

ЗВЕЗДЫ И КОЛЬЦА

**В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ АСТРОНОМЫ
БЛАГОДАРЯ ЗОНДУ «КАССИНИ»
РАССМАТРИВАЮТ САТУРН ВБЛИЗИ
И ВИДЯТ ВСЕ НОВЫЕ ЗАГАДКИ**

Он любил смотреть на Сатурн. Сатурн был самым странным объектом, который можно увидеть в небе. Какое-то кольцо, какой-то странный спутник... Он открыл четыре новых, дал каждому имя (Япет, Рея, Тефия, Диона), а все вместе назвал «звездами Людовика». Астрономы, конечно, витают среди звезд, но этот был хитрый и понимал, что, пусть даже ты глава Парижской обсерватории, королю иногда надо польстить. Он так часто смотрел на Сатурн, что однажды в сплошном диске кольца смог разглядеть черную полосу, обнимающую любимую планету, а потом объяснить, что, собственно, он увидел. Эту щель позднее назовут его именем.

Пройдет много (с человеческой точки зрения) лет, он умрет в Париже, уважаемый, успешный и уже совершенно слепой. Джованни Доменико Кассини было 87. Для XVIII века, мягко говоря, почтенный возраст.

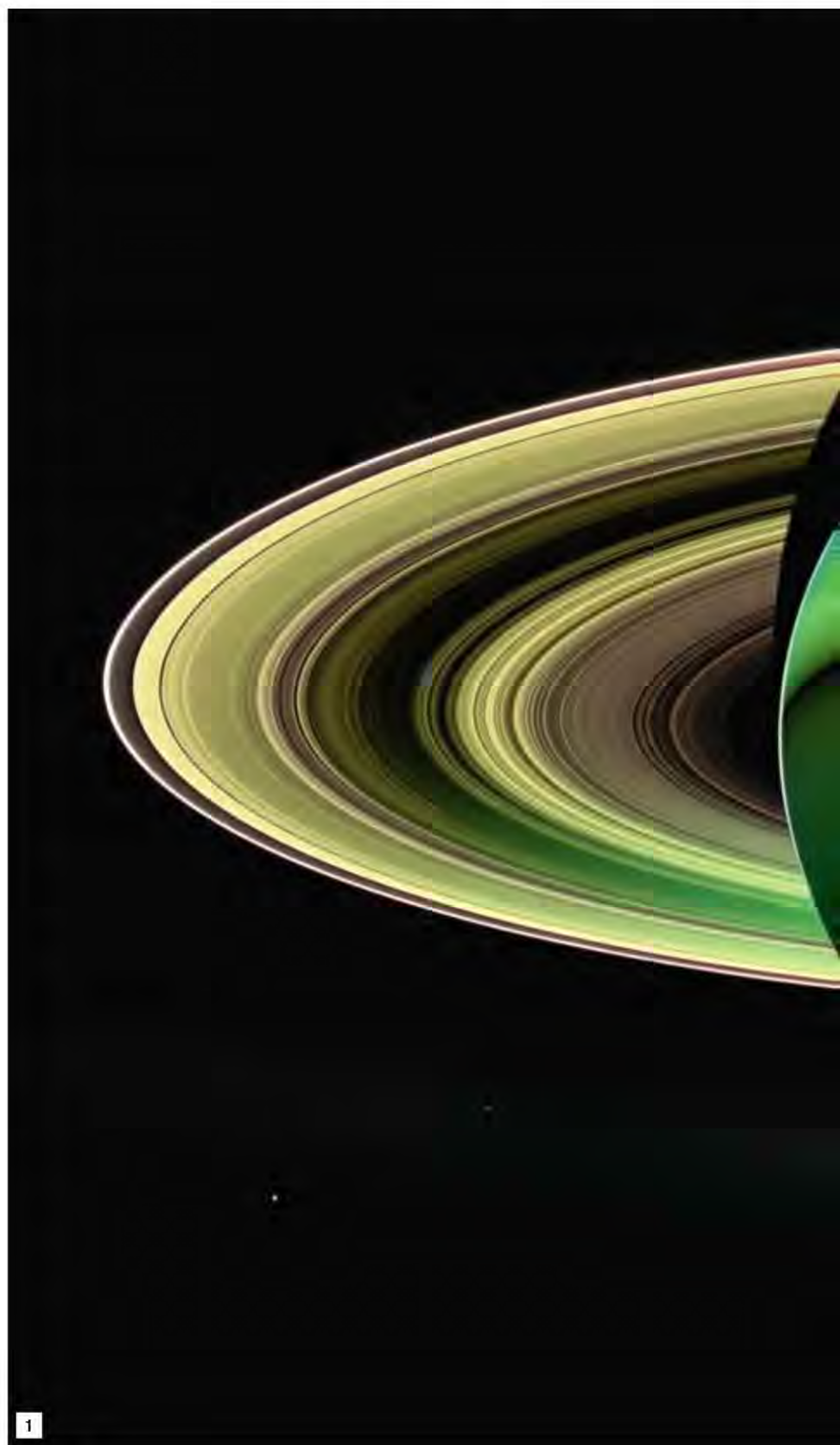
Пройдет совсем немного (с точки зрения вечности) лет, и к Сатурну подойдет несуразный, как и все космические научные лаборатории, объект. Он летел сюда, к кольцам, почти семь лет, с 1997-го. Одна из задач — понять, из чего кольца состоят, другая — разглядеть, что находится в щели Кассини.

Человек Кассини, который первым увидел ее... Аппарат «Кассини», который спустя почти 350 лет первым подошел так близко к ней...

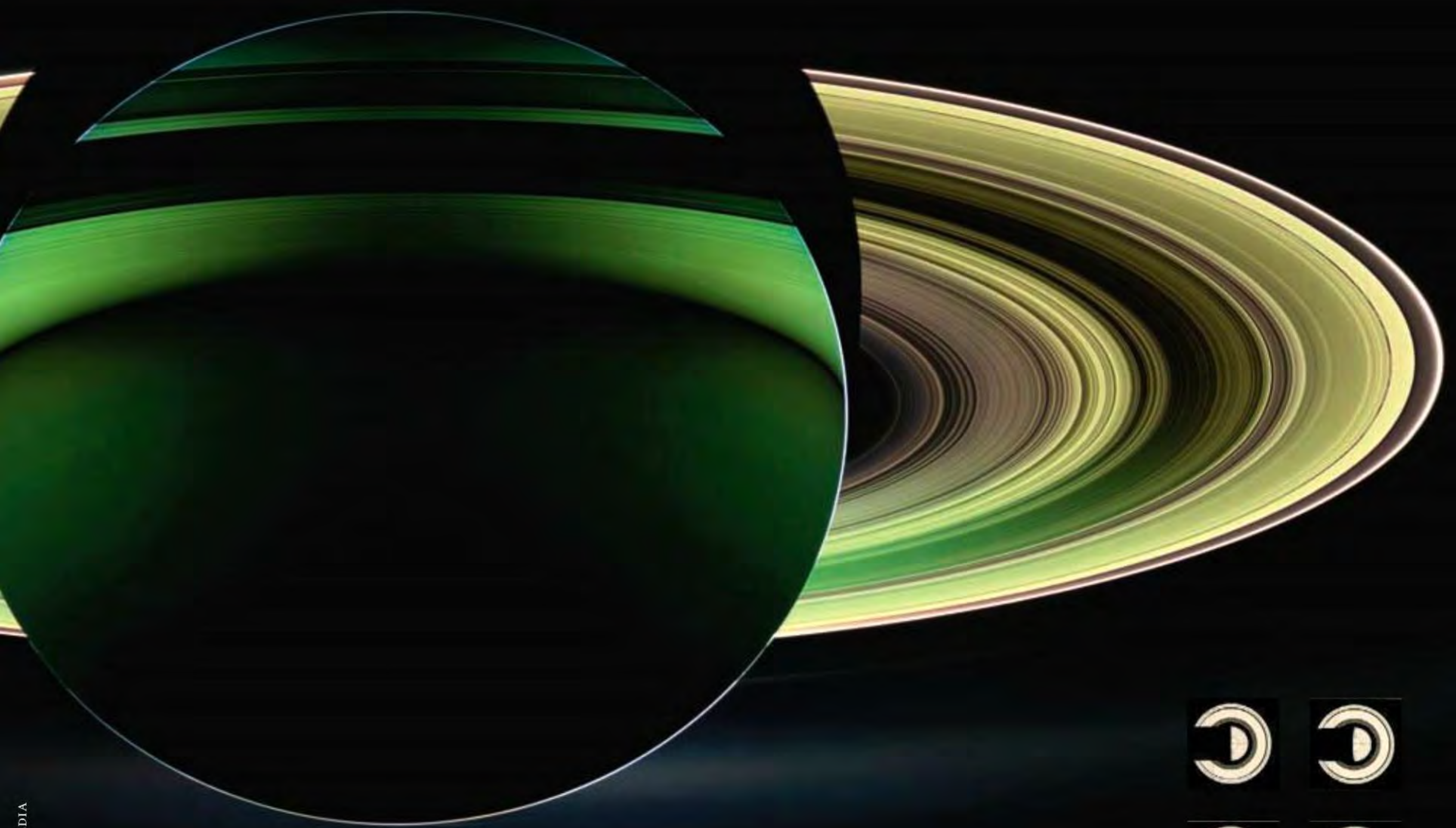
АЛЕКСЕЙ СЫСОЕВ

[1] Снимок сделан 17 октября 2012 года, когда Сатурн оказался между зондом «Кассини» и Солнцем. Кольца подсвечены с обратной стороны, планета отбрасывает на них эллиптическую тень. В кадр попали также два спутника Сатурна: ближе к кольцам — Энцелад, дальше — Тефия

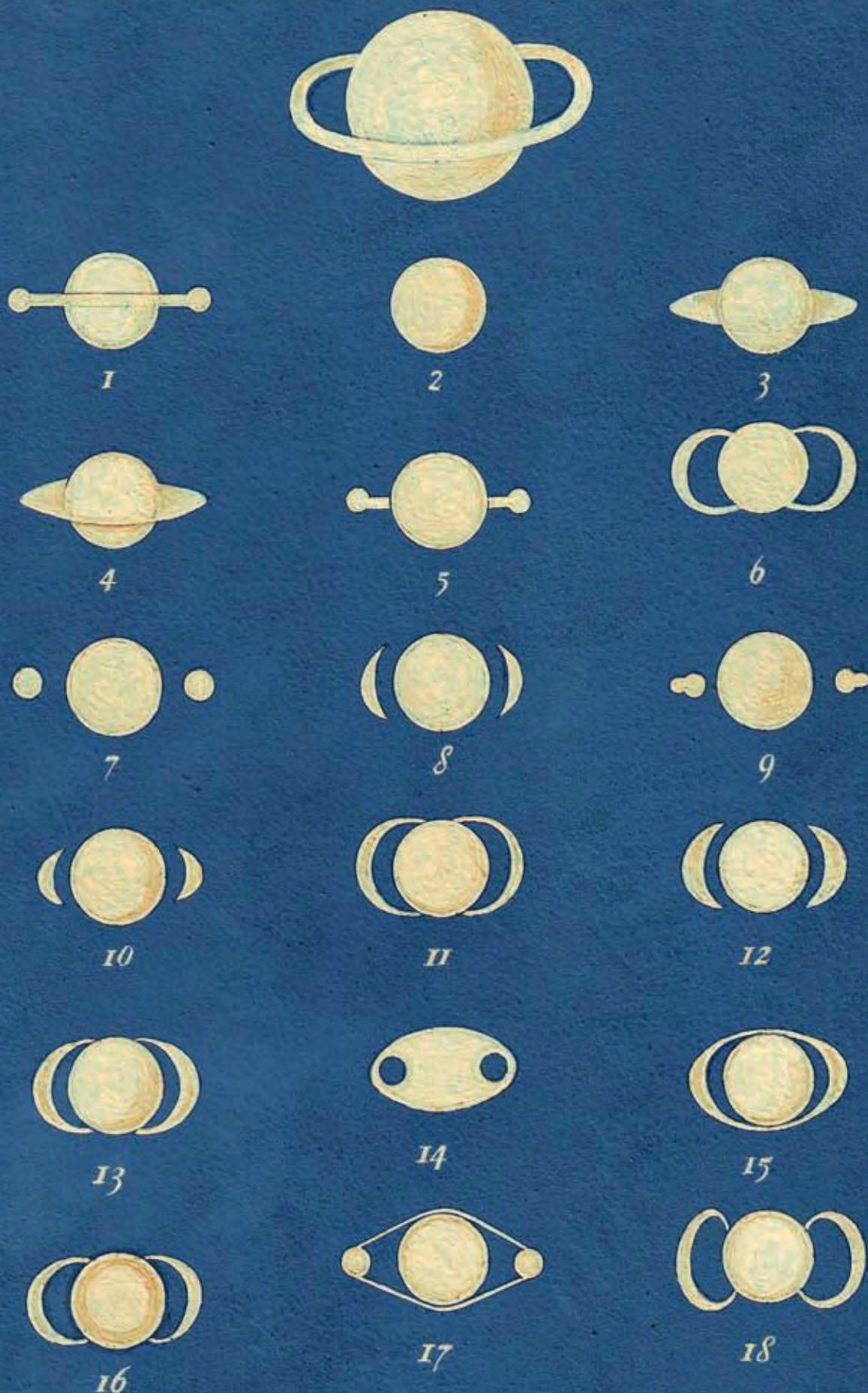
[2] Затемненные участки на кольцах — тени, отбрасываемые Сатурном в разные сезоны сатурнианского года. Иллюстрации к книге «Сатурн и его система» британского астронома Ричарда Проктора. 1865 год



ЮПИТЕР И ЛЮДОВИКО I XIV

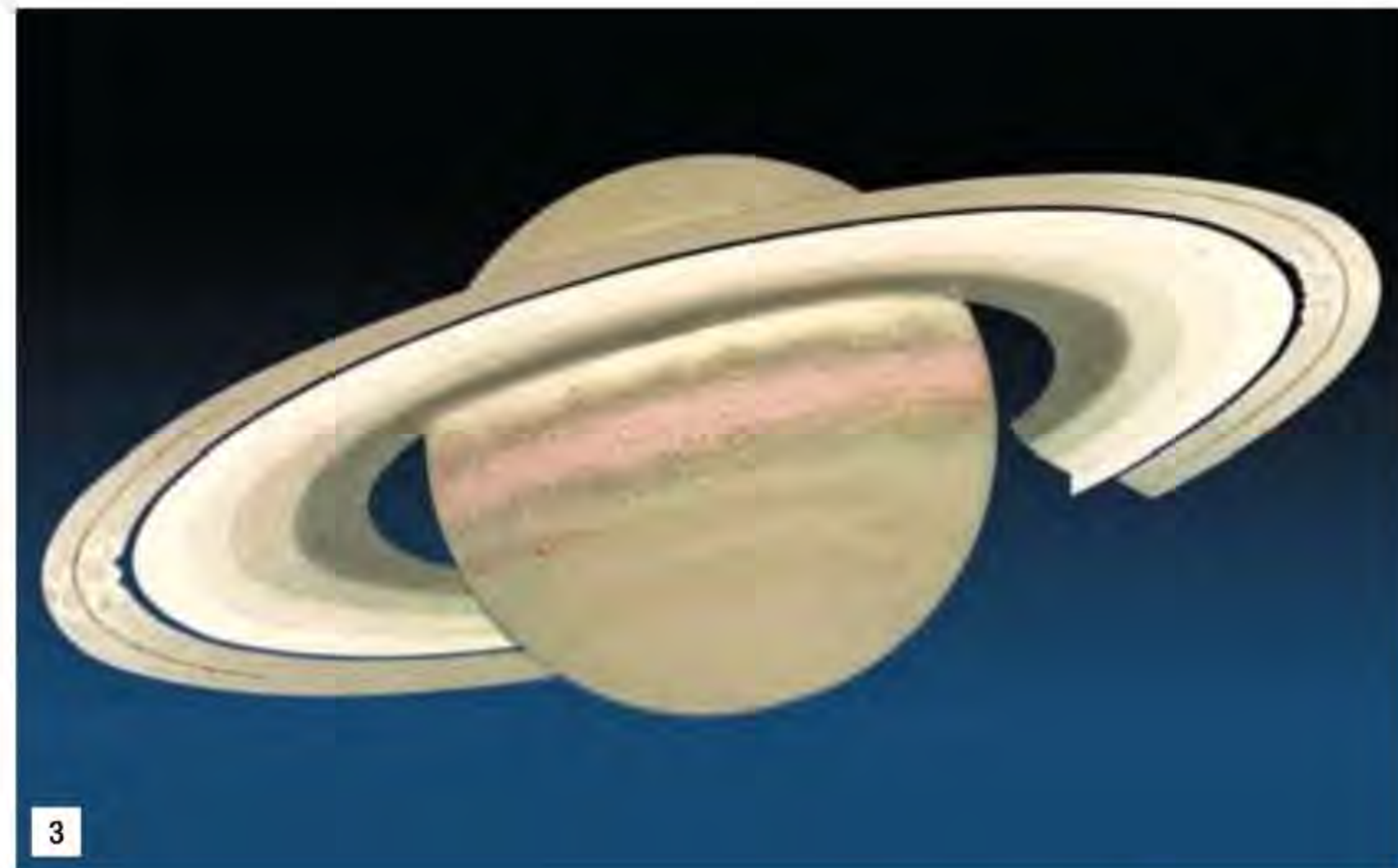


Variae SATVRNI Phases ab Astronomis observatae.



1 Мария Клара Эймарт «Фазы Сатурна» Голубая бумага, пастель 1690-е годы. Такими кольца виделись наблюдателям, пользовавшимся примитивной оптикой XVII столетия

Клара Мария Эймарт (1676–1707) — дочь немецкого художника и гравера Георга Эймарта, страстного любителя астрономии. В 1678 году он построил частную обсерваторию, где Клара проводила самостоятельные наблюдения



КОНСУЛЬТАНТ



МЭТТ ХЕДМАН

Научный сотрудник Корнеллского университета. Окончив Принстонский университет, изучал поляризацию реликтового излучения. Входит в узкую группу ученых, планирующих новые задачи миссии «Кассини», имеет приоритетный доступ к данным с этого аппарата. Исследовал свойства гейзеров, бьющих на Энцеладе, а также атмосферу Титана и Сатурна.

2 «Планета Сатурн». Гравюра из книги Алена Малле «Описание мира». Париж, 1683 год

3 Сатурн и система его колец, зарисованные 30 декабря 1874 года. Цветная литография по рисунку французского астронома Этьена Трувелло. 1877 год

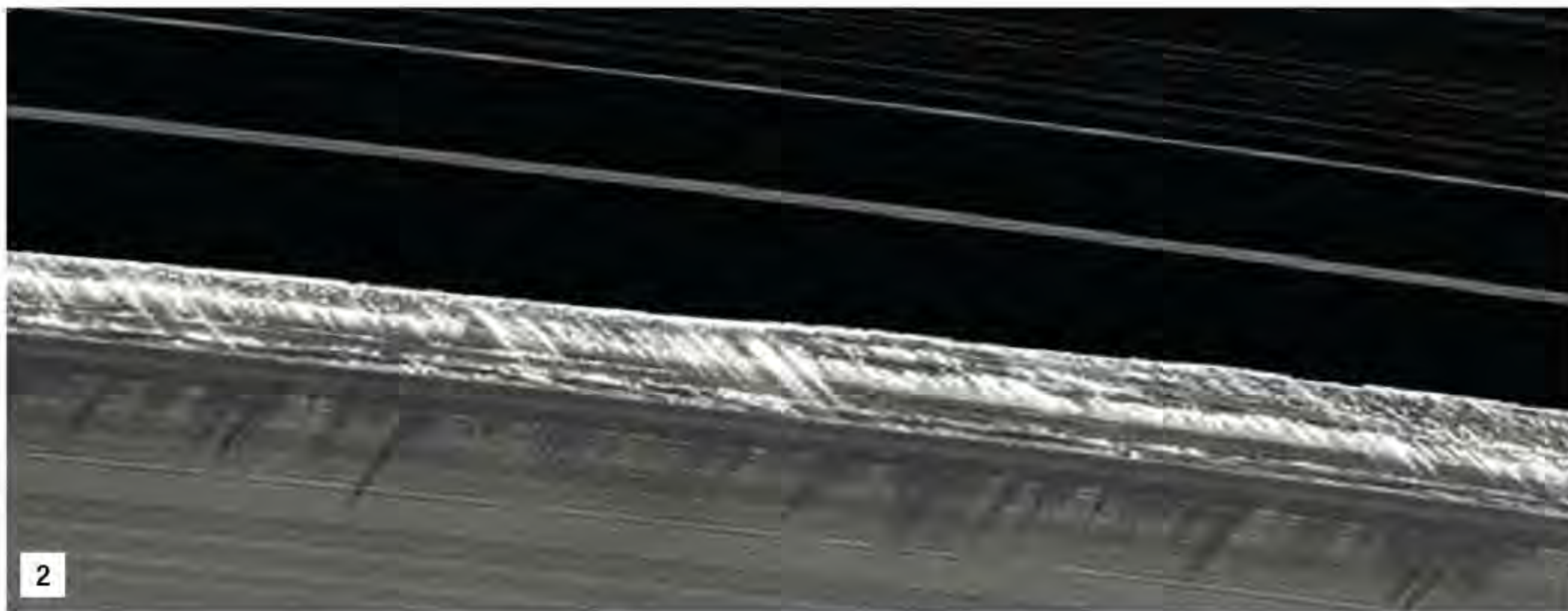
4 Снимок области кольца С и части кольца В, сделанный аппаратом «Вояджер-2» 23 августа 1981 года с расстояния 2,7 млн километров. В области снимка различимы более 60 отдельных тонких колец

Отчет «Кассини» об исследовании колец Сатурна

Из чего они состоят? Из кусков льда размером от нескольких сантиметров до десятков метров, причем мелких больше. Льдины сталкиваются по несколько сотен раз за один оборот вокруг планеты. Пролетая 20 километров за секунду, они соударяются со скоростью не выше 0,1 см/с — так слабо, что даже не отскакивают друг от друга.

Почему они неровные? Вскоре после сатурнианского равноденствия в августе 2009-го, когда Солнце пересекло экватор планеты, кольца удалось сфотографировать под его косыми лучами. Оказалось, что кольцо С не идеально плоское: по нему с интервалами 30–80 километров бегут волны высотой до 20 метров. Скорее всего, это результат удара кометы. Другой сюрприз — похожие на лопатки турбины ровные выемки в кольце F. По мнению Карла Мюррея из Лондонского университета, такие «лопатки» — последствия близких подходов к кольцу Прометея, спутника Сатурна. В центральной части кольца носятся ледяные горы высотой от 10 до 30 километров, сталкиваясь со скоростью до 30 м/с. Это кольцо могло возникнуть недавно, около миллиона лет назад, в результате разрушения древнего спутника, и это разрушение еще продолжается.

Зачем нам наблюдать за ними? Кольцо F ярко демонстрирует борьбу двух сил — гравитационного притяжения и приливного разрушения. Планеты своим могучим притяжением вызывают приливы на собственных спутниках, и когда луны подходят на опасное расстояние, их разрывает на части. Те же процессы — постоянное сли-



1 Темные борозды в кольце *F* возникают под влиянием спутника Прометея. Имея слегка вытянутую орбиту, спутник периодически приближается к кольцу и силой притяжения «ворует» его вещество

2 В равновесии стали видны ледяные «небоскребы» высотой 2,5 километра (при средней толщине колец 10 м) у внешнего края кольца *B* — следы гравитационного воздействия невидимых массивных тел. Тела размером до 1 км вращаются у края щели Кассини, разделяющего кольца *A* и *B*

3 Спутник Сатурна Дафнис то подныривает под кольцо *A*, то взмывает над ним. По краям щели Килера вслед

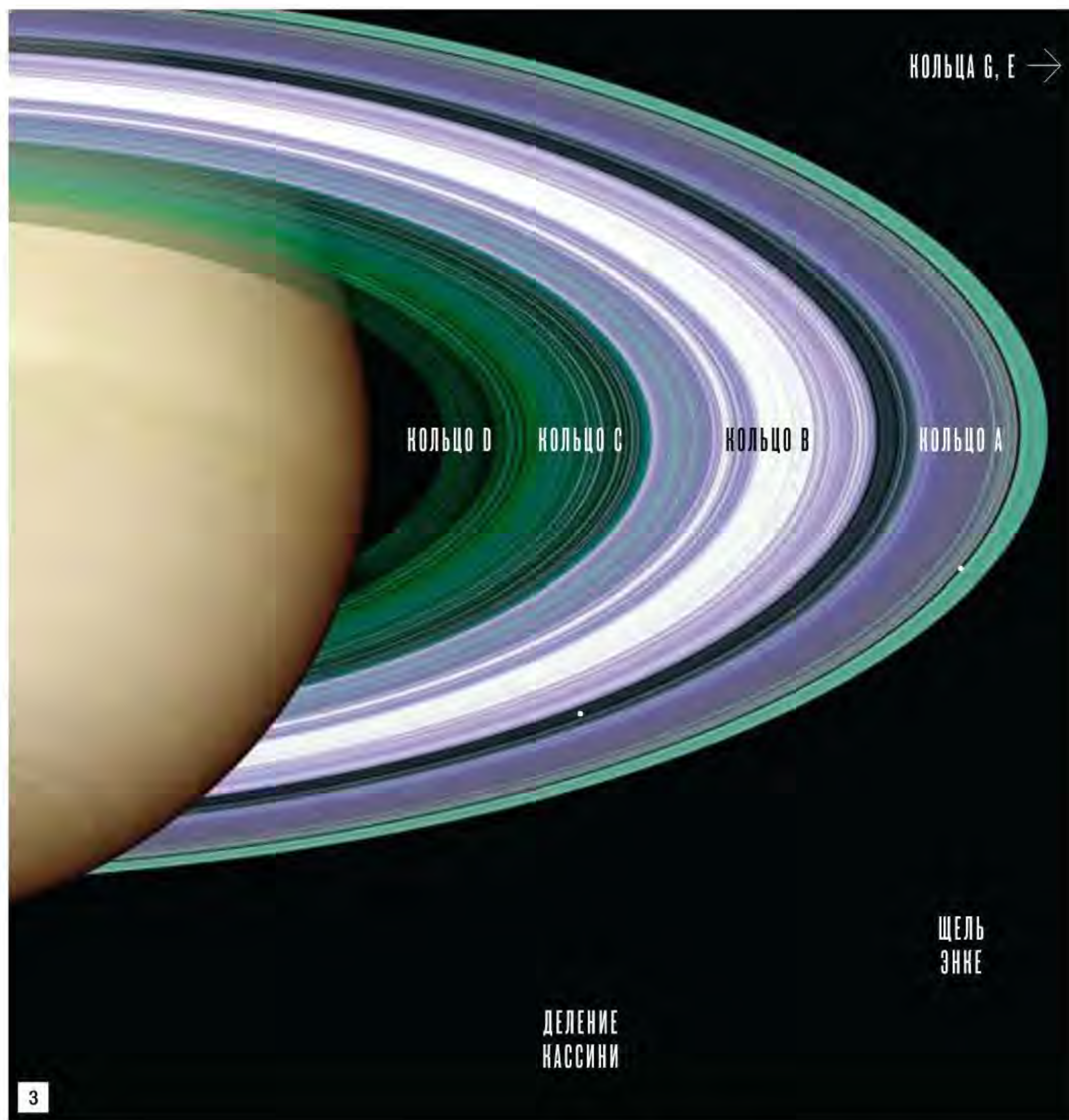
за Дафнисом бегут волны высотой до полутора километров

4 Титан, крупнейший спутник Сатурна диаметром более 5000 километров, бросает широкую тень на поверхность планеты. Снимок сделан «Кассини» в инфракрасном диапазоне с расстояния 2,1 млн километров, когда зонд находился слегка выше плоскости колец. Угол между Солнцем, планетой и «Кассини» в этот момент составлял 95°

вание и разрушение — идут и в главных кольцах Сатурна, и, что важнее, в галактиках и протопланетных дисках. Поведение спутников в толще колец показывает, как зарождаются планеты вокруг молодых звезд. А волны плотности, бегущие в кольцах Сатурна, аналогичны возмущениям, возникающим в рукавах спиральных галактик.

Сколько же им лет? Однозначного ответа нет. Результаты спектрального анализа говорят, что на 95% кольца состоят из водяного льда. Чуть «грязнее» кольцо *C* и щель Кассини — вероятно, их засорили астероиды, состоящие из углерода и кремния. Такая чистота означает, что кольца образовались сравнительно недавно. На «юный» возраст (в 10 раз моложе Солнечной системы) указывает и взаимное расположение кольца *A* и ближайших спутников. Однако созданная группой Себастьяна Шарноза компьютерная модель допускает, что кольца вполне могли образоваться одновременно с Сатурном и за 4,5 миллиарда лет стать такими, какими мы видим их сегодня. Мэтт Хедман считает, что для разрешения этого спора нужны годы. За это время мы узнаем больше о движении лун Сатурна и его колец, поймем закономерности их перемещения и рассчитаем, что же именно происходило в прошлом.

Откуда они взялись? Чтобы ответить на вопрос об их происхождении, нужно знать возраст колец. Но существуют гипотезы. Первую высказал в 1848 году французский астроном Эдуар Рош. Он доказал, что объект, представляющий собой грудку камней, связанных между собой лишь гравитацией, будет разорван приливными силами, если подойдет к пла-



1 Летом 2005 года «Кассини» наблюдал покрытие кольцами Сатурна звезды Миры. Ее потускнение в ходе последовательных витков аппарата 1 и 2 говорит о наличии в кольце А вытянутых образований размером до 50 м, ориентированных под определенным углом.

2 Борозды внутри кольца С, напоминающие рябь на воде от брошенного камня, могли возникнуть только в результате внешнего воздействия. «Рифленая поверхность кольца указывает на то, что в 1983 году, вероятно, удар кометы наклонил орбиту кольца», — поясняет астроном Мэтт Хедман. По его мнению, комета была невелика — в тысячу раз легче кометы Галлея

3 Для оценки размеров частиц, из которых состоят кольца, «Кассини» посылает сквозь них радиосигнал на Землю. Через кольцо проходят только волны, длина которых больше средних размеров ледяных частиц. Пурпурным цветом показаны области с малой плотностью частиц размером менее 5 см, зеленым и голубым — области с высокой концентрацией таких частиц. Широкая белая полоса в кольце В — область, насыщенная и частицами размером в несколько сантиметров, и многометровыми глыбами

нете ближе некоторого расстояния (предел Роша). Видимо, это случилось на орбите Сатурна с неким небесным телом.

Но есть неувязка. Если кольца — это останки древнего спутника, то почему они так чисты и не содержат тяжелых элементов? Противоречие пыталась объяснить американская исследовательница Робин Кэнап, автор гипотезы возникновения Луны в результате удара о Землю протопланеты размером с Марс. В 2010 году Кэнап опубликовала расчеты, согласно которым кольца — это остатки некогда существовавшего крупного спутника размером с Титан. Он имел твердое ядро и ледяную оболочку. Сатурн приблизил к себе этот спутник, сорвал с него легкие покровы, а каменистое ядро поглотил. Сорванная оболочка осталась на орбите и, значительно потеряв в массе, образовала чистые ледяные кольца.

Аппарат «Кассини» стал первым искусственным спутником Сатурна. Он должен был завершить работу, выключить приборы и превратиться просто в кусок металла в 2008 году. Но жизнь ему продлили сначала до 2010-го, а потом до 2017 года: мощности трех плутониевых термоэлектрических генераторов пока хватает для поддержания жизнедеятельности аппарата. Когда они истощатся, все закончится как всегда — «Кассини» медленно умрет, уважаемый, известный и совершенно слепой...

А кольца, скорее всего, по-прежнему останутся не до конца разгаданным явлением. 🌐