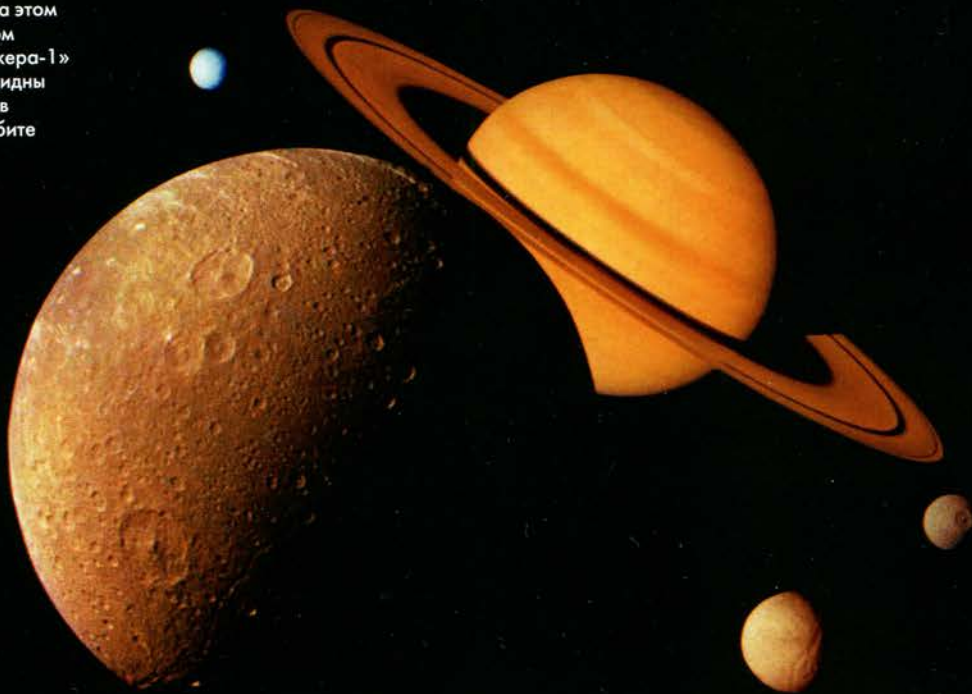


### САТУРНИАНСКИЕ СПУТНИКИ

На этом смонтированном из фото «Вояджера-1» изображении видны шесть спутников Сатурна на орбите планеты.



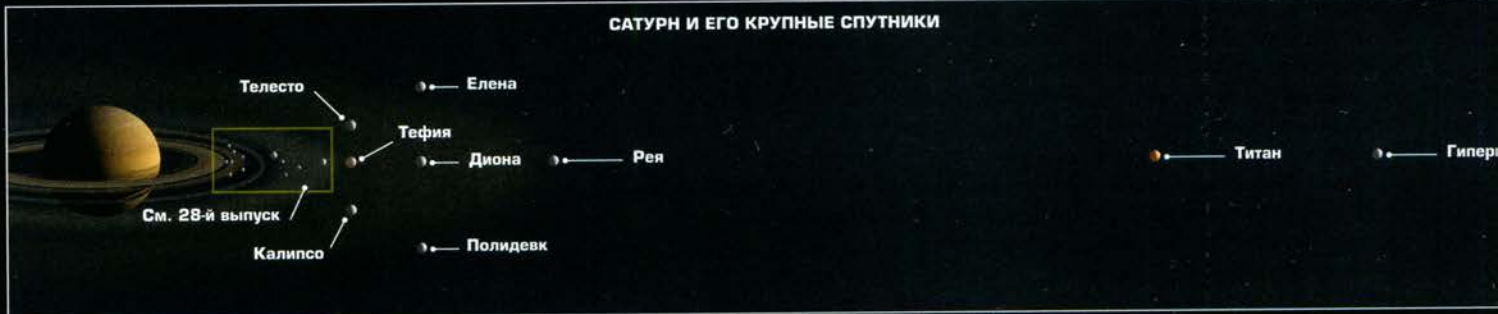
# БОЛЬШИЕ СПУТНИКИ САТУРНА

### КРУПНЫЕ СПУТНИКИ

Эти небесные тела находятся на внешних кольцах планеты и далее от них. Феба же расположена так далеко, что не видна на этом рисунке!

Посредине громадной системы спутников Сатурна лежит полдюжины удивительных миров, расположенных по обе стороны от самого большого спутника – Титана.

САТУРН И ЕГО КРУПНЫЕ СПУТНИКИ





Спутники Сатурна, расположенные позади орбиты заснеженного Энцелада, начинают набирать обороты в своих размерах, пока очередь не доходит до спутника-гиганта Титана. После него спутники убывают по размеру до последнего внешнего спутника – Фебы.

## КАМЕННО-ЛЕДЯНЫЕ СПУТНИКИ

Начав наше путешествие с Энцелада, мы доходим до пары спутников диаметром примерно 1100 км. Первый из них, Тефия, почти полностью состоит из льда, причем плотность его меньше, чем у воды. Большая часть ее поверхности сильно испещрена кратерами, хотя на широкой полосе ландшафта есть несколько кратеров чуть более темной окраски. Это дает основания полагать, что некогда в прошлом на спутнике существовала крио-



### НАШИ СВЕДЕНИЯ

## ОТ ТЕЛЕСТО ДО ФЕБЫ

За Энцеладом находится группа спутников, увеличивающихся в размере.

Название	Средний орбитальный радиус	Диаметр	Тип
Телесто	294 619 км	29 x 22 x 20 км	Троянский спутник Тефии
Тефия	294 619 км	1066 км	Основной спутник
Калипсо	294 619 км	30 x 23 x 14 км	Троянский спутник Тефии
Елена	377 396 км	36 x 32 x 30 км	Троянский спутник Дионы
Диона	377 396 км	1123 км	Основной спутник
Полидевк	377 396 км	3,5 км	Троянский спутник Дионы
Рея	527 108 км	1529 км	Основной спутник
Титан	1 221 930 км	5151 км	Основной спутник
Гиперион	1 481 010 км	360 x 280 x 225 км	Основной спутник
Япет	3 560 820 км	1472 км	Основной спутник
Феба	12 869 700 км	230 x 220 x 210 км	Крупный захваченный спутник



### ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

## КОЛЬЦА ВОКРУГ РЕИ

В марте 2008 года специалисты НАСА объявили об открытии системы колец вокруг Реи. Кольца слишком разрежены, чтобы увидеть их напрямую, поэтому обнаружены были вместе с сопровождающим их облаком пыли посредством наблюдения за влиянием Реи на потоки заряженных частиц, текущих вокруг магнитного поля Сатурна. Каждый из спутников оставляет след или отбрасывает тень на поток плазмы, но в момент пролета «Кассини» позади Реи в ноябре 2005 года его приборы зафиксировали постепенное снижение мощности плазменного потока, которое провоцировалось чем-то, блокирующим движение потока на расстоянии примерно 6000 км от спутника. Это постепенное падение интенсивности прерывалось тремя резкими скачками вниз, повторяющимися симметрично по обе стороны от собственного следа спутника. Зона, в которой наблюдается спад, точно соответствует области, где гравитация Реи преобладает над силами притяжения других спутников, поэтому наиболее правдоподобным объяснением этого феномена является наличие барьера в виде кольцевой системы.



**КОЛЬЦА РЕИ** До Реи считалось, что кольца могут быть только у планет.

вулканическая активность. Тефия своим ярко-белым цветом напоминает Энцелада, поскольку притягивает к себе вещества из кольца E Сатурна.

На одном полушарии Тефии красуется кратер Одиссей диаметром 400 км. На остальной поверхности можно увидеть бесчисленные разломы и трещины, самыми эффектными из них считают каньон Итака длиной 2000 км и шириной 100 м.

В отличие от соседки, Диона состоит из значительного количества каменной породы, сохранившей внутренности спутника более теплыми. Одна половинка небесного тела покрыта кратерами, поскольку Диона, совсем как Тефия, стягивает на себя вещества из кольца E. Второе полушарие более темное, хотя оно испещрено яркими ледяными утесами, сформировавшимися, когда кора сжималась и проваливалась внутрь миллиарды лет назад.

И у Тефии, и у Дионы есть «компаньоны» на орбитах в виде парочки так называемых троянских спутников, которые вращаются по орбите на 60° дальше, чем основные спутники (см. «Наши сведения»).





## НАШИ СВЕДЕНИЯ

### ТРОЯНСКИЕ СПУТНИКИ

**И**Тефия, и Диона делят свои орбиты с двумя другими, меньшими по размеру спутниками. Один из них – Телесто, объект шириной 24 км, – вращается по орбите вокруг Тефии позади нее, второй – Калипсо, небесное тело шириной 21 км, тянется в хвосте за ним. Елена и Полидевк (33 и 3,5 км в ширину) занимают аналогичные позиции относительно Дионы.

Каждый меньший спутник отдален от своего большего «компаньона» примерно на 60° и лежит в зоне так называемых точек Лагранжа, или точек либрации. Они обозначают места, где гравитационные силы от более крупного спутника и от самого Сатурна уравниваются настолько точно, что здесь может сохраниться маленький спутник.

Эти спутники называются троянскими.



#### КРОШЕЧНЫЙ ТРОЯНЕЦ

**Телесто** – маленький спутник неправильной формы, который находится на той же орбите, что и Тефия.

**ТЕФИЯ** Отчетливо виден Одиссей, огромный пологий кратер на этом покрытом льдом спутнике.

### УНИКАЛЬНАЯ РЕЯ

После Дионы отмечается следующее изменение в размере спутников. Ширина Реи достигает примерно 1500 км, спутник во многом похож на Диону с одним ярким полушарием и вторым более темным.

Плотность Реи указывает на то, что в ней содержится меньше каменной породы и больше льда по сравнению с Дионой. Похоже, что Рея – единственный спутник в Солнечной системе, у которого есть миниатюрная кольцевая система (см. «Важные открытия»).

### ХАОТИЧНЫЙ ГИПЕРИОН

Следующий крупный спутник Сатурна – Титан, о котором более подробно мы расскажем в 30-м выпуске. Он занимает значительный «расчи-

щенный» участок в центре системы спутников Сатурна. Следующий за великаном по размеру спутник – Гиперион. Его отличает от других спутников Сатурна хаотичное и непредсказуемое вращение.

«Вояджер-2» успел запечатлеть только сильно кратерированную поверхность Гипериона и необычную неправильную форму. Гиперион похож на овал. Пришлось ждать полета станции «Кассини», поскольку именно она впервые обнажила истинную красоту объекта, который мог так и остаться в нашем представлении самым странным спутником в Солнечной системе, обнаружив причудливую, похожую на губку поверхность из глубоких ям и пилообразных горных кряжей. Астрономы подозревают, что такая поверхность образовалась в результате сублимации льда (превращения сразу в пар) из каменно-ледяной смеси, которая формирует здешний ландшафт.



## КАК ЭТО РАБОТАЕТ

### СВЕТ И ТЕНЬ НА ЯПЕТЕ

**Ф**ото с космических станций доказали, что Япет – льдистый спутник, как и его внутренние соседи, с ведущим полушарием, покрытым темным материалом. Это дает основания полагать, что спутник стягивает на себя темный материал по мере вращения по своей орбите, хотя природа этого материала пока неизвестна. По одной из теорий, это пыль со спутника Феба. Но «Кассини», пролетевший мимо спутника в 2004 году, показал, что поверхность Фебы значительно менее красная, чем темное полушарие Япета. Новая гипотеза гласит, что небольшое количество пыли с Фебы сделало ведущее полушарие более восприимчивым к теплу, запустив процесс испарения, обнаживший более темную породу, что и придало Япету его характерную двухцветную внешность.



#### 1 ЗАМЕДЛЕНИЕ

Приливные силы замедляют вращение Япета так, что ориентация его полушарий оказывается фиксированной.

#### 2 ОРБИТА ФЕБЫ

Затянутая на свою орбиту Феба вращается в обратном направлении относительно Япета.



**АРГОНАВТЫ** Все кратеры Фебы названы в честь аргонатов, мореплавателей из древнегреческой мифологии. Большой ударный кратер на этом фото – Ясон.

**СВЕТ И ТЕНЬ** «Лоскутная» поверхность Япета крупным планом: горные кряжи протянулись вдоль экватора.



Необычная форма и хаотичная точка вращения Гипериона указывают на то, что он лишь часть некогда большого спутника, который раскололся в момент какого-то катаклизма в древности.

## СТРАННЫЕ ВНЕШНИЕ СПУТНИКИ

Последний «правильный» спутник Сатурна (самый удаленный из всех, рожденных из первородного вещества, оставшегося вокруг сформировавшейся планеты), Япет, похож по размеру на Рею, хотя в остальном намного более странный. Самой яркой достопримечательностью этого спутника является заметная разница между обоими его полушариями (см. «Как это работает»), кроме того, Япет выделяется экваториальным горным кряжем. Эта приподнятая над поверхностью полоса шириной почти 20 км и высотой до 13 км тянется примерно на 1300 км вдоль экватора, что придает Япету форму грецкого ореха.

Близкая встреча «Кассини» с этим спутником в 2007 году показала, что кряж сформирован в результате концентрации горного ландшафта. Однако ученые продолжают и сегодня искать объяснения тому, как и почему возникла эта уникальная характеристика спутника.

Огромная бездна, обозначающая границу первородной системы спутников Сатурна, отделяет Япет от темной, пыльной Фебы, крупнейшего из известных спутников неправильной формы и единственного спутника, тщательно сфотографированного «Кассини».

**В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: МОЩНЫЙ ТИТАН – ВТОРОЙ ПО РАЗМЕРУ СПУТНИК В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ.**





# «КАССИНИ»



## СТАТИСТИКА МИССИИ

**ЗАПУСК:** 15.10.1997

**ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ:** Первый аппарат, вышедший на орбиту Сатурна

**МАССА:** 2125 кг

Если прежде аппараты лишь издали смотрели на Сатурн, то «Кассини» пошел дальше всех, активно работая на орбите планеты, изучая ее спутники и кольца.

**Э**та космическая станция, стартовавшая 15 октября 1997 года с мыса Канаверал, представляет собой один из самых сложных в истории космических аппаратов. Спутник высотой свыше 6,8 м и шириной больше 4,1 м запустили со стартовой массой 5700 кг, что сделало его еще и самым крупным из всех зондов.

«Кассини» в отличие от «Галилео» должен был везти посадочный модуль для спуска на Титан, крупнейший спутник Сатурна.

## ПРИБОРЫ

Аппарат оснастили 27 научными приборами, включая инструменты для формирования изображения и составления карт, измерения магнитных полей и анализа космической пыли. Связь он держал посредством высокочувствительной антенны, а в случае нехватки электроэнергии по любым причинам – через две антенны с малым усилением.

Для обеспечения достаточного количества электричества «Кассини» нес на борту 32,8 кг плутония – самый

**ЗАПУСК**  
«Кассини» поднимается над побережьем Флориды в октябре 1997 года на борту ракеты «Титан-IV Центаур».



## НАШИ СВЕДЕНИЯ

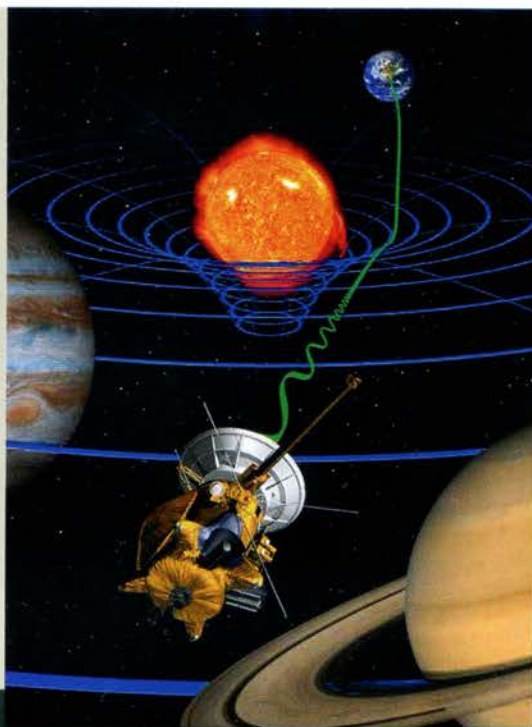
### ПРОВЕРКА ТЕОРИИ ЭЙНШТЕЙНА

**У**ченые, занятые в проекте «Кассини», 10 октября 2003 года объявили результаты испытаний, которые они проводили для подтверждения общей теории относительности Эйнштейна.

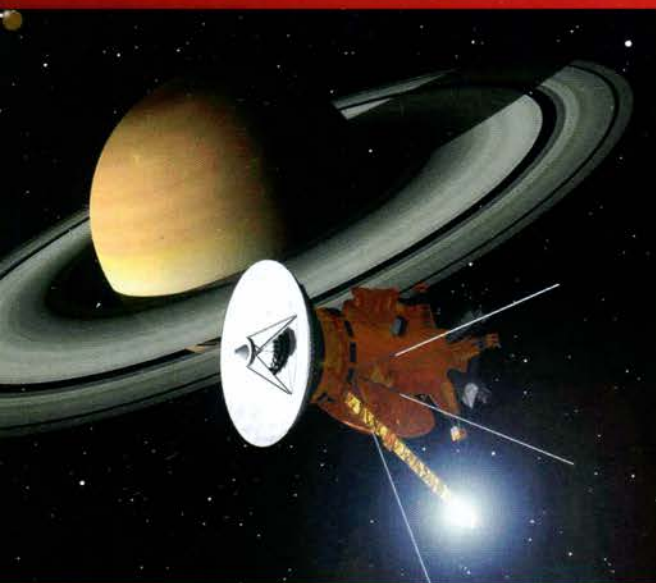
Согласно этой теории, любой массивный объект, например Солнце, заставляет пространственно-временной континуум искривляться, поэтому лучу радиоволн (или света), проходящему мимо Солнца, приходится путешествовать дольше и дальше ввиду этой кривизны. Опираясь на радиосигналы, которые проходили мимо Солнца к Земле, «Кассини» подтвердил теорию с точностью до 20 долей на миллион.

#### ИСПЫТЫВАЯ ЭЙНШТЕЙНА

На этой иллюстрации показано, как «Кассини» доказал правоту теории Эйнштейна о пространственном времени.







#### ПРОЛЕТ

На рисунке изображен зонд, пролетающий мимо Сатурна.

#### СБОРКА

Инженеры в Лаборатории реактивного движения НАСА в Калифорнии тестируют «Кассини» на экстремальные перепады температуры и вибрации.



большой запас ядерного топлива, отправленный в космос в то время.

Семь лет понадобилось «Кассини», чтобы достичь Сатурна. Наконец 1 июля 2004 года аппарат проле-

маневр по выходу на орбиту Сатурна. В ходе маневра аппарат переориентировал высокочувствительную антенну в сторону от Земли в направлении полета. Затем, при следующем проходе через

### « ПО СУТИ, У НАС В РУКАХ ЕСТЬ СВОЕОБРАЗНЫЙ РЕЦЕПТ СОЗДАНИЯ ЖИЗНИ, ОСТАЕТСЯ НАЙТИ ПОСЛЕДНИЙ ИНГРЕДИЕНТ – ЖИДКУЮ ВОДУ».

Денис Мэтсон, научный сотрудник программы «Кассини», о находках на Энцеладе

тел между кольцами F и G этого газового гиганта. Чтобы защитить приборы от космических частиц, из которых состоят кольца, «Кассини» выполнил сложный

маневр по выходу на орбиту Сатурна. В ходе маневра аппарат переориентировал высокочувствительную антенну в сторону от Земли в направлении полета. Затем, при следующем проходе через



#### ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ КООПЕРАТИВНЫЕ МИССИИ

Об экспедиции «Кассини - Гюйгенс» заговорили в 1982 году, когда Европейское космическое агентство и Американская национальная академия наук создали группу для исследования будущих совместных миссий.

Идею об орбитальной станции на Сатурне и спускаемом зонде для исследования Титана предложили европейцы. В 1988 году Лен Фиск, один из руководителей НАСА, согласился с идеей совместного с ЕКА проекта. Это сотрудничество не только способствовало улучшению отношений между двумя космическими программами, оно помогло экспедиции осуществиться, несмотря на урезание бюджета в США.

#### СПУТНИКИ

Следующие четыре года «Кассини» провел, исследуя Сатурн и его спутники, включая Титан и Энцелад, а также изучая кольцевую систему, в том числе спутник Япет.

С 15 апреля 2008 года, после принятия решения о дополнительном финансировании, экспедицию «Кассини» продлили еще на два года. По новому графику «Кассини» должен был совершить еще 60 витков по орбите вокруг Сатурна, 23 пролета мимо Титана, семь новых пролетов около Энцелада и по одному – возле Дионы, Реи и Елены.

**«КАССИНИ»**  
Комбинированный комплекс из орбитального аппарата и посадочного модуля – одна из крупнейших и сложнейших космических станций, когда-либо запускавшихся для межпланетной экспедиции.



# СПУТНИКИ САТУРНА СРЕДНЕГО РАЗМЕРА

Хотя все эти спутники были открыты задолго до начала космической эры, пришлось ждать экспедиции станции «Кассини – Гюйгенс», чтобы детально рассмотреть красоту этих небесных тел.

После обнаружения Титана Джованни Кассини в 1655 году последовала череда новых открытий. Были обнаружены сатурнианские спутники: Япет – в 1671-м, Тефия и Диона в 1684-м (все открыты Кассини); Мимас – в 1789 году (Уильям Гершель); Гиперион – в 1848 году (Уильям Крэнч Бонд, Джордж Филлипс Бонд и Уильям Ласселл); Феба – в 1899 году (Уильям Генри Пикеринг).

И только в 1980 и 1981 годах первые фотографии спутников Сатурна крупным планом сделали станции-близнецы «Вояджер». Продолжающаяся космическая экспедиция комплекса «Кассини – Гюйгенс», который впервые встретился с сатурнианской системой в июле 2004 года, представила жителям Земли самые подробные на сегодняшний день фото и бесценные научные данные о спутниках этого газового гиганта.

[1]

**[1] ТЕФИЯ** Это фото, выполненное широкоугольной камерой на станции «Кассини» 10 июня 2005 года, демонстрирует спутник, проплывающий мимо Сатурна на орбите за пределами его основных ярких колец.



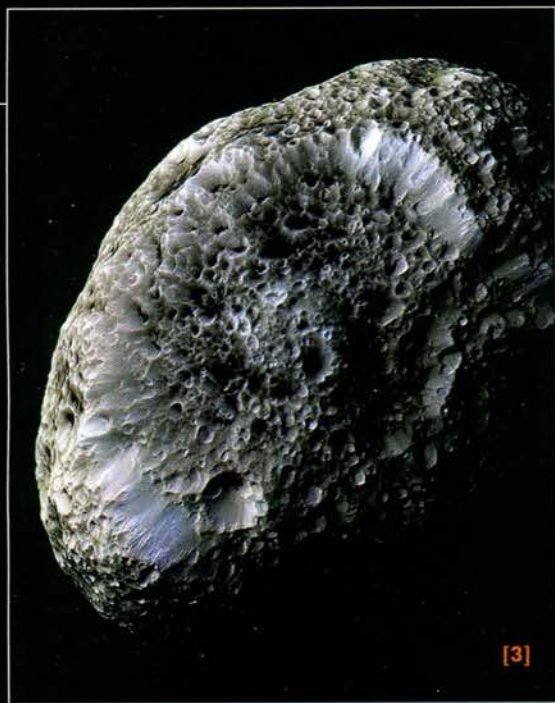


**[2] МИМАС И ДИОНА**

На этом изображении, полученном узкоугольной камерой 3 июля 2006 года, «Кассини» смотрит через плоскость колец Сатурна на проход спутника Мимас перед спутником Диона.



[2]



**[3] ГИПЕРИОН** Снимок с «Кассини», выполненный станцией с расстояния 62 000 км, обнаруживает странные, похожие на губку образования на поверхности этого внешнего спутника.

[4]

**[4] ЯПЕТ** Сатурн при взгляде с поверхности Япета, единственного спутника на орбите за пределами плоскости колец планеты. Вот почему с его поверхности можно видеть Сатурн с кольцами под углом, который открывает их обзор.



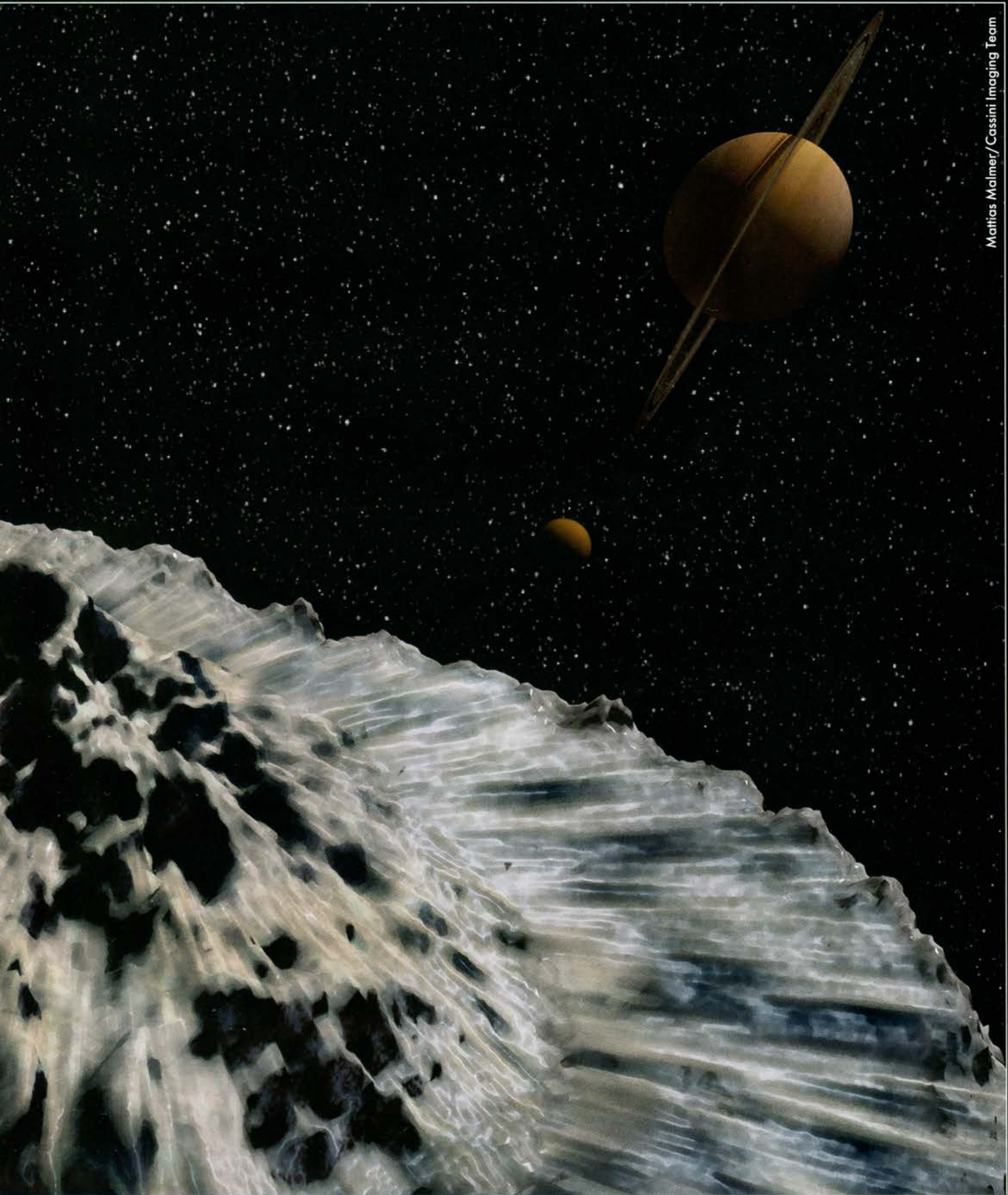




[5]

**[5] ВИД С ГИПЕРИОНА** На этом рисунке показаны Сатурн и Титан, поднимающиеся над странной поверхностью спутника окольцованного гиганта. Глубоко изъеденная выбоинами поверхность Гипериона сформировалась из материала, обладающего уникальной пористой структурой, поэтому любой





Mattias Malmer/Cassini Imaging Team

# ГАЛЕРЕЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ СПУТНИКИ САТУРНА СРЕДНЕГО РАЗМЕРА

удар извне вызывает глубокие дыры на поверхности, состоящей из льда, смешанного с углеродистыми органическими веществами. На участках, где испаряется лед, образуются острые, как бритва, скалы, и весь темный скальный материал с поверхности обрушивается на дно глубоких ям.