентством (ЕКА), впервые в истории космонавтики достиг поверхности ядра кометы, открытой более 40 лет назад советскими учёными Климом Чурюмовым и Светланой Герасименко.

<http://bagira.guru/komety/kakie-tajny-khranit-kometa-churyumova-gerasimenko.html>

<http://www.livecometdata.com/comets/67p-churyumov-gerasimenko/> -  
наблюдение за кометой в режиме реального времени

# Что обнаружено:

**вода, угарный и углекислый газы**

обнаружили **16 органических соединений, четыре из которых -**

**метилизоцианат, ацетон, пропаналь и ацетамид** (раньше на кометах не обнаруживали)

аргон - (масс спектрометр)

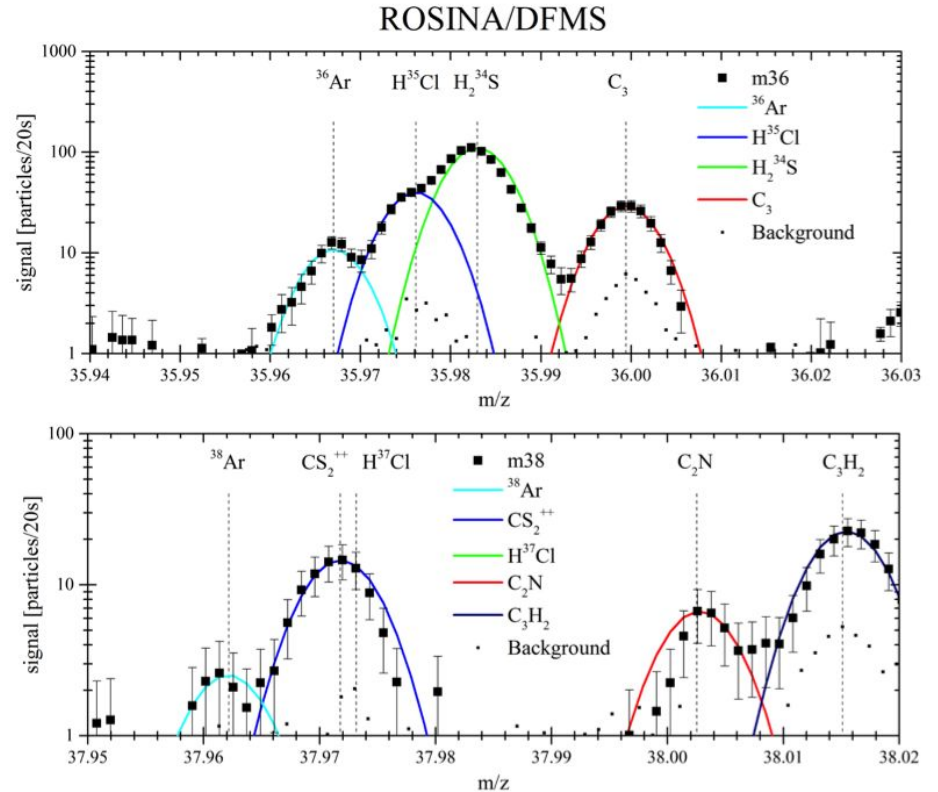
Вот перечень веществ, которые обнаружил в джетах прибор ROSINA, установленный на «Розетте»: вода, монооксид углерода, диоксид углерода, аммиак, метан, метанол.

Благородный газовый аргон был обнаружен в коме Кометы 67P/Churyumov-Gerasimenko впервые благодаря массовому спектрометру ROSINA бортовая Розетта. (перевод онлайн)

<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/09/25/rosina-detects-argon-at-comet-67pc-g/>

<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/09/25/rosina-detects-argon-at-comet-67pc-g/>

ROSINA-DFMS mass spectra identifying the two isotopes of  $^{36}\text{Ar}$  and  $^{38}\text{Ar}$  in October 2014, along with other gases. The extreme high mass-resolution of DFMS is a prerequisite for separating and identifying the two argon isotopes. The spacecraft background spectrum was obtained on 2 August 2014, before the comet signal became apparent. ( $m/z$ ) = mass/charge. Data from Balsiger et al (2015).



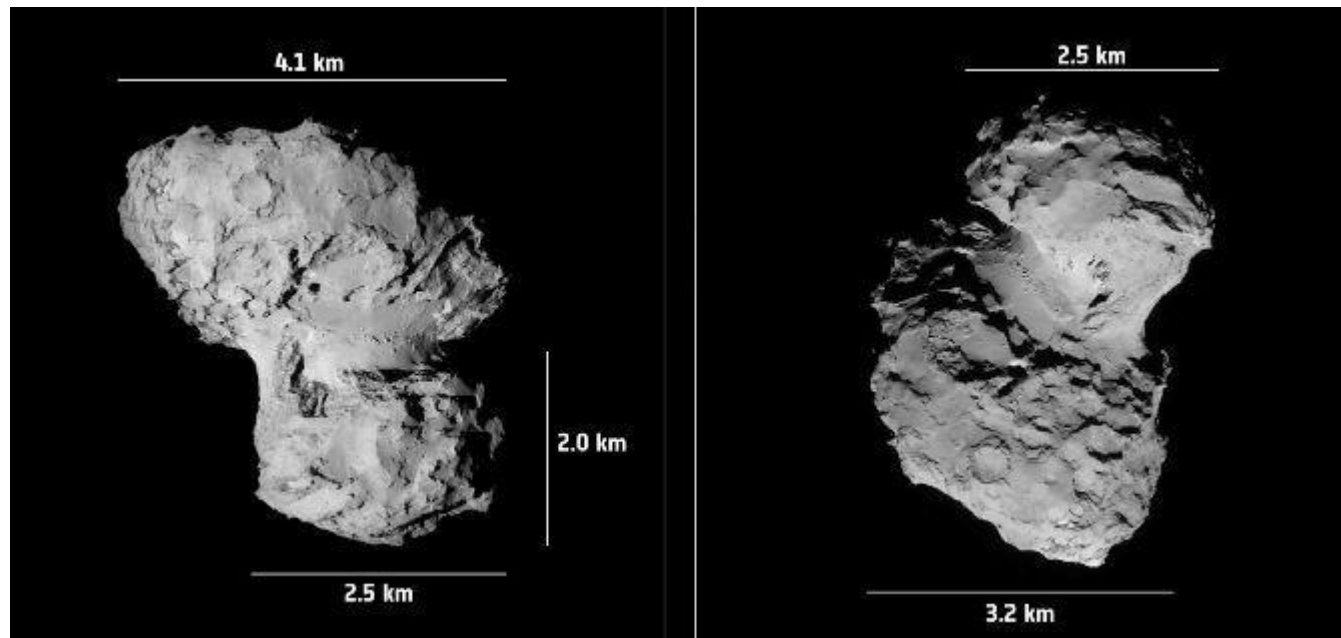
Спектры массы ROSINA-DFMS, определяющие два изотопа  $^{36}\text{Ar}$  и  $^{38}\text{Ar}$  в октябре 2014, наряду с другими газами. Чрезвычайная революция торжественной мессы DFMS - предпосылка для отделения и идентификации двух изотопов аргона. Относящийся к космическому кораблю спектр фона был получен 2 августа 2014, прежде чем сигнал кометы стал очевидным. ( $m/z$ ) = масса/обвинение. Данные от Balsiger и др. (2015).

ROSINA-DFMS mass spectra identifying the two isotopes of  $^{36}\text{Ar}$  and  $^{38}\text{Ar}$  in October 2014, along with other gases. The extreme high mass-resolution of DFMS is a prerequisite for separating and identifying the two argon isotopes. The spacecraft background spectrum was obtained on 2 August 2014, before the comet signal became apparent. ( $m/z$ ) = mass/charge. Data from Balsiger et al (2015).

# Комета 67P / Чурюмова-Герасименко

<http://v-kosmose.com/kometryi-solnechnoy-sistemyi/churyumova-gerasimenko/>

Масса  $3.14 \cdot 10^{12} \pm 0.21 \cdot 10^{12}$  kg



В августе-сентябре 2014 года, аппарат передал на Землю множество фотографий кометы Чурюмова-Герасименко, сделанные с расстояния 30 — 100 км. Ядро на них выглядит как бы состоящим из двух половинок, соединенных перешейком, напоминая внешне гантель. Размеры меньшей доли  $2,5 \times 2,5 \times 2,0$  км, большей —  $4,1 \times 3,2 \times 1,3$  км. Оба полушария кометы демонстрируют разнообразный ландшафт: горы и ровные участки, кратеры, трещины и валуны.



Размеры кометы Чурюмова-Герасименко составляют 5×3 км. Для наглядности на картинке показан город Лос-Анджелес. **Источник:** io9

Энтузиасты астрономии для сравнения поместили ядро кометы на фотографию Лос-Анджелеса. Получилось весьма впечатляюще:



## На комете Чурюмова-Герасименко обнаружена органика

В 2014 году к комете Чурюмова-Герасименко прибыл зонд Rosetta, он уже дал ученым множество новых данных о комете. Они выяснили, что комета имеет пористую структуру, органические молекулы на поверхности, **воду, угарный и углекислый газы** в газо-пылевом облаке вокруг кометы, называемом комой.

Температура на поверхности кометы: температура на освещенной стороне колеблется между -183 и -143 градусами по Цельсию.

<http://q99.it/CjO28vp>

МОСКВА, 30 июля. /ТАСС/. Ученые, анализирующие данные спускаемого модуля "Филы", который находится на комете Чурюмова-Герасименко, смогли получить данные о температуре на поверхности кометы, уточнить состав органики на ней и представления о структуре ее вещества. Результаты исследований опубликованы в четверг в шести научных статьях в журнале Science.

**«Розетта»** (англ. Rosetta) – космический аппарат, запущенный ЕКА (Европейское космическое агенство) 2 марта 2004 года. Цель полёта – исследование кометы 67P/Чурюмова – Герасименко Аппарат состоит из двух частей: собственно зонда **«Розетта»** (англ. Rosetta space probe), массой 3000 кг и спускаемого аппарата **«Фили»** (англ. Philae lander), массой 85 кг. Название зонда происходит от знаменитого Розеттского камня – легендарного артефакта, с помощью которого учёные смогли расшифровать древнеегипетские иероглифы. С помощью же космического аппарата **«Розетта»** ученые надеются узнать как выглядела солнечная система до того, как сформировались планеты. Название спускаемого аппарата образовано от острова Фили, на реке Нил, где был найден обелиск, с помощью которого удалось расшифровать Розеттский камень.

<https://sites.google.com/site/kosmoissled/rozetta>

«**Фили**» подойдёт к комете с относительной скоростью 1 м/с и при контакте с поверхностью выпустит два гарпуна, так как слабая гравитация кометы не способна удержать аппарат, и он может просто отскочить.

После высадки «Фили» начнёт свою научную миссию:

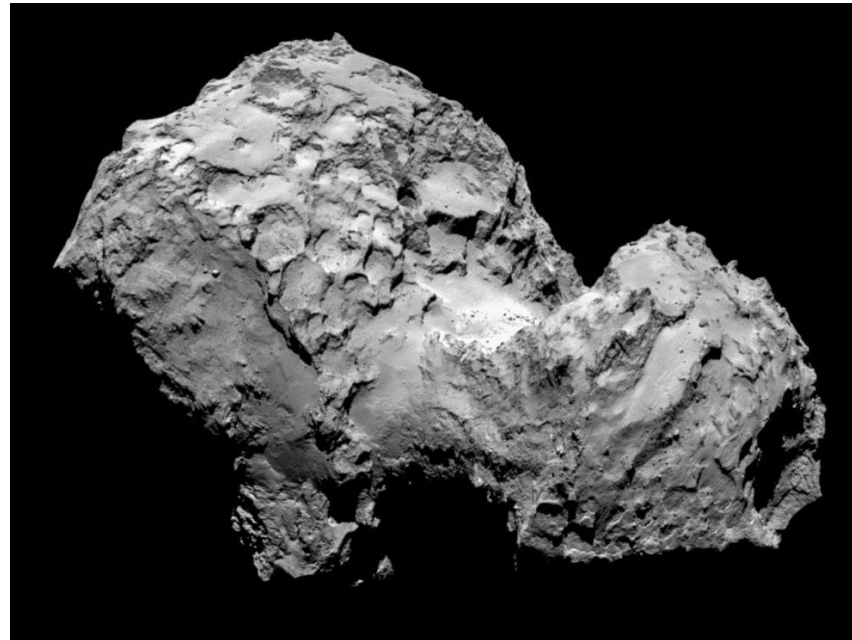
- 1) определение параметров ядра кометы;
- 2) исследование химического состава;
- 3) изучение изменения активности кометы со временем.

#### **Научное оборудование:**

1. **Пиролизёры** для исследования химического и изотопного состава ядра кометы, которые могут разогревать образцы до 180° С и до 800°С.
2. **Газовый хроматограф**. В аппарате используется несколько различных хроматографических колонок, способных анализировать различные смеси органических и неорганических веществ.
5. **Масс-спектрограф** для анализа и идентификации газообразных продуктов пиролиза используется.

<https://sites.google.com/site/kosmoissled/rozetta>

Комета 67P/Чурюмова-Герасименко. 3 августа 2014 года узкоугольная камера «Розетты» сделала этот замечательный снимок ядра кометы с разрешением 5,3 метра на пиксель. По своей форме ядро напоминает двойную картофелину; его поверхность демонстрирует сложный ландшафт с признаками сильной эрозии. Ядро кометы имеет размеры 5 × 3 км. **Фото:** ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team; MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA



<http://www.biguniverse.ru/media/2014/09/01.jpg>

В процессе сближения с кометой, при первом столкновении и на месте финальной посадки аппарат собирал образцы кометного вещества. В них исследователи обнаружили **16 органических соединений, четыре из которых - метилизоцианат, ацетон, пропаналь и ацетамид** - ранее на кометах не встречались. Также измерения показали наличие **полимерных молекул** на поверхности кометы, образовавшихся под действием радиации, и отсутствие ароматических соединений. Химический состав комет особенно интересен в связи с вопросом о возникновении жизни на Земле, согласно одной из теорий, вещества, необходимые для зарождения жизни, на планету могли принести кометы.

<http://q99.it/RUh38vp>

Кроме того, ученые смогли получить данные инструмента CONSERT, установленного на спускаемом модуле, для того, чтобы посылать радиосигнал от Philae к Rosetta так, чтобы он проходил через комету. По распространению радиоволн, принятых Rosetta исследователи могли судить о составе вещества, которое оказалось однородным. Этот результат ученые пока не могут объяснить, так как он находится в противоречии с предыдущими наблюдениями, в ходе которых было установлено, что с разных участков кометы испаряется лед разного состава. Также этот эксперимент подтвердил, что структура кометы очень пористая и 75-85% ее объема составляет пустота. Однако ученым не удалось получить ответа на один из главных вопросов, который они надеялись разрешить при помощи эксперимента с радиоволнами. Комета Чурюмова-Герасименко имеет сложную форму, и исследователи пока не могут ответить на вопрос, стала ли она такой в результате эрозии, или комета состоит из двух частей, "прилепившихся" друг к другу.

<http://q99.it/D1J38vp>

# Газовый хроматограф

После [посадки](#) в незапланированном месте кометы 67P/Чурюмова-Герасименко, условия работы зонда не были оптимальными, но он трудился более 60 часов и сумел отправить полученные данные на Землю.

Теперь [начинается](#) сложный анализ полученных из бортовой мини-лаборатории Philae данных. Ученые довольны ходом миссии: несмотря на проблемы с посадкой, удалось собрать большое количество уникальной информации, которую можно было получить только при непосредственном контакте с кометой.

Как известно по результатам бурения, комета оказалась «крепким орешком». Очевидно, место посадки Philae обильно покрыто льдом, но анализ полученных данных для определения механических свойств поверхности еще продолжается. Взятый образец «почвы» был исследован с помощью **газового хроматографа** и, хотя его объем и масса пока неизвестны, в составе обнаружены органические молекулы. Сейчас ученые работают над их идентификацией



## Опубликованы первые исследования кометы Чурюмова-Герасименко на основании данных космического аппарата Rosetta

Авторитетный научный журнал [Science](#) выпустил специальный номер, посвященный исследованию кометы Чурюмова-Герасименко на основе данных, собранных космическим аппаратом Rosetta и спускаемым зондом Philae. Примечательно, что ознакомиться со всеми материалами специального выпуска можно бесплатно на сайте издания.

Ученые установили приблизительную массу кометы - по их оценкам, она составляет около 10 триллионов тонн, что в 100 млн раз превышает массу Международной космической станции (МКС). Плотность космического тела - около 470 кг на кубический метр, на Земле похожую плотность имеют пробка, древесина и аэрогель. Низкая масса и плотность кометы подразумевают, что она имеет весьма пористую структуру - от 70 до 80% объема кометы занимают пустоты. Снимки, сделанные бортовой камерой OSIRIS, а также другими инструментами космического аппарата, позволили сделать вывод, что поверхность кометы имеет довольно неровную структуру. Самые высокие участки, по расчетам ученых, могут достигать 900 метров.

Поверхность ядра, как полагают исследователи, богата органическими материалами, но вода на ней практически отсутствует. При помощи инструмента VIRTIS ученым удалось найти на поверхности следы ароматических углеводов, карбоновые кислоты и спирты. При этом есть основания полагать, что они присутствовали в первоначальном веществе кометы, так как они практически отсутствуют в ее газовом хвосте.

При этом сам хвост, или кома, оказался сложнее, чем считалось ранее. Данные Rosetta показали, что ему присуща смена дневных и ночных циклов, а также некоторое подобие смены времен года, которая происходит по мере приближения или удаления от Солнца. Это сказывается на химическом составе хвоста: со сменой циклов в нем изменяются пропорции различных веществ, что обусловлено сменой температурного режима.

Стоит отметить, что по многим причинам комета Чурюмова-Герасименко совершенно не похожа ни на Землю, ни на другие известные тела во внутренней части Солнечной системы. Даже ее форма, которую чаще всего сравнивают с резиновой уточкой для ванны, заставляет ученых теряться в догадках о ее происхождении.

Есть основания полагать, что она могла возникнуть в результате столкновения двух небольших протопланетных тел. По другой версии, причудливая форма обусловлена эрозией центральной части. Окончательно ответить на этот вопрос поможет дальнейшее исследование кометы. Как отмечают исследователи, есть вероятность, что с приближением к Солнцу "оживет" спускаемый аппарат Philae, который проработал всего 57 часов и перешел в ждущий режим, так как не смог перезарядить солнечные батареи из-за "причурюмливания" в нерасчетном месте на поверхности.

<http://www.newsru.com/world/23jan2015/comet.html>

<http://www.sciencemag.org/site/special/rosetta/>

Гейзеры (или джеты) тянутся вверх из узкого «перешейка», соединяющего два полушария кометы. Видно, что в пределах перешейка имеется несколько мест, откуда бьют струи. Состоят они из растаявшего газа, находившегося под поверхностью кометы и нашедшего выход, а также из частичек пыли, увлеченных в космос потоком. Вот перечень веществ, которые обнаружил в джетах прибор ROSINA, установленный на «Розетте»: вода, монооксид углерода, диоксид углерода, аммиак, метан, метанол. Детальный анализ покидающего комету вещества еще не сделан, но все впереди — «Розетта» и спускаемый модуль «Филы» оснащены всеми необходимыми приборами для подобного анализа.

<http://www.biguniverse.ru/posts/aktivnaya-kometa-churyumova-gerasimenko-strui-veshhestva-b-yushhie-iz-yadra/>

## **Космическая химия**

// Собираем команду «Кота Шрёдингера» на Межрегиональный химический турнир!

### **Задача 6. Химия за пределами Земли**

В астрономических исследованиях последнего времени наибольшей популярностью пользуются комета Чурюмова — Герасименко и Плутон. В какие реакции на этих объектах могут вступать органические соединения? Опишите не менее трёх конкретных реакций различного типа. Как можно обнаружить их протекание (удалённо или находясь непосредственно на объекте)?

Для кометы проанализируйте разницу между ходом реакций, проходящих в перигелии и афелии её орбиты.

## Ученые получили с кометы Чурюмова – Герасименко уникальные данные, перевернувшие прежние представления об этом небесном теле.

Команда космической миссии «Розетта» сделала беспрецедентное открытие на комете Чурюмова — Герасименко, которое может дать ответы на вопросы о жизни во вселенной.

Космический аппарат, разработанный совместно европейскими и американскими учеными для исследования кометы Чурюмова — Герасименко, состоит из зонда «Розетта» и спускаемого аппарата «Фила». Он был запущен в 2004 году и после долгого полета успешно вышел на орбиту цели. Зонд остался на орбите, а «Фила» 12 ноября 2014 года впервые в истории совершил мягкую посадку на поверхность кометы. На днях в журнале Science была опубликована серия статей, из которых следует, что прежние представления ученых о составе кометы были не вполне верны. Поступление новых данных стало возможным благодаря выходу «Фила» на связь.

Оказалось, что комета состоит не столько из покрытого пылью льда, сколько из замороженной грязи, в которой нашлись элементы органики. Небесное тело оказалось «дырявым». В его холодных недрах было обнаружено много неравномерно расположенных пустот, которые занимают до 85% от общего объема. Разная плотность расположения пустот позволила ученым сделать вывод о том, что комета была «слеплена» из кусков льда и скоплений пыли еще во время формирования Солнечной системы.

Пробы грунта были взяты аппаратом неожиданно оригинальным способом. Так как посадка произошла не очень удачно, и «Фила» приземлился в несколько прыжков на бок, то задействовать специальный бур не получилось. Однако заборные устройства и без этого оказались забиты пылью с кометы, так что ее химический состав все равно был проанализирован. Анализ грунта показал, что верхний слой кометы необыкновенно богат органикой, в том числе были выявлены метилизоцианат, ацетон, пропальдегид, ацетамид и гликольальдегид. Первые четыре вещества могут служить элементами аминокислот, а это — основа для белков и нуклеотидов, цепочек ДНК. Гликольальдегид является базой для появления примитивных сахаров. Это как раз то, что нужно для живых организмов.

Исходя из этих данных ученые предположили, что ранняя Солнечная система содержала все необходимые компоненты для зарождения жизни, при этом кометы могли быть «поставщиками органики» для планеты Земля.

Разгадать загадку странной гантелевидной формы кометы пока не удалось. Специально разработанный для этого прибор, который должен был помочь понять что соединяет части небесного тела, не работает из-за разряда батарей. Главный менеджер миссии Штефан Уламек рассказал журналистам, что надежда реанимировать прибор не угасла. На это есть еще почти 3 месяца, пока комета не слишком далеко отдалась от Солнца.

*Сергей Болотов*

<http://the-day-x.ru/na-komete-churyumova-gerasimenko-naideny-priznaki-zhizni.html>

## Полезная информация о комете Чурюмова-Герасименко в сети Интернет

В интернете есть несколько ресурсов, где можно почерпнуть свежую и просто интересную информацию о миссии «Розетты» и о комете Чурюмова-Герасименко. Это

1. [Официальный блог «Розетты»](#) на сайте Европейского космического агентства — основной источник новостей о комете Чурюмова-Герасименко
2. Информация с сайта [Livecometdata](#) — информация о комете Чурюмова-Герасименко в режиме реального времени — ее скорость, расстояние от Солнца и Земли, положение на небе, блеск
3. [Записи с хэштегом «Чурюмов-Герасименко»](#) в сети **Twitter**
4. Данные о комете [на сайте Сейичи Йошиды](#) — элементы орбиты, карта пути кометы Чурюмова-Герасименко по небу, кривая блеска и фотографии
5. [Интервью с первооткрывателем кометы Климом Чурюмовым](#) на сайте **Элементы.ру**
6. Ну и, конечно, [последние новости о комете](#) на сайте **Большая Вселенная**