

## Содержание:

Image not found or type unknown



## Введение

На сегодняшний день Главный пояс астероидов, расположенный между орбитами Марса и Юпитера, насчитывает свыше 300 000 именованных объектов. По состоянию на 6 сентября 2011 года количество именованных объектов достигло 285 075. Крупнейшие образования пояса астероидов названы в честь римских божеств: Церера, Веста, Паллада и Гигея. Церера – это самый большой объект пояса астероидов, но ученые считают данное небесное тело карликовой планетой – ее мы рассмотрим ниже.

Что нам известно о нашей системе? В ней есть 8 планет, звезда и много объектов, увидеть которые не так просто. Но что если рядом с нами существует еще кое-что, заслуживающее пристального внимания? Например – карликовая планета, масса которой занимает треть массы всего пояса астероидов, в котором она находится. Объект, обладающий такими характеристиками, называется «Церера» и до подробного анализа Гигеи он представляет собой наименьшую карликовую планету в Солнечной системе.



*Фото Цереры*

Цель и задачи реферата, методы и способы их решения.

Главной целью задания является изучение его темы (в данном случае – Церера и совсем немного – прилегающие к ней объекты Солнечной системы), а также обобщение всего изученного материала в одном источнике (реферате) для понимания полноты картины и усвоения материала с помощью всех доступных

ресурсов (литература, интернет и пр.).

## Открытие Цереры

Церера была открыта еще в 1801 году итальянским астрономом Джузеппе Пиацци. «Я назвал эту звезду кометой, но поскольку ее не сопровождает никакая туманность, и, более того, ее движение столь медленно и равномерно, мне не раз приходило в голову, что она может оказаться чем-то получше кометы», - писал в 1801 году итальянский астроном Джузеппе Пиацци своему другу и коллеге в Милан.

Вечером самого первого дня того года Пиацци искал на небе звезду в созвездии Тельца - и обнаружил рядом с искомой звездой еще одну. Через три дня наблюдений ученый пришел к выводу, что звезда движется, а через еще две недели заметил - направление ее движения вообще изменилось (что характерно уже только для тел на орбите Солнца). Пиацци назвал обнаруженное им тело «Церера Фердинанда», изложил суть своего открытия в нескольких письмах коллегам, не прилагая к ним точных данных, и продолжил наблюдения.

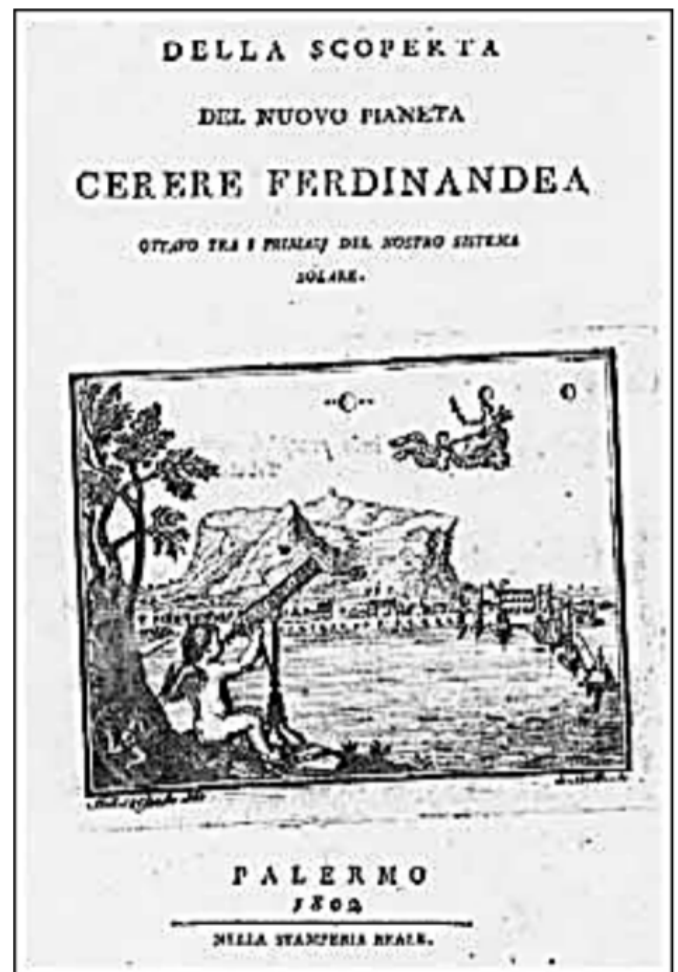
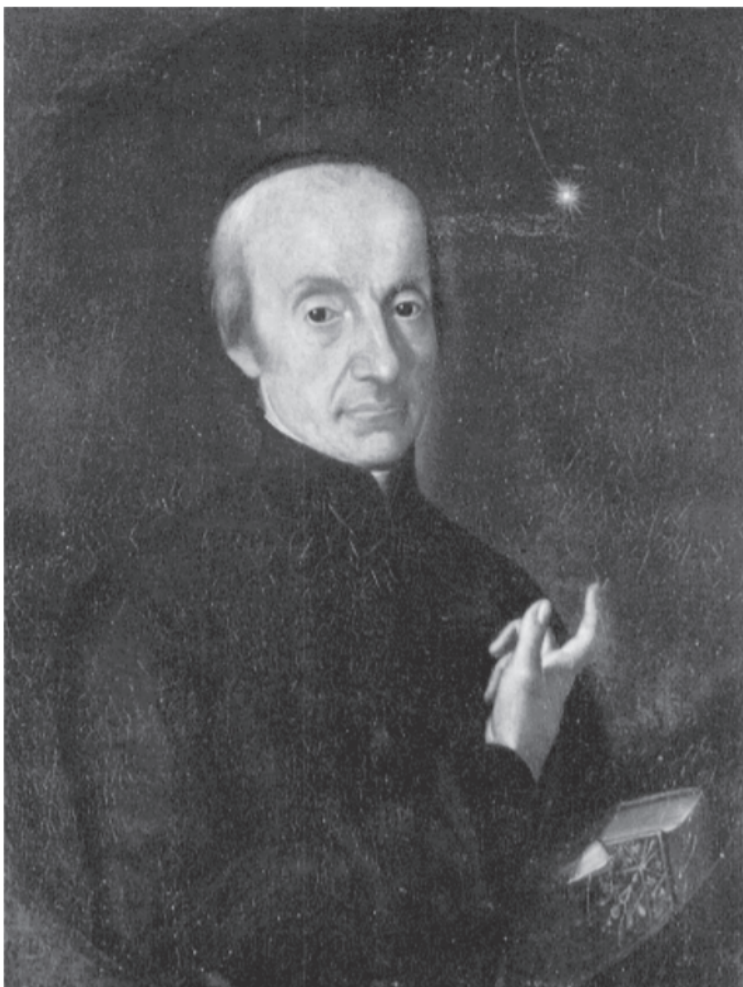
Астрономы встrepенулись - они уже не первый год искали на орбите между Марсом и Юпитером планету, которую предсказывало правило Тициуса - Боде. Специально для ее обнаружения в 1800 году создали группу с названием «Небесная полиция». Войти в нее пригласили 24 астронома, включая и Пиацци, но тот нашел Цереру до того, как это приглашение до него добралось.

К лету 1801 года Пиацци, наконец, заручившись всеми возможными свидетельствами в пользу того, что приоритет открытия точно принадлежит ему, опубликовал данные своих наблюдений, которые подтвердились другими астрономами, а к концу года орбиту Цереры рассчитал Карл Фридрих Гаусс. Пробелы в стройной картине универсума, выведенной за 30 лет до открытия Цереры формулы, были устранены. Люди жили на третьей планете от Солнца, первым был Меркурий, восьмой Уран, Церера - пятой.

Однако уже в следующем году немецкий астроном-любитель Генрих Ольберс, пытаясь рассмотреть в телескоп Цереру, обнаружил неподалеку от нее еще одну «странную звезду». Она тоже двигалась по небу, подобно планете или комете, не имела хвоста, а в телескоп не выглядела как диск, как все нормальные планеты. Гаусс снова взялся за расчеты и подтвердил, что орбита открытого немцем тела

практически совпадает с орбитой пятой планеты, Ольберс назвал обнаруженную им «сестру» Цереры Палладой, а астрономы задумались: вместо «нормальной» планеты они получили две «звездopodobных».

Уильям Гершель, уже завоевавший себе имя открытием Урана, оценил диаметр этих тел, нашел их крайне малыми и предложил называть новые объекты астероидами («звездopodobными»). Идеи Гершеля некоторое время противились, но в следующие годы были найдены Юнона, Веста, а еще сорок лет спустя число «звездopodobных» тел между Марсом и Юпитером пошло уже на десятки. Никакого международного консилиума по этому поводу астрономы не собирали, но к середине 19 века каталоги уже начали выделять эти тела в отдельную группу и называть – кто «малыми планетами», кто, вслед за Гершелем, астероидами. Церера оставалась самой крупной из них.



Слева: портрет Джузеппе Пиацци, написанный его другом – художником Джузеппе Веласкесом. В верхнем правом углу картины видна Церера. Справа: обложка книги Пиацци, вышедшей в 1802 году, в которой излагалась история открытия Цереры.

# Характеристики Цереры

## Размер.

При диаметре около 950 км Церера является крупнейшим и наиболее массивным телом в поясе астероидов. По размерам она также превосходит многие спутники планет-гигантов. Например, диаметр Энцелада, шестого по размеру спутника Сатурна, почти в два раза меньше и равняется 504 километрам.

## Масса.

Масса Цереры составляет почти 32% от общей массы пояса астероидов. Определить ее массу удалось с помощью анализа влияния объекта на другие меньшие тела в поясе. Принимая во внимание три наиболее точных значения, измеренных к 2008 году, считается, что масса Цереры равна  $9,4 \cdot 10^{20}$  кг или 1,3% от массы Луны, что почти в 6000 (0.0001(6)) раз меньше массы нашей планеты. Несмотря на то что Церера примерно в 3,5 раза меньше Луны, разницу в их массе можно объяснить различным составом, так как спутник Земли состоит преимущественно горных пород.

## Форма.

Форма Цереры в отличие от большинства других малых тел сферическая, а приобрела она ее благодаря влиянию собственной гравитации. Этим Церера отличается от других крупных астероидов вроде Паллады или Юноны, которые имеют несферическую форму.

## Площадь.

Площадь поверхности объекта равняется 2 849 631 км<sup>2</sup>, что для сравнения превышает площадь всего Красноярского края и чуть больше, чем площадь Аргентины.

## Состав.

В отличие от большинства астероидов на Церере после приобретения сферической формы началась гравитационная дифференциация недр. То есть процесс, при котором более тяжелые породы переместились в центральную часть, а более легкие сформировали поверхностный слой. Таким образом у Цереры появилось

каменное ядро и криомантия из водяного льда. Толщина этой мантии достигает 100 км и достигает 23-28% массы и 50% объема объекта. Кроме того, она содержит около 200 миллионов кубических километров воды в виде льда, что превосходит количество пресной воды на Земле.

## Времена года

Церера оказалась не совсем безжизненной ледяной планетой – на ее поверхности существуют времена года, своеобразное «лето» и «зима», в ходе которых часть ее запасов льда периодически тает, взаимодействует с другими породами и затем замерзает.

«Изменения в положении Цереры относительно Солнца приводят к тому, что лед начинает таять в приповерхностных слоях почвы и превращаться в пар. Он постепенно осаждается на стенках кратеров, в результате чего количество «чистого» льда в них увеличивается. Все это говорит о том, что Церера является геологически и химически «живой» карликовой планетой», - заявил Андреа Рапони из Института астрофизики и планетологии в Риме (Италия).

С февраля 2015 года, когда Dawn обнаружил загадочные белые пятна в кратере Оккатор на поверхности Цереры, ученые начали задумываться о том, что в ее недрах или на ее поверхности могут скрываться достаточно крупные запасы воды, способные породить подобные светлые регионы, суть которых – залежи соды – была раскрыта совсем недавно. Существуют даже предположения, что под ее поверхностью может скрываться жидкий океан из соленой воды.

Так как Церера располагается достаточно близко к Солнцу, такая гипотеза поставила перед учеными еще одну загадку – как вода может существовать на ее поверхности и не быть испаренной лучами Солнца за миллиарды лет существования Солнечной системы. Один из самых простых вариантов ответа на этот вопрос – наличие на Церере кратеров, куда никогда не попадают лучи светила.

Рапони и его коллеги пытались понять, так ли это на самом деле, наблюдая на протяжении двух лет за дюжиной глубоких кратеров в приполярных и умеренных широтах карликовой планеты, где инструменты зонда Dawn раньше находили запасы соды и других солей.

Эти снимки и замеры показали, что внутри этих кратеров действительно присутствует замороженная вода, и раскрыли удивительную вещь – количество льда на их дне и стенках меняется с течением времени. В самое холодное время года, как отмечает Рапони, лед покрывал примерно 14% от общей площади кратера, а при наступлении "весны" на Церере этот показатель сократился до 9%.

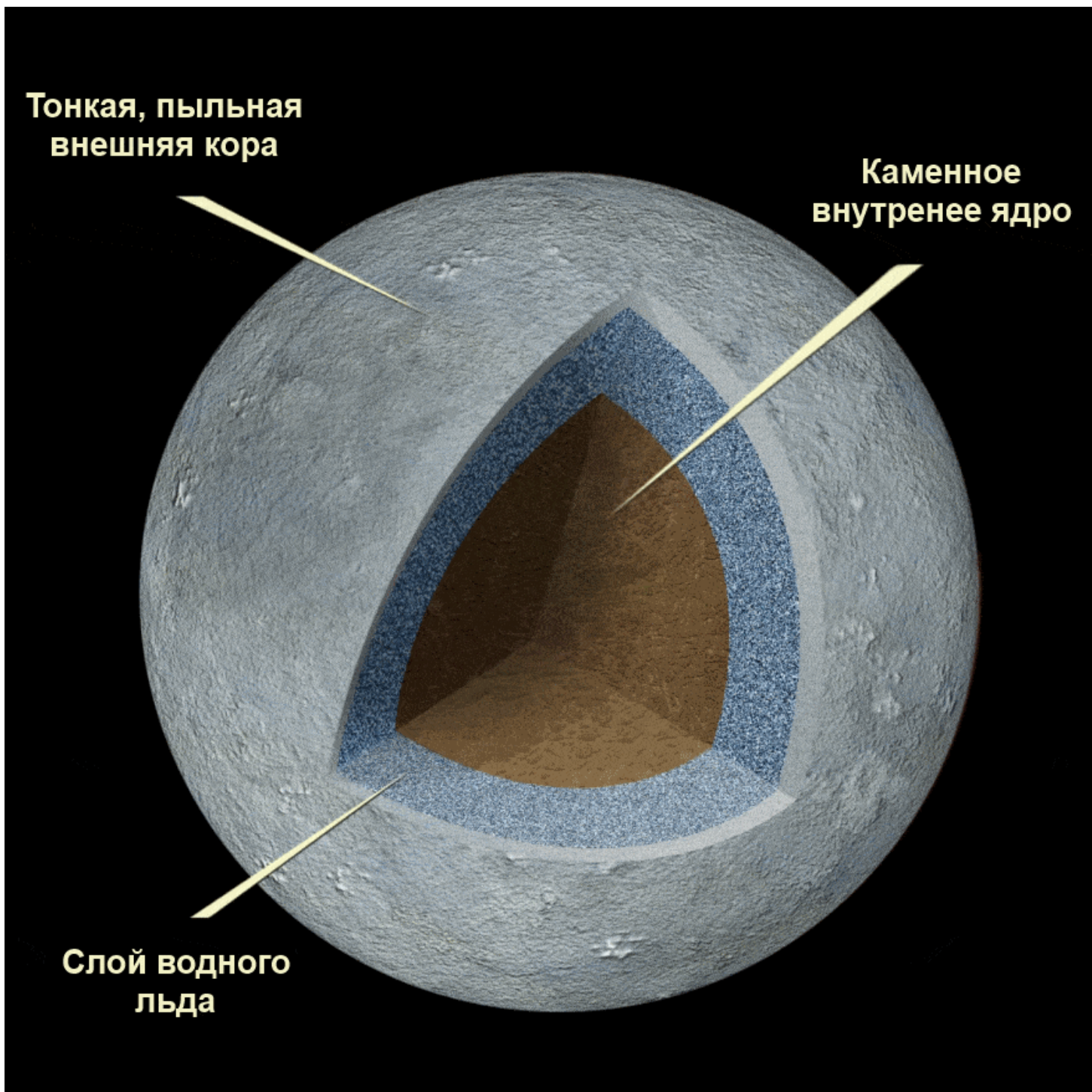
Как полагают ученые, эти изменения в площади ледового покрова были связаны с двумя процессами – таянием льда в приповерхностных слоях почвы Цереры и конденсацией водяного пара в кратерах, или же с периодическими оползнями и обвалами их стенок, которые вызывались аналогичными процессами.

Помимо "свежего" льда, зонду Dawn удалось обнаружить в этих кратерах запасы соды и других солей, содержавших в себе большие количества воды. Эта находка, как отмечает Рапони, стала еще более важным открытием для планетологов, так как она говорит о том, что вода не просто испаряется и замораживается на поверхности Цереры, но и взаимодействует с ее породами и минералами.

Дело в том, что молекулы воды, присутствующие в подобных отложениях солей, обычно очень быстро "выбиваются" лучами Солнца и частицами солнечного ветра. Поэтому их присутствие на поверхности карликовой планеты означает, что они сформировались относительно недавно. Это в очередной раз говорит, что Церера не является мертвым миром, как считали астрономы раньше, заключают исследователи.

## **Формирование**

Если же говорить о процессе формирования карликовой планеты, то можно предположить, что на начальном этапе существования ядро Цереры могло разогреваться за счет радиоактивного распада, и возможно какая-то часть ледяной мантии тогда находилась в жидком состоянии. По всей видимости значительная часть поверхности и сейчас покрыта льдом или некой разновидностью ледяного реголита. Также остается открытым вопрос о наличии на Церере криовулканизма. Например, самая большая гора Цереры Ахуна по результатам обработки данных зонда «Dawn» является ледяным криовулканом, а значит карликовая планета была геологически активна по крайней мере в течение последнего миллиарда лет. А возможно Церера активна и в данный момент.



Наблюдение за планетой.

На земном небосклоне Церера имеет слабое свечение, а ее видимый диск очень мал, из-за чего первые детали на нем удалось разглядеть только в конце 20-ого века с помощью орбитального телескопа «Хаббл».

На поверхности Цереры можно различить несколько светлых и темных структур, которые предположительно являются кратерами. Самое яркое из них имеет



название «Пьяцци», данное, как можно заметить, в честь открывателя планеты. Возможно это пятно представляет из себя кратер, обнаживший ледяную мантию, или криовулкан.

Дальнейшие наблюдения объекта в инфракрасном диапазоне показали, что средняя температура поверхности составляет 167 К или -106 °С, а благодаря исследованию карликовой планеты в диапазоне радиоволн было установлено, что поверхность Цереры довольно гладкая за счет высокой эластичности мантии.

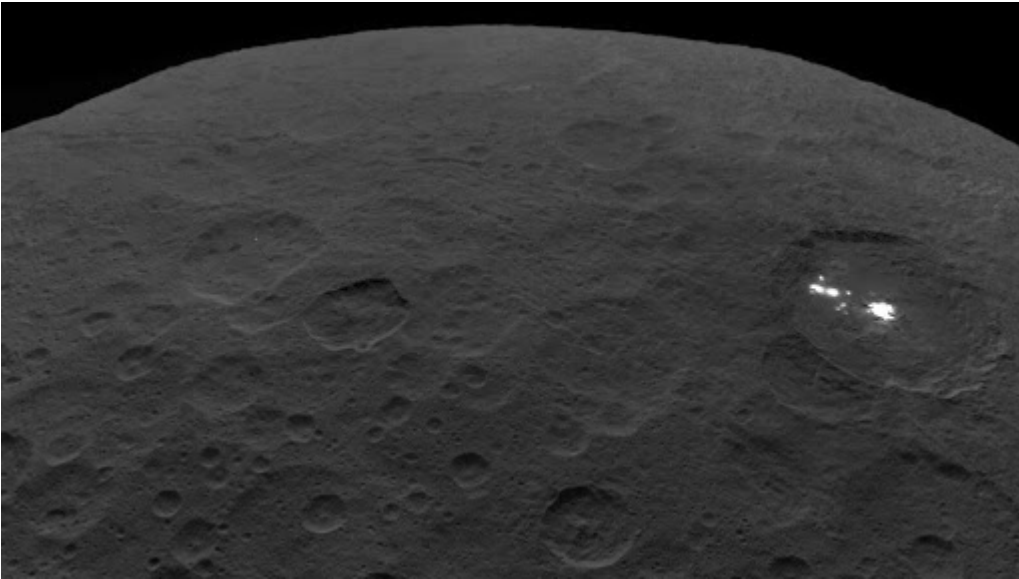
До 2015 года единственным способом изучения Цереры являлись телескопические наблюдения. В январе 2014 года с помощью инфракрасного телескопа «Гершель» вокруг объекта были обнаружены облака водяного пара. Таким образом Церера стала четвертым телом Солнечной системы, на котором зафиксирована водная активность, и встала в один ряд с Землей, Энцеладом и Европой.

## **Миссия «Рассвет»**

Самым важным этапом в изучении карликовой планеты стала миссия АМС «Dawn» (или «Рассвет»), которая была запущена в 2007 году. Побывав на орбите астероида Веста, Dawn отправился к Церере и 13 января 2015 года он сделал первые подробные снимки ее поверхности.

8 февраля аппарат находился уже в 118 тысячах километров от данного объекта, приближаясь к нему со скоростью 360 км/ч.

18 и 25 февраля 2015 года NASA опубликовали детальные снимки этой карликовой планеты, на которых видны два ярких белых пятна. В этих точках впоследствии удалось распознать вероятно карбонат натрия, то есть соду.



Затем 6 марта Dawn вышел на орбиту Цереры, откуда проводил исследование в течение следующих шестнадцати месяцев. За этот период ему также удалось получить самое качественное на данный момент изображение таинственных белых пятен.

Миссия аппарата завершилась 30-ого июня 2016 года и данные, которые он получил помогли уточнить массу и размер Цереры, а также обнаружить прямые свидетельства того, что на поверхности карликовой планеты есть вода в виде льда. Вероятнее всего она находится в кратерах.

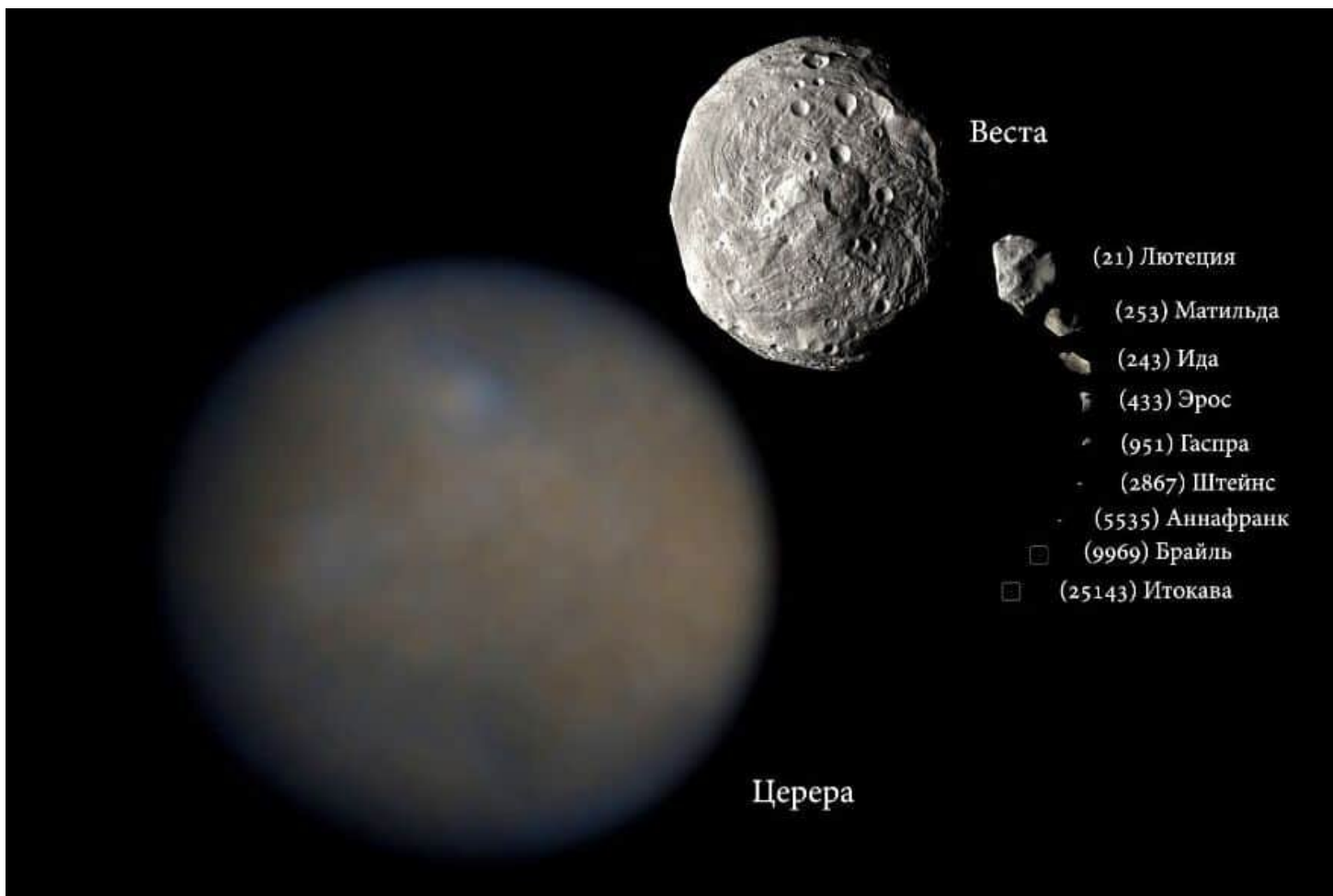
В северной полярной области Цереры найдено 634 таких кратера, а в 10 из них имеются залежи яркого материала. При этом в одном из них спектроскопически подтверждено образование льда. В спектрах, полученных в 2015 году вода отсутствует, однако видна полоса гидроксила OH и несколько более слабая полоса аммония. Скорее всего это аммонизированная глина, в которой вода связана химически в форме гидроксила. Также на основании данных, полученных аппаратом Dawn было сделано заключение, что малое по сравнению с ожиданием число крупных кратеров свидетельствует о том, что поверхность подвергается постепенным изменениям.

В результате всех наблюдений было выявлено, что вероятнее всего Церера на 20-30% может состоять из водяного льда. Кроме того, в состав поверхности могут входить и различные гидратированные вещества, а также карбонаты и богатые железом глинистые вещества.

В октябре 2018 года Dawn исчерпал свои ресурсы. Связь прервалась. На этом миссия по изучению Цереры для него была завершена.



Сравнение.



Нередко Церера ассоциируется с другим крупным объектом в поясе астероидов. Его название – Веста, и среди всех известных нам астероидов это небесное тело считают крупнейшим по размеру и массе. При этом Весту можно рассмотреть даже невооруженным глазом с поверхности нашей Земли. Ее размер равняется 578x560x458 км. Если бы асимметрия этого небесного тела была бы чуть меньше, то согласно уточненной классификации тел Солнечной системы ее так же следовало бы отнести к классу карликовых планет. Суммарная масса Весты и другого крупного астероида Паллады в два раза меньше, чем масса Цереры, однако Веста на 25% тяжелее Паллады. Температура на поверхности данного объекта колеблется от  $-106^{\circ}\text{C}$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ . А вот их совместный с Церерой снимок, сделанный марсоходом «Curiosity» (Кьюриосити) в 2014 году.



Спутники.

У Цереры так и не было обнаружено спутников и наблюдение телескопа «Хаббл» подтверждает тот факт, что даже если они есть, их размер не превышает 20 км. Однако история изучения этого объекта с помощью аппаратов не закончена, и в 2020-х годах Китайское Национальное Космическое Управление планирует доставить с поверхности карликовой планеты образцы грунта.

## **Анализ и обобщение**

Несколько десятков лет назад такой объект, как Церера являлся настоящей загадкой для ученых, однако сегодня мы с большой уверенностью можем говорить о ее строении, составе и истории формирования. Можем сравнивать ее с другими небесными телами и делать выводы о том, как давно Церера существует и что происходило с ней с момента зарождения. Все это достигнуто благодаря развитию технологий и работе специалистов, которые неустанно трудятся над изучением космоса и его объектов.

## **Выводы и заключение**

Благодаря рассмотрению темы и изучению полученной информации мы можем дать краткую характеристику планете и сделать следующие выводы:

- Церера – самое крупное тело в главном поясе астероидов;
- Средняя температура поверхности Цереры составляет  $-106\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в перигелии она может достигать  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средний радиус Цереры составляет 463,5 километра, то есть примерно в 14 раз меньше радиуса Земли;
- Площадь поверхности Цереры составляет 2 849 631 квадратных километров, что меньше площади Якутии или немного больше территории Аргентины;
- Церера имеет слабую, непостоянную атмосферу со следами водяного пара;
- Появление временной атмосферы, по-видимому, связано с активностью Солнца;
- Идея, что между орбитами Марса и Юпитера может существовать неоткрытая планета, впервые предложена Иоганном Элертом Боде в 1772 году на основе правила Тициуса – Боде, о закономерности в величинах радиусов орбит известных на тот момент планет;
- Поиск планеты привел к созданию в 1800 году группы из 24 астрономов под названием «Небесная стража»;
- Церера открыта в 1801 году итальянским астрономом Джузеппе Пиацци в Палермской астрономической обсерватории, который также был приглашен в группу «Небесная стража», но сделал свое открытие до приглашения;
- Видимый диск Цереры очень мал, и первые детали удалось разглядеть только в конце 20 века с помощью космического телескопа «Хаббл»;
- В январе 2014 года было сообщено об обнаружении вокруг Цереры с помощью инфракрасного телескопа «Гершель» облаков водяного пара;
- До 2015 года единственным способом изучения Цереры оставались телескопические наблюдения;
- Принципиально новым этапом в изучении Цереры стала миссия NASA «Dawn» («Рассвет»), стартовавшая 27 сентября 2007 года и приступившая к научной деятельности в 2015 году;

- В октябре 2018 года «Dawn» окончательно исчерпал топливо, которое позволяет ему контролировать положение в пространстве, что и стало причиной завершения миссии.

Интересные факты.

- Первоначальное название, которое Пиацци предложил открытому им объекту, – Церера Фердинанда (Ceres Ferdinanda), в честь римской богини земледелия и короля Сицилии Фердинанда III. Поскольку вторая часть «Ferdinanda» была неприемлема для других стран, впоследствии она была убрана;

- Минералы, содержащие воду, широко распространены на Церере, намекая, что в прошлом карликовая планета имела глобальный океан;

- В яркой области в центре молодого кратера Occator доминирует карбонат натрия, вид соли, образующийся на Земле в гидротермальных условиях;

- Мантия Цереры содержит значительное количество льда: 200 миллионов кубических километров, что превосходит количество пресной воды на Земле;

- Изолированная гора Ahuna Mons в экваториальном районе карликовой планеты Цереры напоминает вулканический купол;

- В честь Цереры назван химический элемент церий, обнаруженный в 1803 году.

## Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <https://in-space.ru/>
3. <https://nplus1.ru/>
4. <https://republic.ru/>
5. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
6. <https://www.google.ru/imghp?hl=ru>

Слова благодарности:

Большую благодарность хочу выразить преподавателю, Лидии Петровне, за столь большое количество тем на выбор, среди которых каждый может найти то, что ему будет интересно, а также за занимательные лекции.

Лучшей подруге, Марии, которая сподвигла меня выбрать именно эту тему и выполнить работу, заодно с этим еще глубже изучив интересующий меня вопрос.