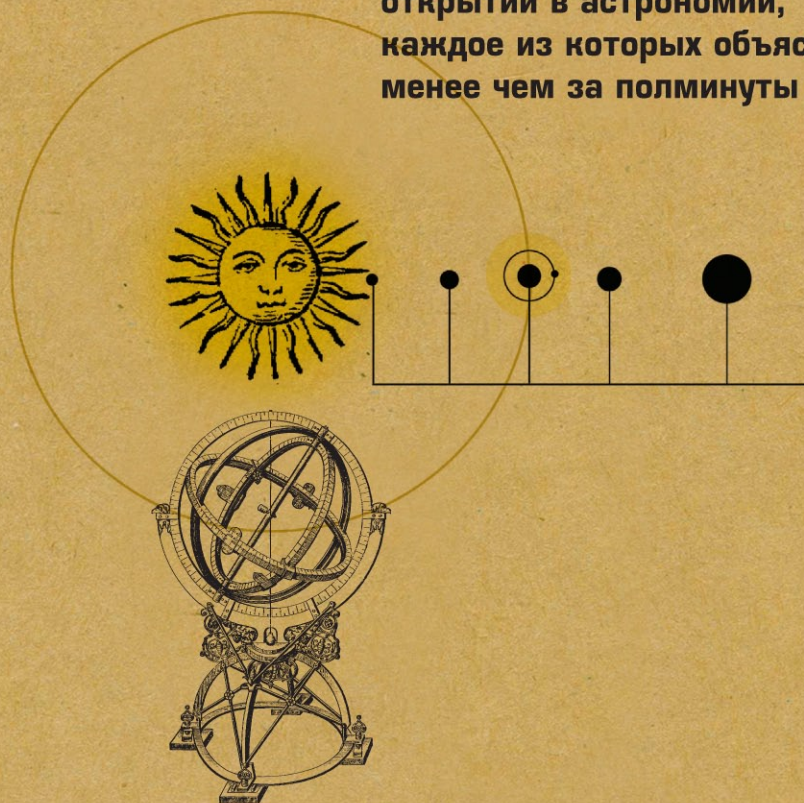


# АСТРОНОМИЯ **30** секунд

**50 самых поразительных  
открытий в астрономии,  
каждое из которых объясняется  
менее чем за полминуты**



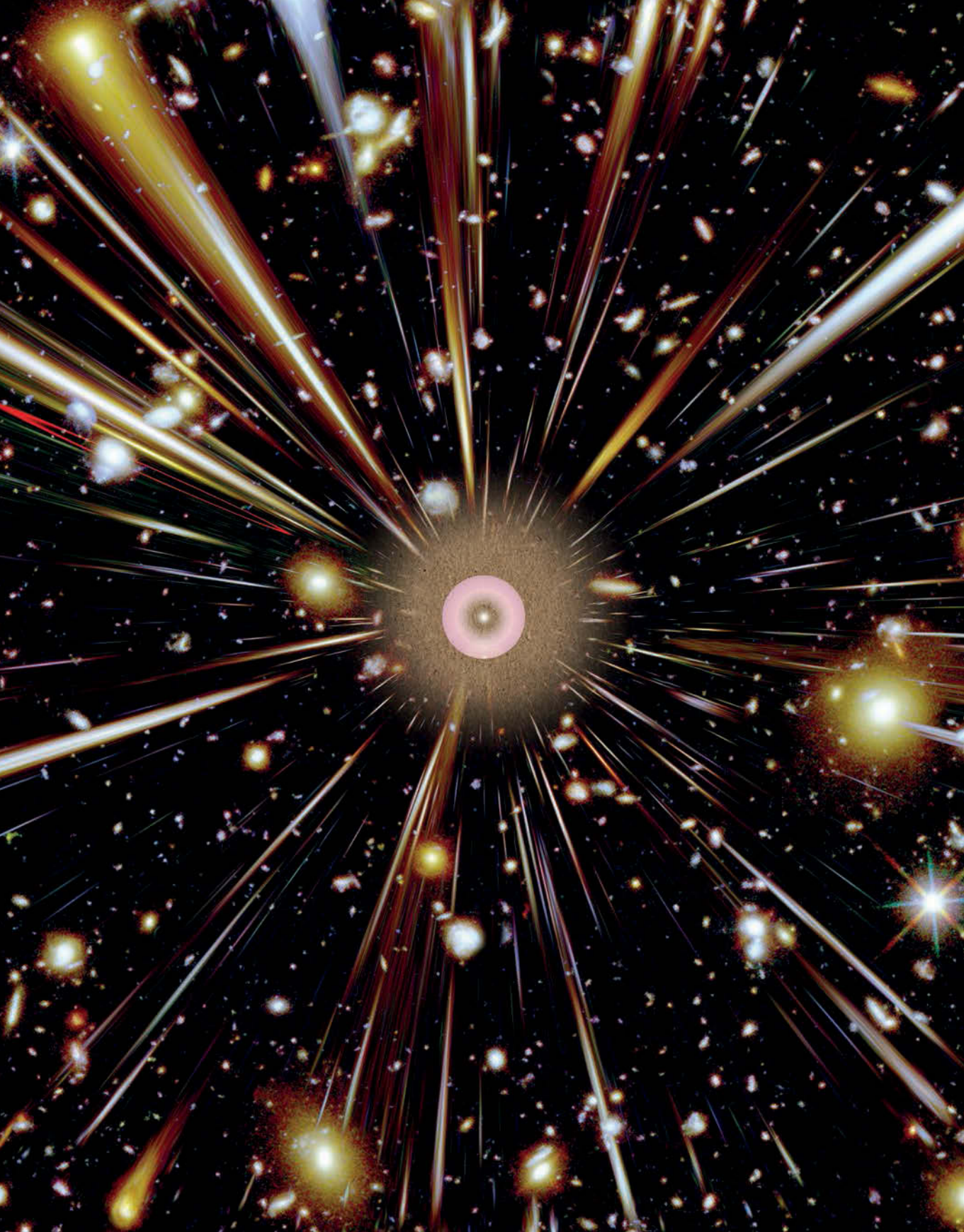
Редактор  
**Франсуа Фрессен**

Предисловие  
**Мартин Рис**

# АСТРОНОМИЯ

за 30 секунд





# АСТРОНОМИЯ **30** секунд

50 самых поразительных  
открытий в астрономии,  
каждое из которых объясняется  
менее чем за полминуты

Редактор  
**Франсуа Фрессен**

Предисловие  
**Мартин Рис**

Авторы  
**Дарен Бэскилл**  
**Закори К. Берта**  
**Кэролин Кроуфорд**  
**Энди Фабиан**  
**Франсуа Фрессен**  
**Пол Мердин**



РИПОЛ  
КЛАССИК

Москва, 2013



УДК 52  
ББК 22.6  
А54

Перевод с английского  
О. Перфильева  
Научный редактор В. Акимкина  
Под редакцией Ф. Фрессена  
Вступительная статья М. Риса

А54 **Астрономия** / [пер. с англ.  
О. Перфильева; науч. ред.  
В. Акимкина; под ред. Ф. Фрес-  
сена ; вст. ст. М. Риса]. — М. :  
РИПОЛ классик, 2013. —  
160 с. : ил.

ISBN 978-5-386-06585-0

Данное издание опублико-  
вано в 2009 г. издательством  
Fall River Press по разреше-  
нию Ivy Press Limited. Все  
права защищены. Любое  
копирование, размещение в  
поисковых системах либо вос-  
произведение текста в любой  
форме и любыми средствами  
(электронными, механиче-  
скими, фотокопирующими,  
записывающими и прочими)  
без письменного разрешения  
правообладателей запреще-  
но. Данная книга составлена,  
оформлена и опубликована  
издательством Ivy Press Limited,  
The Old Candlemakers, West  
Street, Lewes, East Sussex BN7  
2NZ, UK

**УДК 52**  
**ББК 22.6**

ISBN 978-5-386-06585-0

© 2009 Ivy Press Limited

Данное издание опубликовано  
в 2009 г. издательством Fall River Press  
по разрешению Ivy Press Limited

© ООО Группа Компаний  
«РИПОЛ классик», 2013

Научно-популярное издание

## Астрономия

Генеральный директор издательства  
С. М. Макаренков

Директор редакции С. Ефимов  
Шеф-редактор Е. Олейник  
Выпускающий редактор Е. Крылова  
Художественное оформление: Н. Дмитриева  
Компьютерная верстка: Д. Лапицкий  
Корректор А. Родионова

Creative Director Peter Bridgewater  
Publisher Jason Hook  
Editorial Director Caroline Earle  
Art Director Michael Whitehead  
Designer Ginny Zeal  
Illustrator Ivan Hissey  
Profiles Text Viv Croot  
Glossaries Text Charles Phillips  
Project Editor Stephanie Evans

Издание содержит научную / научно-тех-  
ническую / статистическую информацию.  
В соответствии с пунктом 2 статьи 1 Феде-  
рального закона от 29.12.2010 г.  
№ 436-ФЗ знак информационной  
продукции не ставится

Подписано в печать 06.08.2013 г.  
Формат 180х230. Гарнитура «FuturaLight».  
Усл. печ. л. 12,9  
Тираж 3500 экз.  
Заказ № 1681

Адрес электронной почты: info@ripol.ru  
Сайт в Интернете: www.ripol.ru

ООО Группа Компаний «РИПОЛ классик»  
109147, г. Москва, ул. Большая  
Андроньевская, д. 23

Отпечатано в 1010 Printing International Limited  
26/FI, 625 King's Road  
North Point, Hong Kong  
Tel:{852} 8226 1010 Fax:{852} 2156 8039

# СОДЕРЖАНИЕ

6 ПРЕДИСЛОВИЕ

8 ВВЕДЕНИЕ

## 11 Планеты

12 ГЛОССАРИЙ

14 Меркурий

16 Венера

18 Земля

20 Луна

22 Марс

24 Юпитер

26 **Биография: Галилео**

28 Сатурн

30 Уран и Нептун

## 33 Солнечная система

34 ГЛОССАРИЙ

36 Солнце

38 Солнечный ветер

40 Эрида, Плутон  
и карликовые планеты

42 Астероиды

44 **Биография: Коперник**

46 Кометы

48 Метеоры

## 51 Звезды

52 ГЛОССАРИЙ

54 Цвет и яркость звезд

56 Двойные звезды

58 Переменные звезды

60 Звезды-гиганты

62 Белые карлики

64 Пульсары

## 66 Биография:

**Джоселин Белл Бёрнелл**

68 Сверхновые

70 Черные дыры

## 73 Млечный Путь

74 ГЛОССАРИЙ

76 Созвездия

78 Молекулярные облака  
и туманности

80 Объекты Мессье

82 Млечный Путь

## 84 Биография: Уильям Гершель

86 Другие галактики

88 Скопления галактик

## 91 Вселенная

92 ГЛОССАРИЙ

94 Большой взрыв

96 Расширяющаяся Вселенная

## 98 Биография: Эдвин Хаббл

100 Реликтовое излучение

102 За пределами видимого света

104 Космическое рентгеновское  
излучение

106 Гамма-всплески

108 Квазары

110 Темная материя

112 Темная энергия

## 115 Пространство и время

116 ГЛОССАРИЙ

118 Световые годы и парсеки

120 Эллипсы и орбиты

122 Спектр света

124 Гравитация

126 Относительность

128 Гравитационная линза

## 130 Биография: Фриц Цвикки

132 Кротовые норы

## 135 Другие миры

136 ГЛОССАРИЙ

138 Инопланетяне

## 140 Биография: Карл Сеган

142 Экзопланеты

144 Горячие юпитеры

146 Сверхземли и планеты-океаны

148 В поисках другой Земли

150 Жизнь на других планетах

## 153 Приложения

154 Источники

156 О создателях книги

158 Алфавитный указатель

160 Благодарности



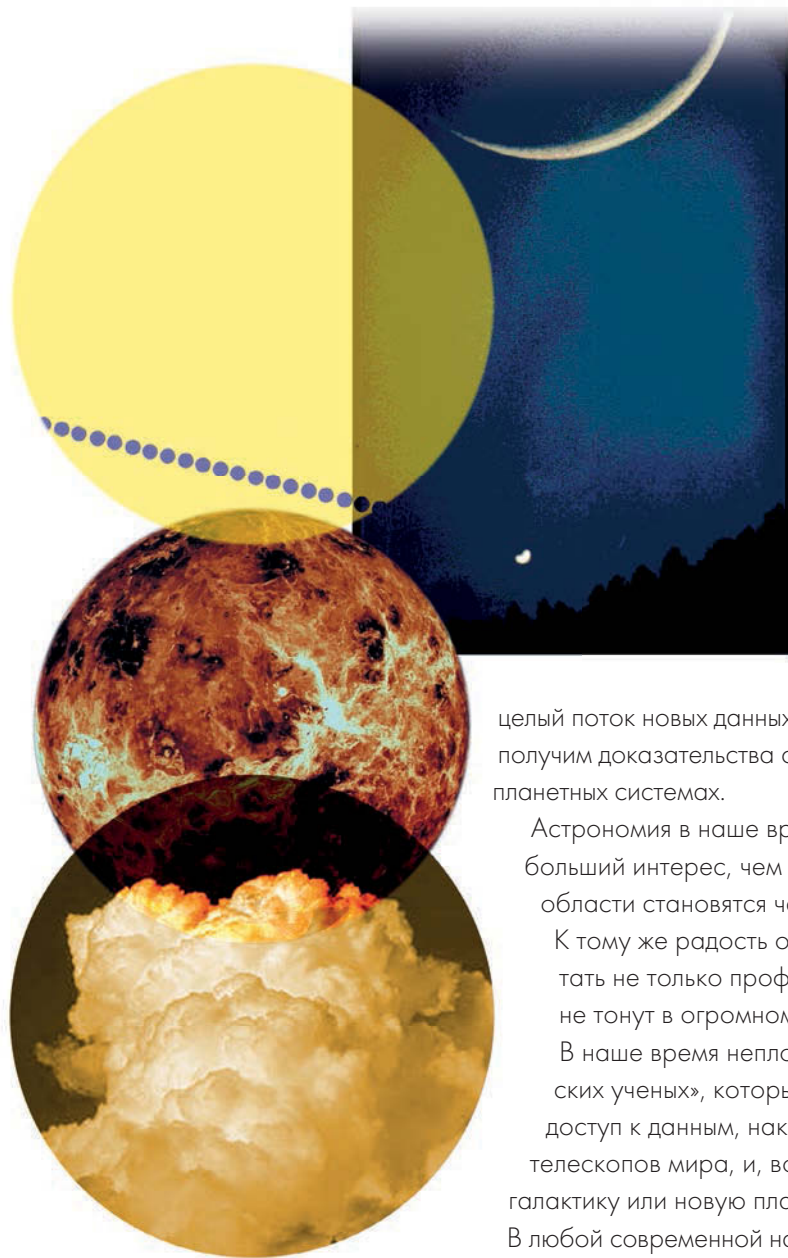
# ПРЕДИСЛОВИЕ

Мартин Рис

Ночное небо — одно из самых потрясающих по красоте явлений окружающего нас мира, общих для всех стран и эпох, хотя в разных цивилизациях устройство небосвода объясняли по-разному. Наблюдения за перемещениями планет вели еще в древнем Вавилоне. Благодаря потребностям в точном календаре и в навигации развивались оптика и математика, появлялись новые приборы, позволяющие измерять время и ориентироваться в пространстве. Огромные телескопы, космические зонды и мощные компьютеры позволили современным астрономам сделать удивительные открытия, описанные в этой книге.

Теоретики, подобные мне, всегда идут позади практиков и пытаются уловить смысл в их наблюдениях. Но и мы понемногу движемся вперед. В настоящее время считается, что Вселенная появилась около 14 миллиардов лет назад, когда вся существующая материя была сжата в точке с необычайной плотностью, недостижимой в современных лабораторных условиях. Мы примерно представляем, как появлялись первые атомы, звезды и галактики. Мы знаем, что наше Солнце — это типичная звезда среди миллиардов других в нашей Галактике и что наша Галактика — всего лишь одна из многих миллиардов галактик, которые можно разглядеть с помощью большого телескопа. Более того, некоторые теоретики предсказывают, что нас ждет еще одно «коперниковское разочарование», и утверждают, что физическая реальность гораздо разнообразнее, чем мы себе представляем, и Большой взрыв может оказаться всего лишь одним из многих явлений подобного рода.

Но недавние открытия не только расширили наш космический горизонт, они позволили нам более подробно изучить уже известные объекты и явления. Космические зонды, отправленные к другим планетам (и их спутникам), передали нам фотографии других миров. Что еще более важно, на основании мельчайших отклонений в движении и яркости звезд мы делаем выводы о том, что вокруг них обращаются свои планеты, точно так же, как Земля и соседние планеты обращаются вокруг Солнца. В ближайшие годы нас ждет



### **Наша яркая соседка**

*Планета Венера легко различима невооруженным глазом, в частности благодаря серным облакам, плотным покровом окутывающим ее атмосферу и отражающим солнечный свет. Венера — ближайшая к Земле планета, к которой можно посылать исследовательские аппараты, хотя ее атмосфера не подходит для высадки человека на поверхность.*

целый поток новых данных — и, возможно, мы даже получим доказательства существования жизни в других планетных системах.

Астрономия в наше время вызывает гораздо больший интерес, чем раньше, а открытия в этой области становятся частью современной культуры.

К тому же радость открытия теперь могут испытать не только профессионалы, которые едва ли не тонут в огромном океане новых данных.

В наше время неплохой шанс есть у «гражданских ученых», которые могут легко получить доступ к данным, накопленным с помощью лучших телескопов мира, и, возможно, открыть новую галактику или новую планету.

В любой современной науке есть много такого, что непосвященным кажется сложным и недоступным. Но я верю, что суть любого открытия можно объяснить просто и понятно. Сжать его до текста, который можно прочитать за 30 секунд, — нелегкая задача, но авторы этой книги справились с ней блестяще.



# ВВЕДЕНИЕ

## Франсуа Фрессен

### Планеты-гиганты

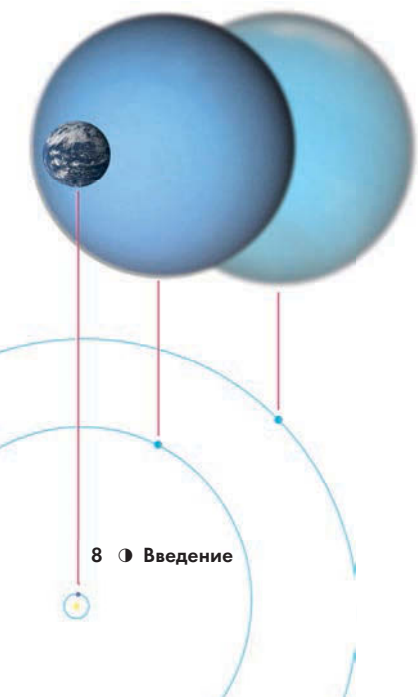
Несмотря на гигантские размеры Урана и Нептуна, до изобретения телескопа астрономы не имели о них ни малейшего представления.

### Почти любое открытие в астрономии

заставляет нас в очередной раз задуматься о незначительности Земли. По сравнению с остальной Вселенной Земля — всего лишь капля воды в океане или песчинка в бескрайней пустыне. Астрономы, занимающиеся разными областями этой науки, не перестают удивляться грандиозности и разнообразию астрономических явлений.

Но сделанные астрономами открытия заодно и подтверждают существование неразрывной связи между нами и космосом. Мы изучаем строение Солнечной системы и понимаем, как благодаря взаимодействию ее различных частей возникла и развивалась жизнь на Земле. Кометы доставили на нее большое количество воды, из которой образовались океаны. Луна замедлила вращение нашей планеты; из-за нее также возникли приливы и смена времен года. Юпитер увел с опасных орбит многочисленные астероиды, которые в противном случае постоянно разрушали бы поверхность Земли. Еще сильнее наша связь со звездами. Воздух, которым мы дышим, железо в нашей крови, углерод в нашем теле — все это зародилось в недрах умирающих звезд миллиарды лет назад.

Эта книга расскажет вам о необычайных, самых разнообразных и едва поддающихся воображению явлениях. Мифические единороги, летающие города, скрытые экстрасенсорные способности — все это представить довольно легко. Но как представить себе реальный объект, настолько огромный, что он искажает время и пространство? Как представить себе невидимую темную материю, пронизывающую всю Вселенную? И как представить себе миллионы галактик, прячущихся за пальцем вашей вытянутой руки, закрывающим крохотный участок ночного неба? А ведь в каждой из них миллиарды таких звезд, как наше Солнце, со своими планетами! И стоим мы при этом на куске тверди, летящей посреди пустоты! Вообразить все это довольно трудно, но это действительно так!



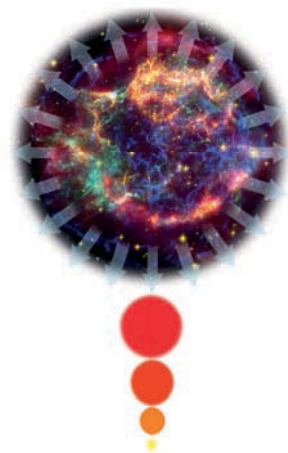
В книге «Астрономия за 30 секунд» перечислены 50 великих астрономических открытий, каждое из которых описано признанными авторитетами в различных областях астрономии. Они постарались изложить свои темы кратким и доступным для понимания образом, но с учетом последних научных достижений и представлений.

Описанные в книге объекты и явления распределены по семи частям и упорядочены примерно по степени своей удаленности от Земли и по времени их открытия. Первая часть посвящена **планетам**, существующим по соседству с нашей. Во второй описываются другие тела **Солнечной системы** — кометы и астероиды, вращающиеся вокруг Солнца. Третья часть говорит о **звездах**, особенно о том, как они довольно эффектным образом заканчивают свое существование, превращаясь в сверхновые, пульсары или черные дыры. В части, посвященной **Млечному Пути**, описываются миллионы звезд ночного неба, образующие галактики. В пятой части говорится о том, как, согласно нашим нынешним представлениям, возникла **Вселенная**, о Большом взрыве и об образовании звезд и галактик. Следующая часть посвящена **времени и пространству**, законам движения астрономических объектов и тому, что можно узнать, наблюдая за их светом. В последней части мы предлагаем вам задуматься о **других мирах**, то есть о других планетах, похожих на нашу, подумать о том, существует ли на них жизнь и существуют ли во Вселенной другие разумные существа. Кроме того, в каждой части приведены жизнеописания самых выдающихся ученых, таких как Эдвин Хаббл или Карл Сеган, и перечислены их самые главные открытия.

Эта книга преследует две цели. Ее структура такова, что открыть ее можно на любой странице и прочитать то, что покажется вам интересным в данный момент, будь то черная дыра или исследуемый Марс «Кьюриосити». Либо можно читать ее с самого начала, и тогда вы получите общее представление о том, что известно о строении Вселенной на сегодняшний день. Подобно тому, как нельзя понять себя, не поняв других людей и не осознав своего места в мире, или нельзя до конца оценить свою страну, не повидав другие страны, так и невозможно получить представление о том, что такое Земля, не узнав, какое место она занимает во Вселенной, как она возникла и как связана с другими объектами окружающего нас мира.

## Эффектный конец

Гигантские звезды светят ярче медленно сгорающих карликов, но и срок их жизни короче. Чем массивнее звезда, тем быстрее она заканчивает свою жизнь в виде взрывающейся сверхновой, после которой остается нейтронная звезда или черная дыра.





# ПЛАНЕТЫ



## ПЛАНЕТЫ ГЛОССАРИЙ

**Атмосфера** — слой газов, окружающий планету или астрономическое тело достаточной массы, в том числе и звезду; форма этого слоя поддерживается гравитацией.

**Биомасса** — биологический материал, совокупность живых или недавно живших организмов.

**Газовый гигант** — крупная планета, состоящая преимущественно из газов, а не из твердого вещества. В нашей системе находятся четыре газовых гиганта — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. За пределами Солнечной системы существуют другие газовые гиганты, обращающиеся вокруг других звезд.

**Дегазация** — высвобождение газа, поглощенного, замерзшего или иным образом заключенного на поверхности — например, растворенного в океане или содержащегося в горных породах.

**Естественный спутник** — астрономическое тело, обращающееся по орбите вокруг планеты (или меньшего тела). Первым из изученных естественных спутников в нашей Солнечной системе была Луна, поэтому их еще иногда называют «лунами». Луна — пятый по размеру естественный спутник планет Солнечной системы после Ганимеда (спутника Сатурна), Титана

(спутника Нептуна), Каллисто и Ио (спутников Юпитера).

**Кольца планеты** — диск из пыли и твердых частиц (размером до нескольких метров), обращающихся вокруг планеты в экваториальной плоскости. Самые известные кольца в нашей Солнечной системе расположены вокруг Сатурна; у Нептуна, Урана и Юпитера также есть свои кольца.

**Кора** — твердый внешний слой планеты или естественного спутника.

**Лунные моря** — участки на поверхности Луны, покрытые базальтовой лавой (базальт — это темно-серая и черная горная порода магматического происхождения). В древности астрономы считали, что эти участки заполнены водой, и потому прозвали их «морями» — например, Море Облаков или Море Ясности. Всего на долю таких участков приходится примерно 16 процентов лунной поверхности. С Земли они видны невооруженным глазом и кажутся темными пятнами, образующими своеобразный узор, в котором при желании можно разглядеть человека или какое-нибудь животное.

**Мантия Земли** — слой шириной около 2900 километров между внешним слоем земного ядра и ее поверхностью (корой).

**Метеор** — название светящегося следа, оставляемого падающими твердыми телами, сгорающими в атмосфере. Такое явление еще часто называют «падающими звездами».

**Метеорит** — метеороид, упавший на поверхность планеты.

**Метеоритный дождь** — появление сразу нескольких метеоров за короткий промежуток времени.

**Метеороид** — твердое тело Солнечной системы, меньше астероида по размерам.

**Низкая околоземная орбита** — орбита на высоте 145—1000 км от поверхности Земли. На этой орбите осуществляются все пилотируемые полеты (за исключением полетов к Луне в рамках программы «Аполлон»), располагаются космические станции и искусственные спутники.

**Парниковый эффект** — процесс, в ходе которого атмосферные газы поглощают отражающееся от поверхности планеты тепло и излучают его во всех направлениях, в том числе и по направлению к самой поверхности планеты. В результате температура у поверхности повышается. Парниковый эффект наблюдается не только на Земле, но и на других планетах, таких как Венера, — там он даже гораздо сильнее.

**Программа «Аполлон»** — программа НАСА по высадке человека на Луне, разработанная в 1961 году и охватывающая 17 космических полетов в 1967—1972 годах. «Аполлон-11» стал первым пилотируемым аппаратом, осуществившим посадку на Луну 20 июля 1969 года. В декабре 1972 года был запущен последний корабль в рамках программы — «Аполлон-17». Всего было осуществлено шесть высадок на Луну, и на ее поверхности побывали 12 астронавтов США.

**Протопланета** — первая стадия образования планеты, образование в протопланетном диске (облаке из газа и пыли, окружающем молодую звезду).

**Реголит** — рыхлая смесь, такая как почва или каменные частички, покрывающие более твердые горные породы.

**Тектонические плиты** — перемещающиеся участки коры (поверхности планеты) и верхних частей мантии (слоя, расположенного непосредственно под корой).

**Экологическая ниша** — природные условия, подходящие для существования определенного биологического вида.

**Ядро** — центральная часть планеты или звезды.



# МЕРКУРИЙ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Планета названа в честь древнеримского бога Меркурия, посланника других богов. Для этой планеты характерны крайности — невероятная жара днем и ужасный холод ночью.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Орбита Меркурия — самая вытянутая среди орбит других планет, а поскольку он расположен еще и ближе всех к Солнцу, то здесь наблюдаются существенные изменения в силе гравитационного притяжения. Благодаря этому Меркурий — прекрасный объект для изучения гравитации.

Меркурий — самая маленькая из восьми планет диаметром 4879 километров. Поскольку она еще и самая близкая к Солнцу, она быстрее других обращается вокруг него по своей орбите — всего за 88 земных дней. Но при этом один оборот вокруг своей оси относительно звезд она совершает за 59 земных дней, то есть на три оборота вокруг оси приходится два оборота вокруг Солнца. Из-за такого необычного вращения календарь на Меркурии довольно необычен: одни сутки от восхода до восхода там длятся два меркурианских года, или 176 земных дней. Смен времен года там нет, а диапазон температуры самый большой во всей Солнечной системе: от 400 °C в полдень на экваторе до —200 °C на полюсах ночью; особенно низкая температура поддерживается на постоянно затененном дне полярных кратеров, где скапливается лед. Твердая поверхность Меркурия испещрена кратерами. Атмосфера Меркурия разрежена и состоит из атомов, долетевших от Солнца, или газов, поднявшихся с раскаленной поверхности в результате дегазации. Кратеры на Меркурии образовались так же, как и кратеры на Луне, — в результате непрекращающихся столкновений с астероидами и метеоритами.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЛУНА  
страница 20

ЭЛЛИПСЫ И ОРБИТЫ  
страница 120

ГРАВИТАЦИЯ  
страница 124

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ  
страница 126

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

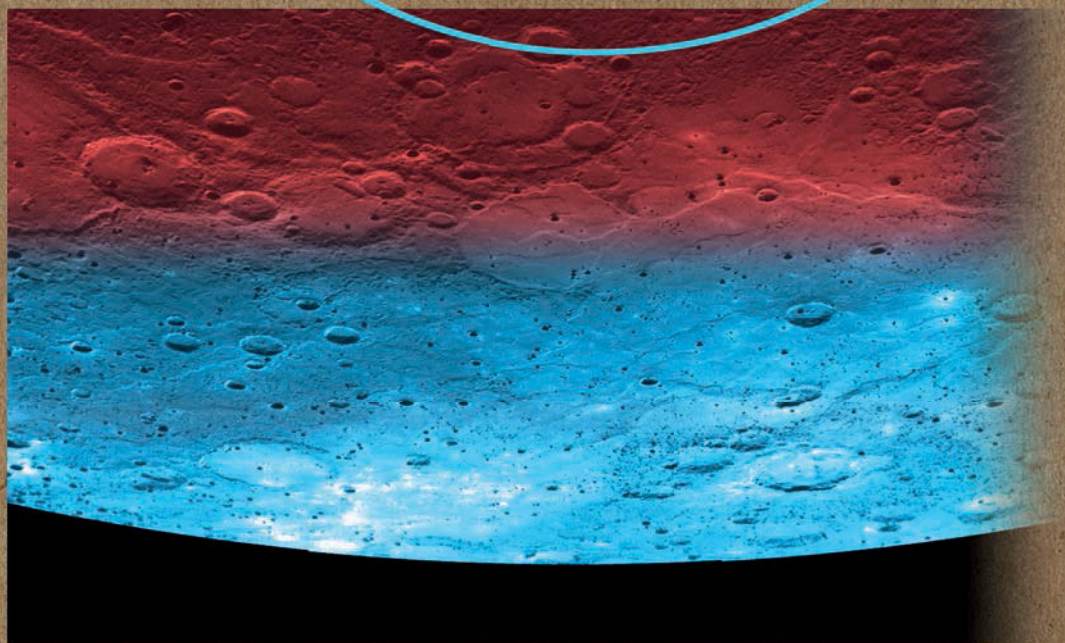
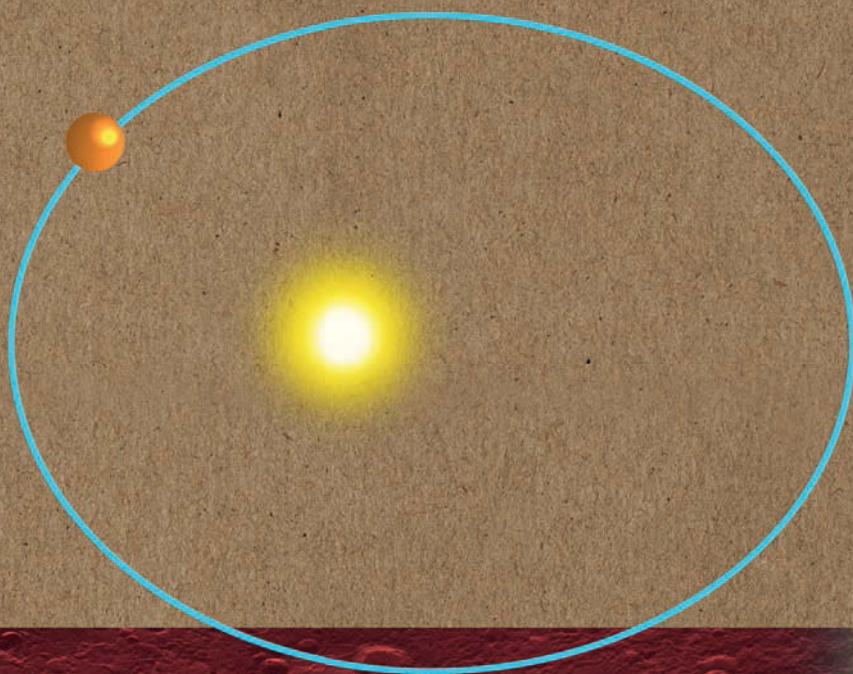
АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН  
1879–1955

Родившийся в Германии и живший в Швейцарии и Америке физик-теоретик

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

**Разреженная атмосфера Меркурия не защищает его поверхность от резкого перепада температур — после наступления ночи температура на планете понижается на сотни градусов.**



# ВЕНЕРА

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Планета Венера прошла через ряд глобальных катастроф, превративших ее поверхность в настоящий ад — раскаленные черные камни под серно-желтым небом.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Космические аппараты, отправляемые на Венеру, должны быть устойчивыми к большому атмосферному давлению (примерно в 90 раз больше атмосферного давления на поверхности Земли) и воздействию падающих с неба дождей из серной кислоты. Не следует забывать и о невероятной жаре. Удачно опустившиеся на поверхность и не разбившиеся о камни аппараты проработали примерно час.

Диаметр Венеры — 12 104 километра, то есть она примерно такого же размера, как и Земля. Ее орбита расположена внутри орбиты Земли, и она обращается вокруг Солнца за 224 дня, а вокруг своей оси вращается за 243 дня, причем в обратном направлении. Как и у Земли, у Венеры есть своя атмосфера, но на Венере она плотная, горячая и состоит преимущественно из углекислого газа, из-за чего образуется сильный парниковый эффект, когда тепло Солнца не отражается обратно в космос, а скапливается в нижних слоях атмосферы. В результате средняя температура у поверхности равна 480 °С, а этого достаточно, чтобы расплавить цинк. Облака полностью заслоняют поверхность и мешают наблюдению с Земли; на снимках, сделанных с космических аппаратов, которые исследовали поверхность планеты, видны сплошные облака серно-желтого цвета. Тем не менее при помощи радаров с Земли и с космического спутника «Магеллан» (1990—1994 годы) удалось составить карту поверхности Венеры, лишенной воды и состоящей из черных горных пород вулканического происхождения.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

МЕТЕОРЫ  
страница 48

ИНОПЛАНЕТЯНЕ  
страница 138

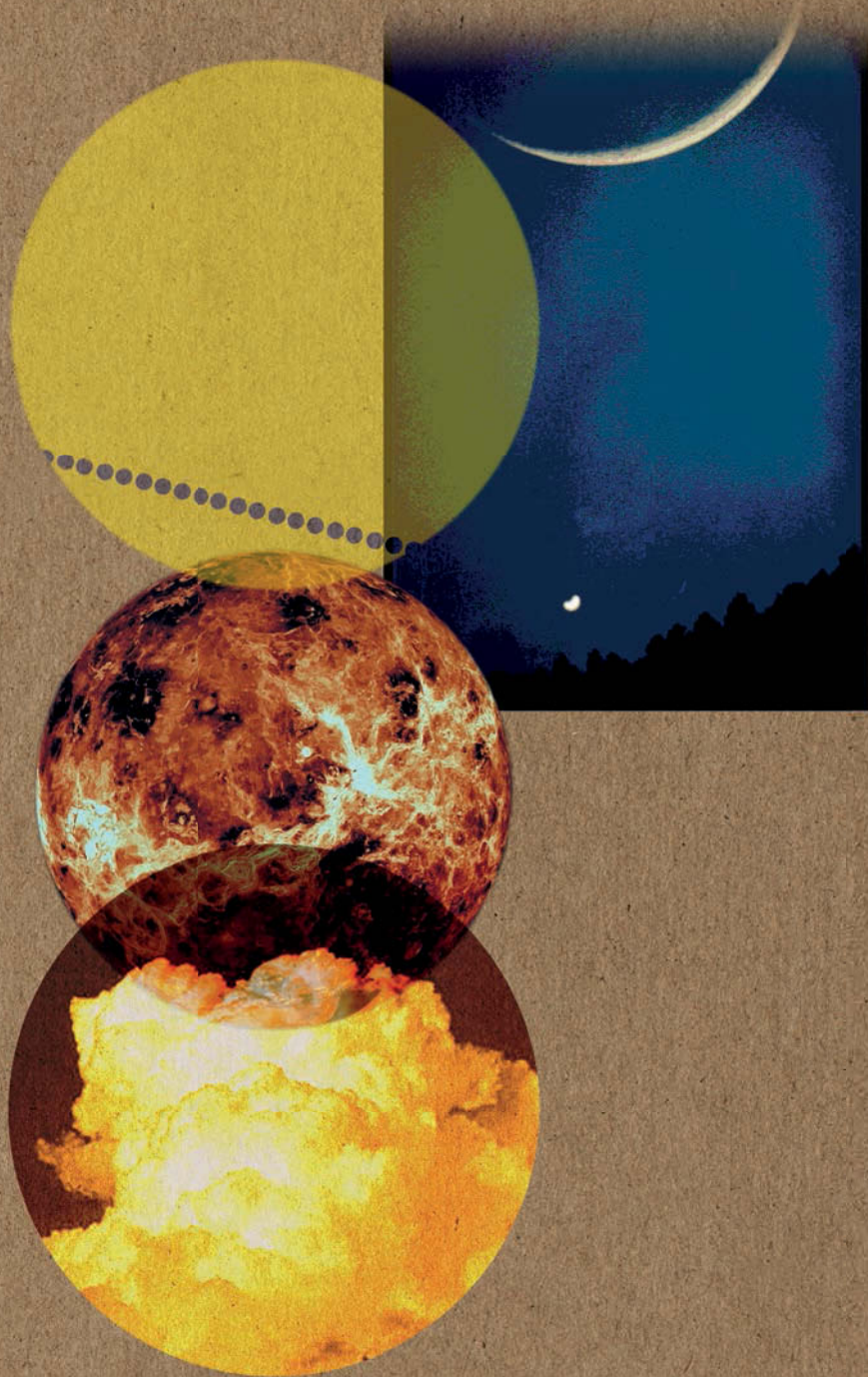
### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ КАРЛ САГАН 1934–96

Американский астроном, исследовавший парниковый эффект на Венере

### АВТОР СТАТЬИ Пол Мердин

**Когда Венера проходит перед Солнцем, она кажется лишь темным пятнышком, но благодаря космическим аппаратам удалось установить, что это огромный мир с раскаленными камнями под серными облаками.**







# ЗЕМЛЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Американский астроном  
Карл Саган о Земле:  
«Это здесь. Это дом.  
Это мы... пылинка,  
парящая в лучах  
солнца».

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

С тех пор как первые  
космические аппараты  
сделали снимки Земли,  
ее часто называли  
«голубой планетой»  
из-за характерного  
голубого цвета  
обширных океанов  
на ее поверхности.  
Но на долю воды  
приходится всего  
0,02 процента всей  
массы Земли; океаны  
образуют очень тонкий  
слой, и его можно  
сравнить с тонкой,  
полупрозрачной  
голубой бумагой,  
в которую завернут  
большой бурый шар.

Земля — это плотный шар из металла и камня, крупнейшее твердое тело нашей Солнечной системы. Она образовалась 4,5 миллиарда лет назад из плотного облака пыли и газа, оставшегося после образования Солнца. Хотя Земля как планета сформировалась примерно за 10 миллионов лет, в каком-то смысле она продолжает формироваться и по сей день, оставаясь геологически активной. Кора Земли поделена на 15 участков, называемых тектоническими плитами, от 5 до 50 километров толщиной, каждый из которых медленно перемещается по кремневой мантии. Под мантией находится ядро из железа и никеля. Поверхность Земли — тонкий слой небольшого твердого тела, обращающегося вокруг самой обычной звезды в самой обычной галактике, — на настоящий момент единственное известное нам место, в котором существует жизнь. В настоящее время преобладающей формой жизни на Земле являются растения — по крайней мере, в отношении биомассы и влияния на окружающую среду. Живые организмы изменили состав земной атмосферы, и, теоретически, об их существовании можно догадаться издалека по характерным следам в инфракрасном спектре излучения.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СУПЕРЗЕМЛИ И ПЛАНЕТЫ-ОКЕАНЫ  
страница 146

В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ  
страница 148

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

КАРЛ САГАН  
1934–96  
Американский астроном,  
астрофизик и писатель

АВТОР СТАТЬИ  
Франсуа Фрессен

**Планета Земля — шар из камня и металла, покрытый тонким слоем воды.**



# ЛУНА

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Луна — единственное тело за пределами нашей планеты, на котором до сих пор побывал человек.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

На Луне нет атмосферы, и ее поверхность покрыта многочисленными кратерами от столкновений с метеоритами. Так называемые лунные моря представляют собой базальтовые равнины, оставшиеся от извержений древних вулканов. Лунную поверхность покрывает рыхлый грунт «реголит», отражающий свет примерно так же, как и древесный уголь. Расстояние от Земли до Луны меняется в зависимости от того, в какой точке своей орбиты она находится, и в среднем составляет 384 400 километров.

Для многих из нас ничего необычного в Луне нет, но ее по праву можно назвать одним из самых любопытных объектов во всей Солнечной системе. Это пятый по величине спутник и крупнейший по отношению к массе своей планеты. Скорее всего, Луна возникла в результате столкновения Земли вскоре после ее формирования с телом размерами с Марс. После того как Луна принялась двигаться по орбите вокруг Земли, она постепенно отдалилась от нашей планеты, а период ее вращения вокруг собственной оси синхронизировался с периодом обращения вокруг Земли, то есть она всегда повернута к ней одной стороной. Самый заметный пример воздействия Луны на Землю — это приливная сила, которая заставляет Землю вытягиваться по направлению к Луне. Согласно закону всемирного тяготения Луна притягивает к себе сильнее самый близкий к себе участок Земли, и в результате этого взаимодействия образуются приливные волны в океане. За пределами низкой околоземной орбиты побывал только 21 человек, и все в рамках лунной программы «Аполлон» в 1969—1972 годах.

### ПОХОЖАЯ ТЕМА

ЗЕМЛЯ  
страница 18

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

**НИЛ АРМСТРОНГ**  
**1930–2012**  
Астронавт НАСА, первый человек, побывавший на Луне

**ЭДВИН ЮДЖИН (БАЗЗ) ОЛДРИН**  
**1930**  
Астронавт НАСА, второй человек, побывавший на Луне

### АВТОР СТАТЬИ

Франсуа Фрессен

**Базз Олдрин, пилот лунного модуля корабля «Аполлон-11» и второй человек, ступивший на поверхность Луны, описал ее ландшафт как «великолепное запустение».**







# МАРС

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Марс — самая похожая на Землю из всех планет Солнечной системы; на ней есть полярные шапки, пустынные равнины, горные хребты и вулканы.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

У Марса слабое магнитное поле, но в прошлом оно было сильнее, что подтверждается остаточным магнетизмом древних горных пород. Магнитное поле планеты возникает в результате циркуляции ее жидкого ядра. Некая глобальная катастрофа в прошлом привела к высыханию поверхности Марса. Началась она с потери магнитного поля после чего солнечный ветер стал проникать в атмосферу Марса и разрушать ее.

Марс — следующая за Землей планета, если считать от Солнца, год на которой длится 687 земных дней; период ее обращения вокруг оси немногим превышает 24 часа. Марс меньше Земли, и его диаметр составляет 6792 километра, но он может похвастаться самой крупной горой во всей Солнечной системе — вулканом Олимп высотой 22 километра. Кроме того, на этой планете расположена и гигантская система каньонов Долины Маринер, которые в десять раз больше Гранд-каньона в Аризоне. На полюсах Марса расположены шапки из водяного льда и сухого льда, которые то увеличиваются, то уменьшаются в зависимости от сезона. Во время холодных ночей на поверхности выступает иней, тающий при наступлении дня. Атмосфера Марса сильно разрежена, но у ее поверхности часто дуют пылевые бури, охватывающие иногда всю планету. В некоторых метеоритных кратерах встречаются следы озер, есть здесь и намывные равнины, образованные скоплением гальки и обточенных водой булыжников, которые могли принести воды разливающихся рек. Физические условия на Марсе довольно суровы, но некоторые исследователи предполагают, что на отдельных участках планеты могли сохраниться остатки внеземной жизни, нашедшие свою экологическую нишу.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР  
страница 38

ИНОПЛАНЕТЯНЕ  
страница 138

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ПЕРСИВАЛЬ ЛОУЭЛЛ  
1855–1916

Американский астроном, основатель Обсерватории Лоуэлла (Флагстафф, штат Аризона) для изучения Марса

АВТОР СТАТЬИ  
Пол Мердин

**Марсоход «Соджорнер» (массой 11 кг), который исследовал поверхность Марса в 1997 году, кажется карликом по сравнению с марсоходом «Кьюриосити» (массой в 1 тонну), опустившимся на планету в 2012 году.**



# ЮПИТЕР

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Юпитер — самая большая планета Солнечной системы; это типичный газовый гигант с очень большой и плотной атмосферой.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

У Юпитера более 60 естественных спутников. Четыре самых крупных — Ганимед, Каллисто, Ио и Европа — открыл в 1610 году Галилео Галилей, и именно их движение вокруг гигантской планеты убедило его в том, что в центре нашей планетной системы находится Солнце, а вовсе не Земля. Эти четыре спутника по размерам похожи на нашу Луну, но остальные гораздо меньше и имеют неправильную форму.

### Юпитер расположен

в пять раз дальше от Солнца, чем Земля, и, чтобы совершить полный оборот по своей орбите, ему требуется 11,86 земных лет. Масса Юпитера более чем в два раза превышает массу остальных планет Солнечной системы, вместе взятых. Несмотря на то что Юпитер по объему в 1300 раз больше Земли, он совершает один оборот вокруг своей оси менее чем за 10 часов, отчего становится слегка сплюснутым у полюсов. Юпитер — не плотное тело; он состоит из самых легких элементов во Вселенной, преимущественно из водорода и гелия. «Поверхность» Юпитера, наблюдаемая в телескопы, на самом деле представляет собой вершины облаков в верхних слоях его атмосферы; чем глубже, тем более газ сжимается под давлением предыдущих слоев, и его температура и плотность увеличиваются, пока на самой глубине не образуются моря жидкого водорода, окружающие каменистое ядро, масса которого в десять раз превышает массу Земли. Благодаря энергии Солнца и внутреннему теплу атмосфера Юпитера находится в постоянном движении, и огромные вихри складываются в разноцветные полосы, опоясывающие всю планету параллельно экватору.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ГАЛИЛЕО  
страница 26

САТУРН  
страница 28

УРАН И НЕПТУН  
страница 30

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

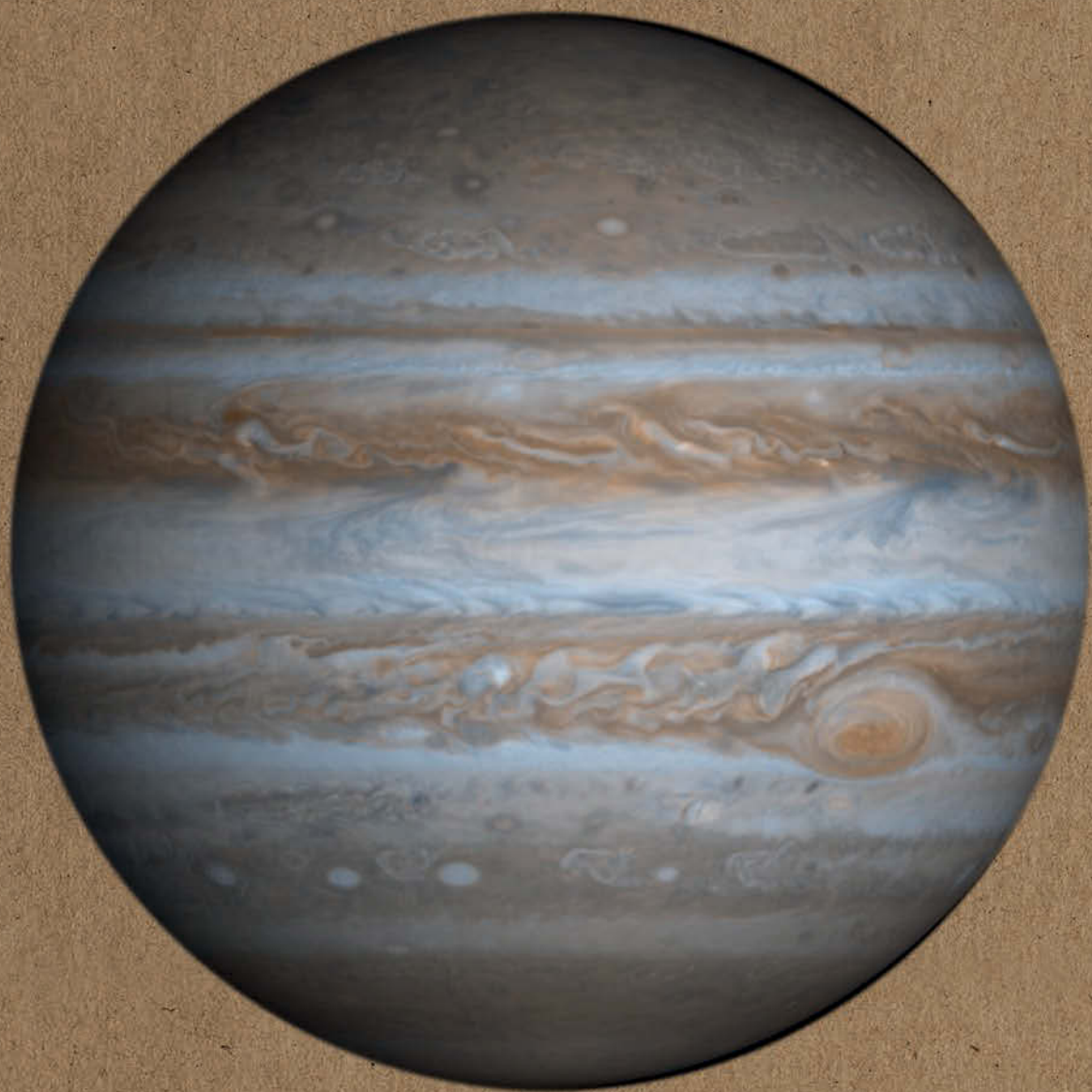
ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ  
1564–1642  
Итальянский астроном

### АВТОР СТАТЬИ

Кэролин Кроуфорд

**По сравнению с Юпитером, диаметр которого равен 142 700 километрам на экваторе, Земля кажется настоящим карликом.**







15 февраля 1564 года  
Родился в Пизе

1581  
Изучает медицину  
в Падуанском  
университете

1586  
Изобретает  
гидростатические весы

ок. 1592  
Изобретает термоскоп

1592–1610  
Преподает матема-  
тику, механику  
и астрономию  
в Падуанском  
университете

1610  
Публикует трактат  
«Звездный вестник»  
(*Sidereus Nuncius*),  
в котором описывает  
свои астрономические  
наблюдения

1612  
Наблюдает Нептун,  
но не приходит  
к выводу, что это  
планета

1616  
Первые рассуждения  
о природе приливов  
в «Диалоге о морском

приливе и отливе»  
(*Discorso del Flusso e  
Reflusso del Mare*)

1616  
Наблюдает кольца  
Сатурна

1616  
Защищает  
гелиоцентрическую  
модель мира перед  
римской инквизицией

1617  
Наблюдает двойную  
звезду Мицар  
в созвездии Большой  
Медведицы

1623  
Публикует книгу  
«Пробирных дел  
мастер» (*Il Saggiatore*)

1632  
Публикует «Диалог  
о двух главнейших  
системах мира»  
(*Discorso dei due  
Massimi Sistemi del  
Mondo*), в котором  
защищает  
гелиоцентрические  
теории

1633  
Римская инквизиция  
объявляет Галилео  
виновным в ереси; его  
закljučают под  
домашний арест

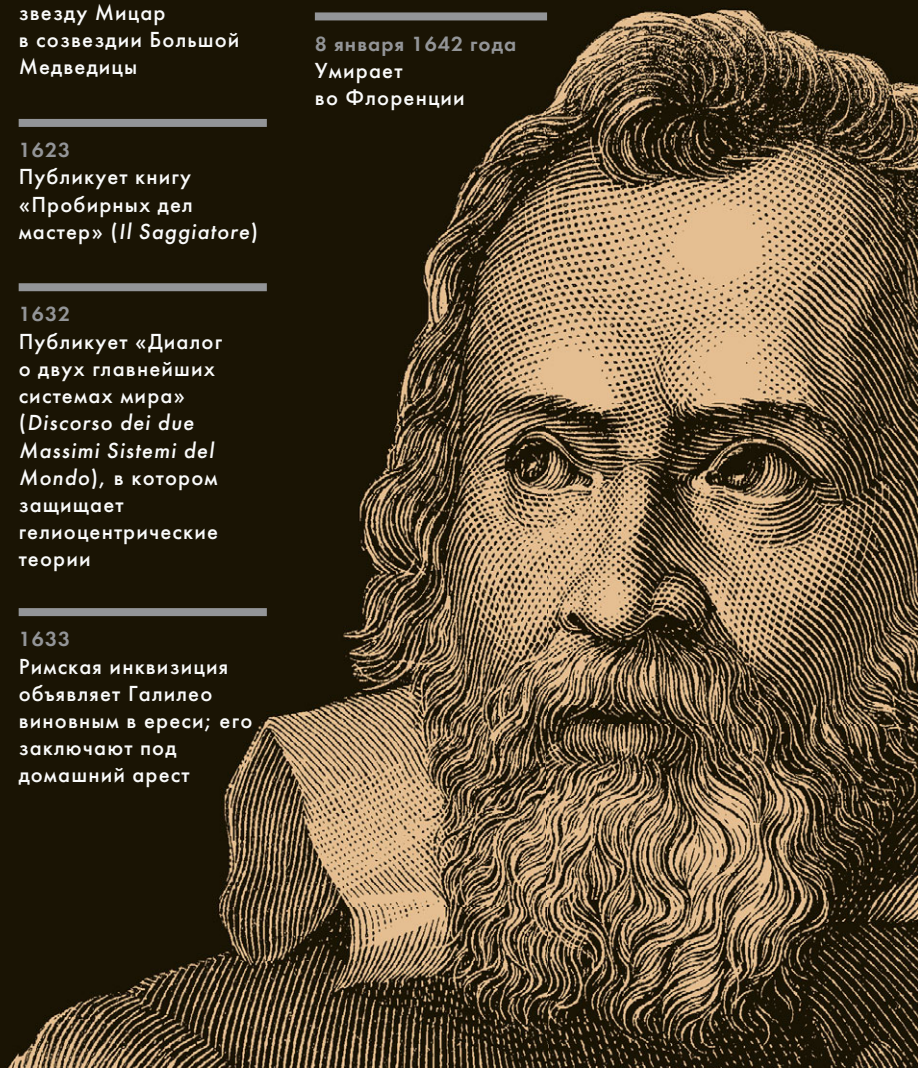
1634–38  
Пишет «Беседы  
и математические  
доказательства двух  
новых наук» (*Discorsi  
e Dimostrazioni  
Matematiche, intorno a  
due Nuove Scienze*),  
в которых излагает  
основы сопротивления  
материалов  
и кинематики

1638  
Полностью теряет  
зрение

8 января 1642 года  
Умирает  
во Флоренции

1718  
Отменен запрет  
на публикацию  
сочинений Галилео

1835  
Труды Галилео удалены  
из списка книг,  
запрещенных  
католической церковью



# ГАЛИЛЕО

**Математик, астроном, физик, художник, музыкант, преподаватель, врач, изобретатель и писатель, Галилео Галилей** поистине достоин звания последнего настоящего человека эпохи Возрождения. Родившись и получив воспитание в семье музыканта (и став неплохим музыкантом), Галилео отправился изучать медицину в Пизу, но вскоре заинтересовался математикой и физикой, от которых его иногда отвлекали занятия живописью и рисунком. На протяжении всей своей жизни ему приходилось решать финансовые вопросы, чтобы содержать свою семью, и он постоянно что-то изобретал с целью заработать деньги. Среди его изобретений — термоскоп (предшественник термометра) и военный компас.

Галилео Галилей был одним из самых главных действующих лиц научной революции семнадцатого века, и Альберт Эйнштейн не случайно назвал его отцом современной науки. Ему принадлежит ряд открытий в физике — в частности, описание движения падающих тел, — но больше всего он прославился как астроном и составитель карты Луны. Он усовершенствовал телескоп, изобретенный голландским мастером Иоанном Липперсгеем (1570–1619), с помощью которого наблюдал за фазами Венеры, открыл и описал четыре спутника Юпитера, обнаружил пятна на Солнце и установил, что Млечный Путь состоит

из множества отдельных звезд. Первые наблюдения, сделанные при помощи телескопа, описаны в его трактате «Звездный вестник» (1610).

Галилео последовательно поддерживал гелиоцентрическую теорию Коперника, согласно которой Земля, Луна и другие планеты вращаются вокруг Солнца; после того как в 1616 году римская инквизиция постановила, что гелиоцентрическая система невозможна, Галилео использовал свои открытия и наблюдения для доказательства этой теории. Галилео советовали соблюдать осторожность, но он обладал вспыльчивым нравом и ставил под сомнение все авторитеты. В 1623 году он опубликовал сочинение «Пробирных дел мастер», в котором защищал экспериментальный метод (в настоящее время эта книга считается его научным манифестом). В 1632 году он опубликовал «Диалог о двух главнейших системах мира», который некоторые его критики восприняли как оскорбление папы Урбана VIII, становившегося со временем все более деспотичным и подозрительным. В результате на ученого обрушился гнев самого главы католической церкви. После ареста и разбирательства инквизиция объявила Галилео «сильно заподозренным в ереси»; под страхом пыток и казни ему пришлось отречься от своего учения. Его поместили под домашний арест до конца жизни, а его работы внесли в «Индекс запрещенных книг».

# САТУРН

## Астрономия за 30 секунд

### Сатурн, газовый гигант

и вторая по величине планета Солнечной системы, по своему объему превышает Землю в 700 раз, но его масса больше земной только в 95 раз. Плотность его наименьшая среди всех планет — меньше даже плотности воды на Земле. Его толстая атмосфера состоит из огромного количества водорода и гелия вокруг каменистого ядра; благодаря вращению Сатурн приплюснут с полюсов, и на уровне экватора его диаметр примерно на десять процентов больше, чем у полюсов. Разница в наблюдаемом вращении планеты заставляет предположить, что на полюсах Сатурна сутки длятся на 25 минут дольше, чем на экваторе. У Сатурна более 60 спутников, от крохотных скалистых тел размером менее километра до гигантского Титана с диаметром в 5150 километров (это больше, чем диаметр Меркурия). Титан во многом похож на Землю: у него есть слоистая атмосфера, и это единственное, помимо Земли, тело в Солнечной системе, для которого доказано постоянное существование жидкости на поверхности. Орбиты некоторых более мелких спутников Сатурна, таких как Феба, заставляют предположить, что изначально они были астероидами, захваченными гравитационным полем Сатурна.

#### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Сатурн — самая дальняя планета из известных человечеству с древних времен. В наши дни он прославился своими кольцами и многочисленными спутниками.

#### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Кольца Сатурна состоят из обломков льда и камней, остатков бывших спутников, разрушенных его гравитационным полем около 100 миллионов лет назад. Они расположены примерно в 6400—120 700 километрах над экватором Сатурна, но при этом их толщина составляет всего лишь 100 метров. По мере движения Сатурна по орбите вокруг Солнца (полный цикл занимает 29,5 земных лет) их расположение меняется.

#### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЮПИТЕР  
страница 24

АСТЕРОИДЫ  
страница 42

#### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ДЖОВАННИ КАССИНИ  
1625-1712

Французский и итальянский астроном, открывший четыре спутника Сатурна

ХРИСТИАН ГЮЙГЕНС  
1629-95

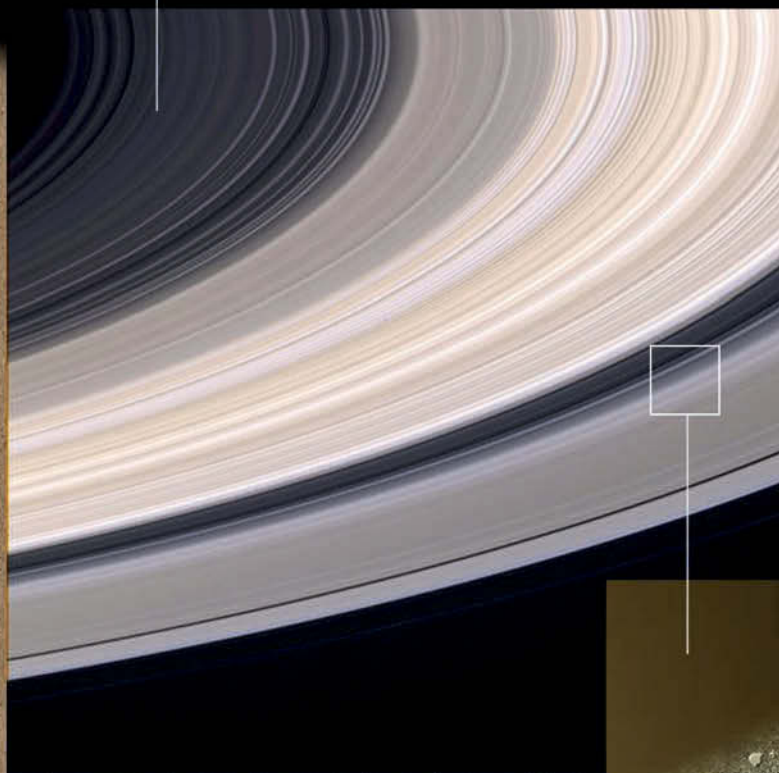
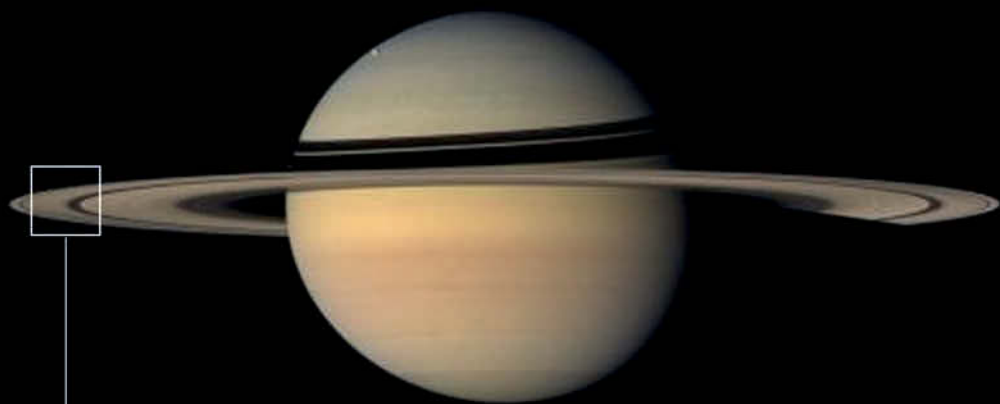
Нидерландский астроном, открывший Титан

#### АВТОР СТАТЬИ

Кэролин Кроуфорд

**Кольца Сатурна не сплошные, они состоят из триллионов каменных и ледяных обломков, вращающихся по орбите вокруг планеты. Размеры этих частиц варьируют от размеров песчинки до размеров небольшого валуна.**







# УРАН И НЕПТУН

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Уран и Нептун — самые удаленные газовые гиганты нашей Солнечной системы, и диаметр каждого примерно в четыре раза превышает диаметр Земли.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Уран и Нептун — единственные планеты, открытые уже в Новое время, после изобретения телескопа. Уран случайно открыл в 1781 году Уильям Гершель; на основании наблюдаемых аномалий движения Урана относительно Солнца астрономы сделали вывод, что на него оказывает влияние гравитационное поле другой планеты. Ее местонахождение предсказали Джон Кух Адамс и Убен Леверье, на основании расчетов которых Иоганн Галле в 1846 году и открыл новую планету, названную Нептуном.

Орбиты Урана и Нептуна, самых дальних планет Солнечной системы, находятся от Солнца на расстоянии, превышающем расстояние от него до Земли в 19 и в 30 раз соответственно. Обе эти планеты очень холодные, и средняя температура их облачных атмосфер составляет  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Год на Уране длится 84 земных года, а на Нептуне — 165 лет. Обе планеты посетил только один космический зонд «Вояджер-2», пролетевший мимо Урана в 1986 году и мимо Нептуна в 1989 году. У обеих планет есть небольшие кольца и некоторое количество спутников. Их плотная атмосфера состоит преимущественно из водорода и гелия, которые окружают большое ядро из камня и льда. Кроме того, содержащиеся в атмосферах углеводороды, такие как аммиак и метан, изменяют цвет отражаемого солнечного света и придают им характерные зеленоватый и синеватый оттенки. Внутреннее тепло Нептуна приводит к возникновению самых сильных в Солнечной системе ветров, скорость которых доходит до 2000 км/ч. Ось вращения Урана сильно наклонена, и он вращается «лежа на боку». Скорее всего, причиной этому послужило столкновение с другой протопланетой вскоре после его образования.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЮПИТЕР  
страница 24

САТУРН  
страница 28

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ УИЛЬЯМ ГЕРШЕЛЬ 1738–1822

Британский астроном немецкого происхождения, открывший Уран

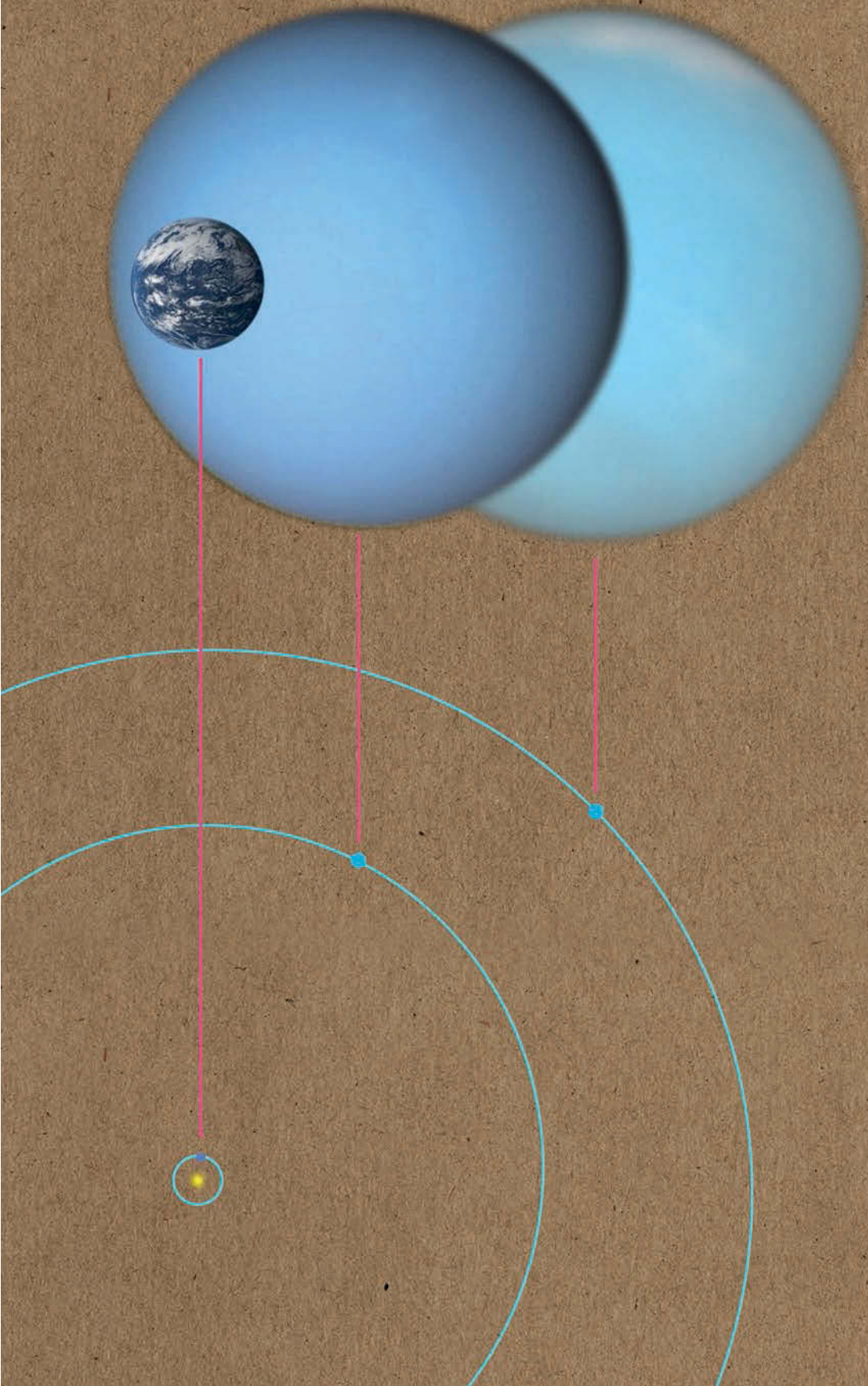
УБЕН ЛЕВЕРЬЕ  
1811–77  
Французский математик и астроном

ИОГАНН ГОТФРИД ГАЛЛЕ  
1812–1910  
Немецкий астроном, открывший Нептун

ДЖОН КУХ АДАМС  
1819–92  
Британский математик и астроном

АВТОР СТАТЬИ  
Кэролин Кроуфорд

**Уран и Нептун — самые дальние планеты-гиганты нашей Солнечной системы.**





# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА





## СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА ГЛОССАРИЙ

**Астрономическая единица (а.е.)** — единица измерения, равная расстоянию от Солнца до Земли, то есть примерно 150 миллионам километров. Например, пояс Койпера, в котором находятся карликовые планеты, расположен в 30–55 а. е. от Солнца, а Облако Оорта, в котором находятся объекты из льда, расположено еще дальше — в 5000–100 000 а. е. от Солнца.

**Звезда** — огромный газовый шар большой массы, вещество в котором удерживается гравитационным полем. Благодаря термоядерным процессам звезды излучают тепло и свет.

**Зона конвекции** — область Солнца между зоной лучистого переноса (расположенной ближе к ядру) и солнечной фотосферой, в которой происходит перенос энергии благодаря конвекции. Более горячее вещество поднимается из нижних слоев и переносит энергию, а затем охлаждается и погружается обратно; охлажденное вещество на глубине снова разогревается и поднимается — так процесс повторяется снова и снова.

**Кома** — облако из пыли и газа, окружающее ядро кометы. Ядро кометы состоит из льда и каменных частиц, которые американский астроном Фред Уиппл описал как смесь льда или «грязный снежок». При приближении к Солнцу комета нагревается, и часть льда с пылью испаряется, образуя кому.

**Комета Галлея** — комета, носящая официальное название 1P/Halley, названа по имени английского астронома Эдмонда Галлея, который в 1705 году верно рассчитал, что одна и та же комета появлялась в 1531, 1607 и в 1682 годах и что она должна вернуться в 1758 году. Комета Галлея — самая яркая из короткопериодических комет, видимая невооруженным глазом и возвращающаяся к Солнцу каждые 75–76 лет. Она известна по меньшей мере с 240 года до нашей эры. В последний раз ее можно было наблюдать в 1986 году, а в следующий раз она появится на небе в 2061 году.

**Короткопериодические кометы** — кометы с периодом обращения вокруг Солнца менее 200 лет.

**Облако Оорта** — сферическое облако во внешней области Солнечной системы, находящееся гораздо дальше пояса Койпера и содержащее до двух триллионов ледяных тел. Периферийные части облака Оорта соответствуют границе области доминирования гравитационного притяжения Солнца, то есть, иными словами, могут служить границей Солнечной системы. Многие астрономы полагают, что в облаке Оорта зарождаются большинство комет.

**Период обращения** — время, в течение которого какое-либо тело совершает полный оборот относительно другого тела. Для Земли период обращения вокруг Солнца равен одному году, или 365,256363 дням.

**Персеиды** — метеорный поток, ежегодно появляющийся с 23 июля по 20 августа со стороны созвездия Персея, благодаря которому и получил свое название. Представляет собой скопление пыли и обломков, оставленных кометой Свифта-Туттля.

**Пояс Койпера** — область Солнечной системы в виде тора, расположенная в нескольких миллиардах километров от Солнца и состоящая из небольших тел и карликовых планет, включая Плутон. Поскольку их орбиты находятся за орбитой Нептуна, они называются «транснептуновыми объектами».

**Протопланетный диск** — вращающийся диск газа и пыли, окружающий недавно сформировавшуюся звезду. Из газа и пыли со временем образуются планеты.

**Солнечная корона** — внешние слои атмосферы Солнца, обычно незаметные, поскольку их яркость в миллионы раз меньше яркости видимой фотосферы Солнца. Корону можно наблюдать во время полного солнечного затмения, когда яркий солнечный диск загораживает Луна, или при помощи прибора коронографа, который блокирует свет солнечного диска и позволяет изучать солнечную атмосферу.

**Солнечная фотосфера** — видимый внешний слой Солнца, шириной всего примерно в 100 километров. На фотосфере можно наблюдать солнечные пятна, факелы (яркие поля) и гранулы (зернистые структуры).

**Солнечные пятна** — темные области в фотосфере Солнца, образующиеся в результате подавления конвективных движений магнитным полем; в области пятен температура частично понижается.

**Термоядерная реакция (термоядерный синтез)** — слияние (объединение) двух атомных ядер, образующих более тяжелое ядро, в ходе которого высвобождается большое количество энергии.

# СОЛНЦЕ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Наше Солнце — это термоядерная печь, выдающая 100 триллионов тераватт энергии.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Солнце — это такая же звезда, как и 100 000 000 000 звезд нашей галактики. Но поскольку оно расположено гораздо ближе к нам, мы можем изучить его лучше любой другой звезды. Ученые, занимающиеся гелиосейсмологией, по колебаниям на поверхности Солнца определяют его внутреннее строение и состав. С помощью подземных детекторов они могут даже наблюдать слабо взаимодействующие частицы, такие как нейтрино, являющиеся продуктом ядерных реакций, происходящих в центре Солнца.

Очень высокая температура и невероятное давление в глубинах Солнца заставляют атомы водорода сталкиваться между собой, в результате чего образуются ядра гелия, а часть атомной массы преобразуется в энергию. Это заставляет вещество устремляться наружу, сквозь зону конвекции и вырываться в виде своеобразных «пузырей» и «хвостов» — протуберанцев, представляющих собой вытянутые потоки ионизированного газа (плазмы). Преодолев 700 000 километров от центра Солнца до его поверхности (расстояние в 100 раз большее, чем расстояние от центра Земли до ее поверхности), энергия излучается в виде яркого белого света фотосферы (внешнего видимого слоя Солнца) и уходит в космическое пространство. До Земли доходит лишь одна миллиардная часть энергии Солнца, но этого достаточно, чтобы согреть нашу планету и поддерживать на ней жизнь. Фотосфера — самый холодный слой Солнца, но даже при температуре 5500 °С на его поверхности испаряется любое твердое вещество. Фотосферу пронизывают мощные магнитные поля, образующиеся в результате перемещений плазмы в зоне конвекции и оставляющие темные пятна на поверхности Солнца.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**ЗЕМЛЯ**  
страница 18

**СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР**  
страница 38

**ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД**  
страница 54

**СПЕКТР СВЕТА**  
страница 122

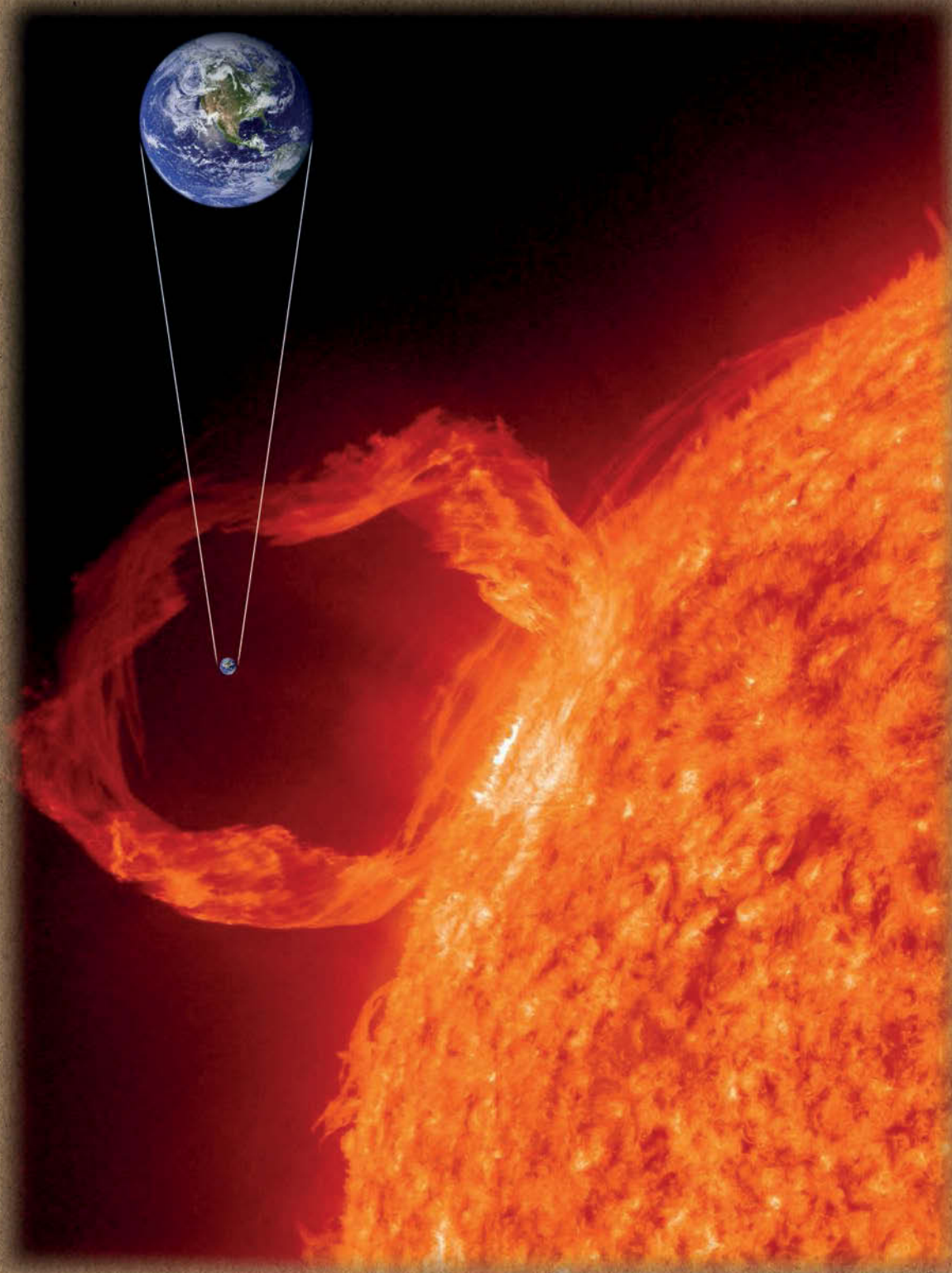
### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

**ДЖОЗЕФ НОРМАН ЛОКЬЕР**  
**1836–1920**  
Английский ученый  
и астроном

**АВТОР СТАТЬИ**  
Закори К. Берта

**На иллюстрации показаны относительные размеры Солнца и Земли (но не расстояние между ними). Внутри Солнца мог бы поместиться миллион таких планет, как Земля.**





# СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Кроме света Солнце испускает также солнечный ветер — заряженные частицы, двигающиеся со сверхзвуковой скоростью, которые постоянно атакуют магнитное поле Земли.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

В 1859 году астроном Ричард Каррингтон наблюдал яркую вспышку на поверхности Солнца. Благодаря этой вспышке возник особо сильный порыв солнечного ветра, достигшего Земли через день. Разноцветное сияние в атмосфере было таким сильным, что ночью можно было читать газеты без света, а телеграфные операторы поражались электрическим разрядам, срывавшимся с их пальцев во время работы.

Над солнечной фотосферой расположен разряженный слой еще более горячей плазмы, называемый короной.

Ученые пока точно не установили, благодаря чему здесь поддерживается высокая температура, но, вероятно, в этом задействованы магнитные или акустические волны, сталкивающиеся над поверхностью Солнца. Эта корона в час испускает в космическое пространство миллиарды тонн заряженных частиц (электронов, протонов и более тяжелых ионов), и так возникает «солнечный ветер», перемещающийся со скоростью в несколько миллионов километров в час. Во время повышенной активности происходят выбросы с повышенным содержанием этих частиц, которые достигают Земли через несколько дней. К счастью, магнитное поле Земли защищает нас от опасного ветра, отклоняя его и не давая ему уничтожить наши спутники или даже биосферу планеты.

Отклоненные заряженные частицы солнечного ветра устремляются по спирали к магнитным полюсам Земли, где благодаря их взаимодействию с атмосферой возникает полярное сияние, переливающееся различными цветами. Также солнечный ветер определяет форму хвостов у многих комет.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СОЛНЦЕ  
страница 36

КОМЕТЫ  
страница 46

БИОГРАФИИ  
ЗА 3 СЕКУНДЫ  
РИЧАРД КАРРИНГТОН  
1826–75

Английский астроном

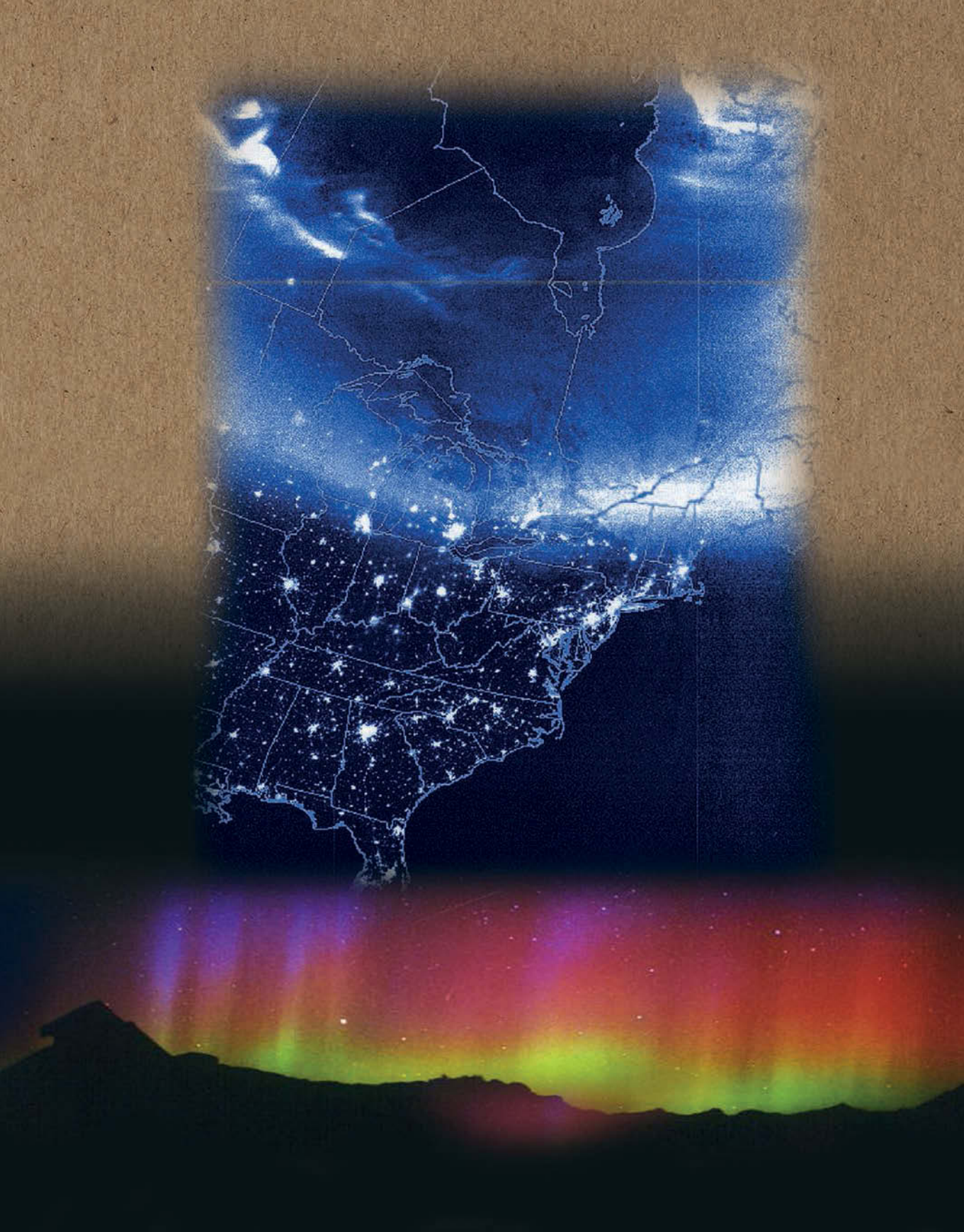
КРИСТИАН БИРКЕЛАНД  
1867–1917

Норвежский ученый,  
объяснивший природу  
полярного сияния

АВТОР СТАТЬИ  
Закори К. Берта

**Заряженные частицы солнечного ветра, взаимодействующие с магнитным полем Земли в атмосфере, порождают прекрасные сияния, которые чаще можно наблюдать в северном или южном полярных регионах.**







# ЭРИДА, ПЛУТОН И КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Карликовые планеты можно назвать «подростками», не доросшими до настоящих «взрослых» планет и оказывающими особое влияние на окружающее пространство.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Планеты образовались под действием гравитации, по мере того как образующий их материал сжимался и уплотнялся. Это верно как в отношении больших планет, так и карликовых планет диаметром примерно более 560 километров, в зависимости от состава и вращения. Большие планеты, кроме того, расчистили свое окружение, поглотив менее крупные объекты или вытеснив их за пределы своего гравитационного поля. Карликовые же планеты не доминируют на своей орбите.

### За большими планетами

находится зона малых планет, которые называют «транснептуновыми объектами». Они обращаются вокруг Солнца по орбитам, располагающимся в так называемом поясе Койпера. Этот пояс представляет собой совокупность различных обломков, вытесненных из внутренней области Солнечной системы гравитационными полями Юпитера и Сатурна на ранней стадии ее развития. Эрида и Плутон — девятая и десятая по размерам планеты Солнечной системы. Диаметр Эриды — 2325 километров, а Плутона — 2320 километров, то есть они практически одинаковы. Ранее Плутон, открытый в 1930 году, считался девятой планетой. Но в 2005 году была открыта Эрида, что заставило астрономов пересмотреть определение термина «планета». В 2006 году Эрида и Плутон были объявлены «карликовыми планетами», а в 2008 году было введено понятие «плутоид». Церера (крупнейший астероид в основном поясе астероидов между Марсом и Юпитером, открытый в 1801 году) также получила статус «карликовой планеты». С 2002 по 2007 год были открыты еще несколько транснептуновых объектов, объявленных карликовыми планетами.

### ПОХОЖАЯ ТЕМА

АСТЕРОИДЫ  
страница 42

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ ДЖЕРАРД КОЙПЕР 1905–73

Нидерландский и американский астроном, исследовавший планеты

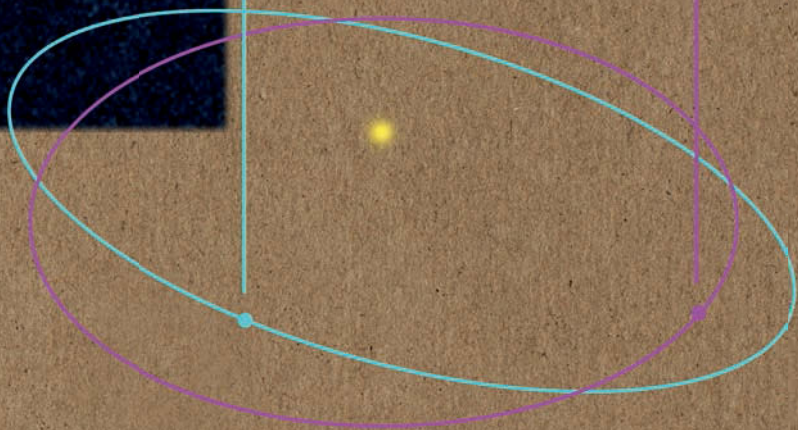
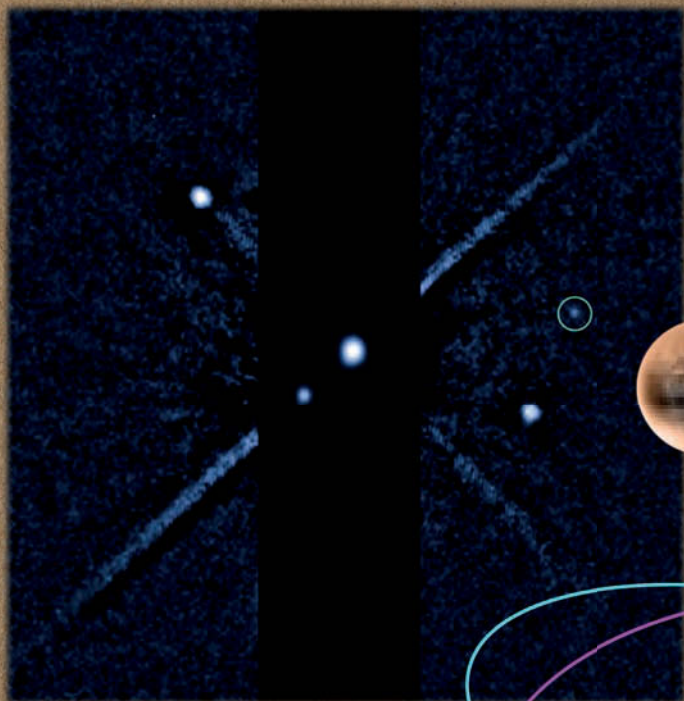
### КЛАЙД ТОМБО 1906–97

Американский астроном, открывший Плутон

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

**Плутон со своими четырьмя спутниками перемещается по вытянутой эллиптической орбите с большим наклоном и иногда подходит к Солнцу ближе Нептуна. Эти особенности заставляют предположить, что он когда-то был вытеснен из внутренней области Солнечной системы.**



# АСТЕРОИДЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Астероиды могут многое поведать о том, как образовалась и эволюционировала Солнечная система.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Астероиды, орбиты которых проходят в непосредственной близости от Земли, называются «околоземными объектами». Вероятность столкновения с Землей крупного астероида, представляющего риск для жизни на нашей планете, довольно мала, но астрономы тщательно наблюдают за всеми подобными объектами. Центр малых планет Международного астрономического союза собирает данные о всех известных астероидах и вычисляет их орбиты, чтобы можно было предсказать опасность заранее.

В нашей Солнечной системе всего восемь основных планет, но огромное множество более мелких астероидов, и на настоящий момент их открыто несколько сотен тысяч. Эти каменные и металлические обломки бывают самых разных форм и размеров, от мельчайших песчинок до карликовой планеты Цереры диаметром почти в 1000 километров. Астероиды встречаются по всей Солнечной системе, как внутри орбиты Меркурия, так и за орбитой Нептуна, но там, где действуют гравитационные силы крупных планет, они существуют недолго и либо сталкиваются с планетами, либо выталкиваются со своей орбиты. Чаще всего астероиды встречаются в главном поясе астероидов, начинающемся непосредственно за орбитой Марса. Но из-за большого расстояния между астероидами их столкновения редки даже в этом поясе. За редкими исключениями астероиды остаются неизменными с тех пор, как они образовались из протопланетного диска 4,5 миллиарда лет назад, во время рождения планет. Исследуя их с помощью телескопов или космических станций, а также изучая упавшие на Землю астероиды в виде метеоритов, мы сможем узнать о том, как формировалась Солнечная система.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЭРИДА, ПЛУТОН И КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ  
страница 40

КОМЕТЫ  
страница 46

МЕТЕОРЫ  
страница 48

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ДЖУЗЕППЕ ПИАЦЦИ  
1746–1826

Итальянский астроном, открывший астероид Цереру

ДЭНИЕЛ КИРКВУД  
1814–95

Американский астроном, предсказавший существование «щелей Кирквуда» в поясе астероидов

КИЁЦУГУ ХИРОЯМА  
1874–1943

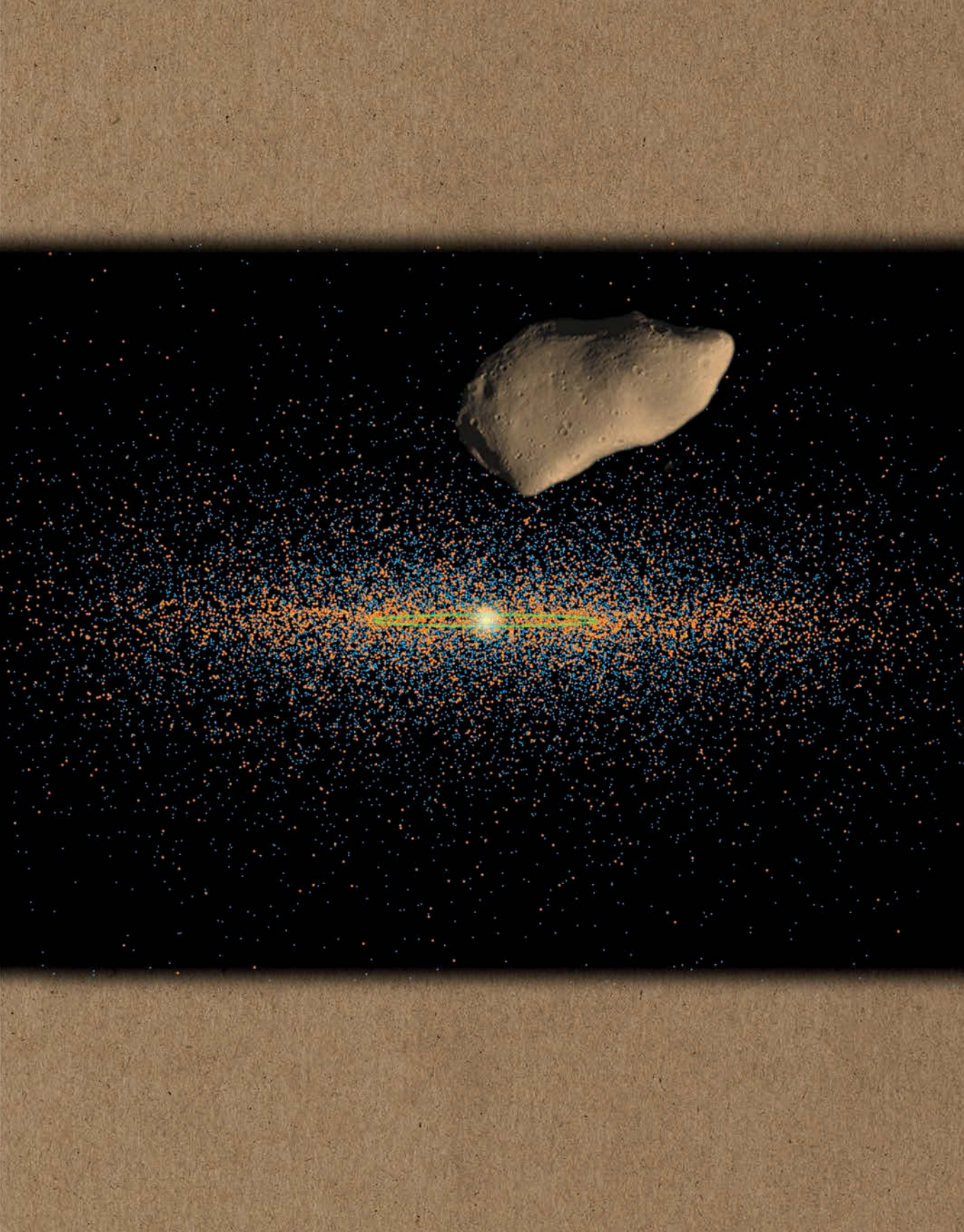
Японский астроном, первым обнаруживший группы астероидов, передвигающихся по почти одинаковым орбитам

### АВТОР СТАТЬИ

Закори К. Берта

**Астероиды кажутся крошечными песчинками по сравнению с разделяющими их огромными расстояниями.**





19 февраля 1473 года  
Родился в Торун  
(Торне) на территории  
современной Польши

1491–95  
Изучает математику,  
астрономию и есте-  
ственные науки в Кра-  
ковском университете

1495  
Избран каноником,  
но посвящение в сан  
было отложено

1496–1501  
Изучает каноническое  
право в Болонском  
университете, стал  
помощником итальян-  
ского астронома  
Доменико Марии де  
Новара

1497  
Формально назначен  
каноником

1501–1503  
Изучает медицину в Па-  
дуанском университете

1503  
Получает степень  
доктора канонического  
права в университете  
Феррары

1503–10  
Служит секретарем  
и врачом при своем  
дяде, епископе Вармии

ок. 1514  
Пишет «Малый  
комментарий», краткое  
изложение гелиоцен-  
трической теории

1512–15  
Наблюдает за Марсом,  
Сатурном и Солнцем

1532  
Почти заканчивает  
свой труд, озаглавлен-  
ный «О вращении  
небесных сфер», но не  
решается его опубли-  
ковать из боязни  
подвергнуться резкой  
критике

1533  
Иоганн Альбрехт  
Видманштеттер,  
читавший лекции  
по теории Коперника,  
выступает перед папой  
Климентом VII;  
Коперника вынуждают  
опубликовать свой  
труд, но он по-  
прежнему сомневается  
в необходимости  
публикации

1539  
Математик Георг  
Иоахим Ретик встреча-  
ется с Коперником  
и становится его  
учеником и секретарем

1540  
Ретик пишет и публикует  
«Первое повествова-  
ние» — изложение  
теории Коперника,  
имевшее большой успех

1542  
Ретик привозит  
рукопись «О вращении  
небесных сфер»  
в Нюрнберг

1543  
Публикуется книга  
«О вращении небесных  
сфер»

24 мая 1543 года  
Умер во Фромборге

1566  
Выходит второе  
издание книги  
«О вращении небесных  
сфер»



# КОПЕРНИК

**Николай Коперник — человек,** перевернувший весь мир с ног на голову (или, по крайней мере, перевернувший наши представления о Солнечной системе), вряд ли по своей природе был убежденным революционером. Он «всего лишь» разработал гелиоцентрическую модель Вселенной, согласно которой центром мироздания должно быть Солнце, а не Земля. Этим предположением рушилась общепризнанная система Птолемея, названная по имени египетского астронома Птолемея Александрийского (ок. 100—170 гг. н. э.), согласно которой Солнце, Луна и другие планеты вращаются вокруг неподвижной Земли. Свою теорию Коперник разрабатывал в течение длительного времени (точно неизвестно, когда именно он занялся ею, но, скорее всего, в 1510 году), основываясь, прежде всего, на математических расчетах движений планет согласно системе Птолемея. Почему планеты не движутся по простым концентрическим орбитам? И почему для объяснения их неравномерного движения нужно вводить условное понятие «эканта»? Задавшись такими вопросами, Коперник принялся распутывать сложную схему, пока не пришел к выводу, что математические расчеты будут верны только в том случае, если в центре всей системы находится Солнце.

Обладая разносторонними талантами и будучи математиком, астрономом, переводчиком, врачом, художником, экономистом, дипломатом и каноником, Коперник, прежде всего, был примерным семьянином с развитым чувством долга. Его обучением руководил Лука Ватценроде, дядя по матери, влиятельный епископ Вармии, решивший, что его племянник, в первую очередь, должен занять пост в церкви. После того как молодой человек закончил обучение в Краковском университете, его избрали каноником во Фромборге на севере Польши, где он и жил до самой смерти, хотя перед этим побывал в Падуе, Болонье и Ферраре, в университетах которых он также обучался.

Коперник написал три труда по астрономии: «Малый комментарий» — изложение на сорока страницах его гелиоцентрической гипотезы, составленное до 1514 года и получившее распространение среди друзей и знакомых; «Послание против Вернера» (1524) — критический анализ работы математика Иоганна Вернера; и свой великий труд «О вращении небесных сфер», опубликованный в 1543 году. Согласно легенде, Коперник находился на смертном одре, когда прибыла первая печатная копия книги, которую он успел увидеть незадолго до смерти.



# КОМЕТЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Красивые кометы — не-регулярные гости на ночном небе, они появляются лишь изредка, и это явление можно сравнить с гастролями артистов.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

На ранних стадиях формирования Земли столкновения с крупными кометами могли приводить к крупным катастрофам, в результате которых Земля лишалась своей атмосферы или своих океанов. Но постепенно атмосфера и океаны восстанавливались, причем не только благодаря выделению из мантии легких соединений, но и, как считают некоторые ученые, благодаря столкновению с кометами с большим содержанием льда.

Далеко от Солнца, в холодной космической темноте, неспешно перемещается ком из льда и камня диаметром несколько километров. Но вот после долгих лет этот «грязный снежок» постепенно ускоряется и приближается к Солнцу, тепло которого начинает разогревать его поверхность. Лед испаряется и превращается в газообразную «кому», расширяющуюся на тысячи километров.

В таком виде это уже активная комета, испускающая все больше частиц вещества по мере приближения к Солнцу. За комой на миллионы километров тянутся два хвоста: изогнутый желтоватый, состоящий из освещенных Солнцем частиц пыли, сдутой с ядра; и прямой голубоватый, направленный от Солнца и состоящий из плазмы, попавшей в намагниченный солнечный ветер. В кометы могут превращаться любые замерзшие тела, будь то редкие пришельцы из облака Оорта, некоторые из которых приближались к Земле лишь один раз за всю историю человечества, или более частые посетители из пояса Койпера, такие как комета Галлея, возвращающаяся каждые 75—76 лет. Тела, движущиеся по коротким вытянутым орбитам, могут превращаться в неактивные астероиды после того, как солнечный ветер сдует с них все летучие вещества.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЭРИДА, ПЛУТОН И КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ  
страница 40

АСТЕРОИДЫ  
страница 42

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ ЭДМОНД ГАЛЛЕЙ 1656–1742

Английский астроном, первым рассчитавший орбиту кометы Галлея

### ЯН ООРТ 1900–92

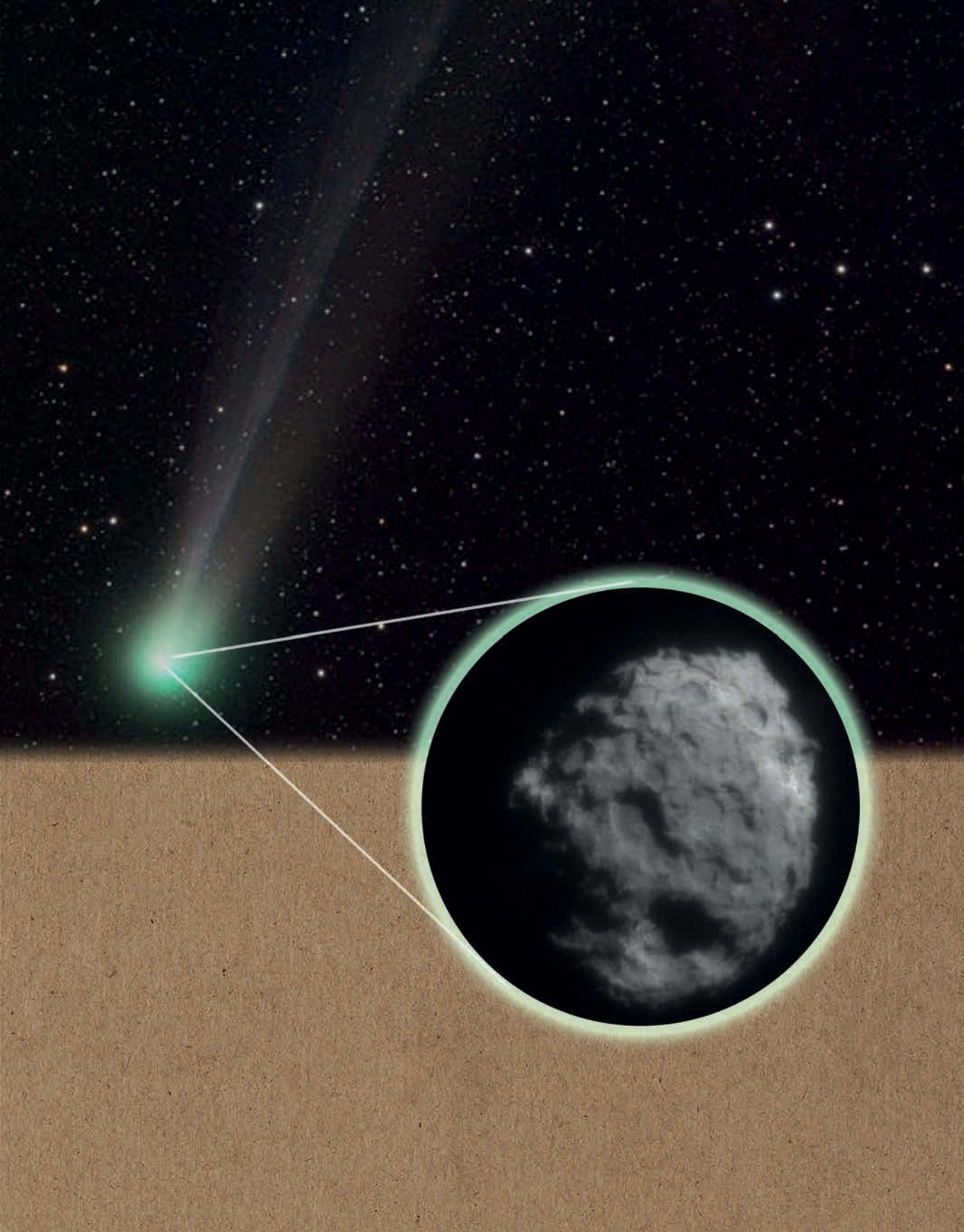
Нидерландский астроном, по имени которого названо облако Оорта

### ФРЕД УИППЛ 1906–2004

Американский астроном, первым предложивший модель ядра комет как смеси льдов и назвавший их «грязными снежками»

### АВТОР СТАТЬИ Закори К. Берта

**Общий размер  
кометы в миллионы  
раз превышает  
размеры ее крохот-  
ного ядра.**



# МЕТЕОРЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Если вам посчастливилось увидеть «падающую звезду», то вы стали свидетелем того, как в земной атмосфере сгорают космические осколки.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Обычно на поверхности Земли находят остатки небесных тел, которые изначально были от 1 до 10 метров в диаметре, и они представляют собой редкие образцы астрономических объектов, которые ученые могут в буквальном смысле потрогать своими руками. Другие астрономические объекты приходится изучать по испускаемому ими или отраженному от них свету; метеориты же можно исследовать при помощи разнообразных приборов и средств.

«Метеороидом» называется любое небольшое небесное тело, которое может столкнуться с Землей, будь то небольшой камешек в хвосте кометы, обломок астероида или даже искусственный космический мусор. Входя в земную атмосферу, обычно на скорости от 10 до 70 км/сек, это тело из-за трения с воздухом загорается, благодаря чему на ночном небе появляется светящийся след, называемый «метеором».

Некоторые тела сгорают, но некоторые долетают до поверхности Земли в виде куска металла или камня, размером меньше изначального метеороида, и тогда их уже называют «метеоритами». Метеоры можно наблюдать в любую ясную ночь, но чаще всего во время ежегодных метеорных потоков, или «звездных дождей» (например, Персеид, которые можно наблюдать в начале августа), когда Земля пересекает скопление метеороидов или частиц, оставленных давно улетевшей кометой. Метеоры во время таких звездных дождей возникают преимущественно из-за частиц диаметром примерно в 1 сантиметр. «Микрометеороиды» (частицы от 10 до 100 микронов в диаметре) встречаются чаще, но из-за своих малых размеров остаются почти незамеченными. Крупные метеориты падают на Землю крайне редко.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЗЕМЛЯ  
страница 18

АСТЕРОИДЫ  
страница 42

КОМЕТЫ  
страница 46

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ЛУИС И УОЛТЕР АЛЬВАРЕСЫ  
1911–88 и 1940

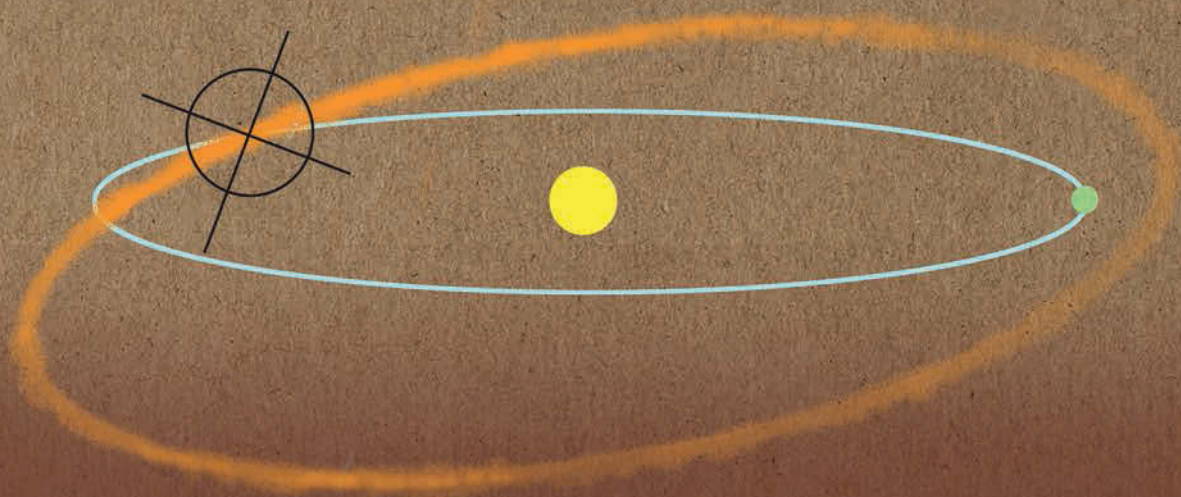
Американские ученые, нашедшие доказательства теории, согласно которой динозавры вымерли в результате столкновения с Землей огромного метеорита

### АВТОР СТАТЬИ


Закори К. Брета

**Когда Земля пересекает вытянутую орбиту оставшихся от комет пылинок и обломков, на ночном небе наблюдаются целые потоки метеоров.**







ЗВЕЗДЫ 

## ЗВЕЗДЫ ГЛОССАРИЙ

**Алголь** — двойная затменная звезда (пара звезд) в созвездии Персея. Каждые 69 часов одна звезда затмевает другую примерно на 10 часов. При этом она загораживает свет, испускаемый другой звездой, а наблюдателю с Земли кажется, что яркость звезд уменьшается. В некоторых странах эту звезду считали воплощением зла, и свое название она получила от арабского слова «ал-голь», что означает «демон». В еврейской традиции ее называют «Головой Сатаны», а древние греки считали, что это мигающий глаз горгоны Медузы, голову которой держит Персей.

**Белый карлик** — очень плотный остаток звезды, возникший после расширения красного гиганта; красный гигант сбрасывает газовую оболочку в виде большой туманности, а его ядро остывает и тускнеет, превращаясь в белый карлик.

**Взрыв новой** — взрыв на белом карлике, который происходит, когда звезда притягивает к себе вещество другой звезды в двойной системе, и благодаря этому начинаются реакции термоядерного синтеза на ее поверхности. Взрыв новой не такой мощный и яркий, как взрыв сверхновой. «Новыми» такой тип звезд прозвали потому, что ранее такие белые карлики были незаметны или почти незаметны на ночном небе, а после взрыва их принимали за только что появившиеся звезды.

**Гамма-всплеск** — вспышка высокочастотного электромагнитного излучения, возникающая обычно при взрыве сверхновой звезды.

**Главная последовательность** — основная последовательность звезд на диаграмме Герцшпрунга — Расселла, на которой звезды распределяются согласно своему цвету и яркости.

**Голубые гиганты** — самые массивные и горячие из известных звезд, испускающие яркий голубой свет; больше всего их обнаружено в тех регионах спиральных галактик, где формируются новые звезды.

**Красный гигант** — большая звезда, более холодная и с меньшей массой, чем голубой гигант.

**Мира** — звезда, видимая в созвездии Кита и также известная как омикрон Кита, красный гигант, находящийся в 200—400 световых годах от Земли. Представляет собой пример пульсирующей переменной звезды. Ее яркость регулярно меняется с периодом в 332 дня.

**Нейтронная звезда** — очень плотная звезда, состоящая в основном из отработанного ядерного топлива после взрыва массивной звезды (вспышки сверхновой) в конце ее жизненного цикла.



**Остаток сверхновой** — образование, оставшееся после взрыва сверхновой, состоящее из вещества взорвавшейся звезды и окружающего межзвездного вещества, захваченного взрывом.

**Планетарная туманность** — облако газа, выброшенного в межзвездное пространство красным гигантом. Этот термин был предложен английским астрономом немецкого происхождения Уильямом Гершелем, который наблюдал данный феномен в 1785 году и решил, что он похож на «газовый гигант» Уран. Астрономы до сих пор называют такие туманности «планетарными», хотя они образуются вокруг умирающей звезды и не связаны с планетами.

**Сверхновая** — взрыв в конце жизненного цикла массивной звезды, когда ее ядро сжимается и превращается в нейтронную звезду или в черную дыру. Особый тип сверхновых, тип Ia, образуется, когда вещество другой звезды в звездной системе перетекает к белому карлику; при достижении критической массы (превышающей массу Солнца в 1,4 раза), белый карлик взрывается.

**Туманность** — облако пыли или газа в межзвездном пространстве.

**Туманность Бабочка** — туманность NGC 6302 в созвездии Скорпиона, расположенная примерно в 3800 световых годах от Земли. Эта планетарная туманность получила свое название по газовым облакам необычной формы, напоминающим крылья бабочки. Облака газа, выброшенного умирающей звездой из двойной системы, подсвечиваются ультрафиолетовым излучением, также испускаемым звездой.

**Туманность Кольцо** — планетарная туманность Messier 57 в созвездии Лира, состоящая из облака ионизированного газа, выброшенного в межзвездное пространство красным гигантом.

**Черная дыра** — область в пространстве, вещество в которой очень сильно сжато; гравитация в ней настолько велика, что ее не может покинуть даже свет. Черные дыры появляются после гибели массивных звезд.

# ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Яркость и цвет поверхности звезды — основные особенности, позволяющие получить представление о ее эволюции.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

В звездах главной последовательности происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий с высвобождением энергии. По мере того как звезда главной последовательности расходует свой водород, вокруг ее ядра образуется оболочка из гелия, который она потом тоже использует в качестве ядерного топлива. Звезда становится больше и ярче, но холоднее и превращается в гиганта или даже в сверхгиганта.

Звезда приобретает характерный цвет, когда в ней преобладает излучение какого-то отдельного участка спектра света. Некоторые испускают больше синего, другие больше красного света — подобно тому, как, например, светится красным цветом раскаленный металл. По цвету звезды можно судить о ее температуре. Самые горячие — голубые звезды (20 000 °C и выше), а самые холодные — красные (3000 °C и менее). Астрономы обозначают спектральный класс звезд семью буквами: O, B, A, F, G, K и M, от горячих к холодным. Кроме этого звезды классифицируют и по их яркости: самые яркие — сверхгиганты, за ними следуют гиганты; самые тусклые — карлики. Солнце принадлежит к среднему классу звезд: карлик G. Примерно в 1910 году астрономы Эйнар Герцшпрунг и Генри Расселл независимо друг от друга составили диаграмму звезд, расположив их по яркости и температуре. Яркость и цвет звезды — это свойства ее поверхности, но по диаграмме Герцшпрунга — Расселла можно судить и о том, что происходит в ее недрах. Большинство звезд расположены на главной последовательности, от очень ярких и горячих голубых до более тусклых и холодных красных. Место звезды на диаграмме зависит и от ее массы.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЗВЕЗДЫ-ГИГАНТЫ  
страница 60

БЕЛЫЕ КАРЛИКИ  
страница 62

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ЭЙНАР ГЕРЦШПРУНГ  
1873–1967

Датский астроном

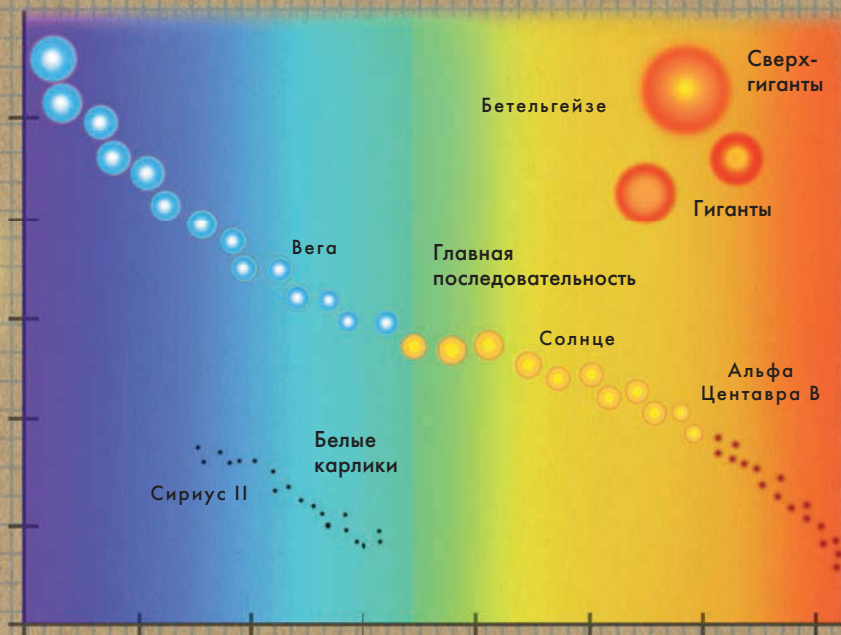
ГЕНРИ РАССЕЛЛ  
1877–1957

Американский астрофизик

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

*Главная последовательность звезд на диаграмме Герцшпрунга — Расселла идет от верхнего левого угла к нижнему правому; белые карлики занимают нижний левый угол, а сверхгиганты — верхний правый.*





# ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

У многих звезд, которые на ночном небе выглядят одиночными, есть более тусклые, неразличимые невооруженным глазом соседки.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Наблюдая за двойными звездами, астрономы могут узнать очень много. Исходя из времени обращения одной звезды вокруг другой, можно рассчитать массы двух звезд, а также определить примерную массу всех похожих на них звезд. Некоторые звезды в двойных системах вращаются вокруг черных дыр, и наблюдение за такими объектами — лучший способ доказать существование черных дыр.

Звезды образуются из массивных газовых облаков, и обычно в облаке бывает достаточно вещества для образования сразу двух звезд. По оценкам астрономов, примерно половина из наблюдаемых нами звезд на самом деле представляют пару звезд, обращающихся по орбитам друг вокруг друга. Если бы планета Юпитер оказалась в 100 раз массивнее, то из нее получилась бы звезда и мы жили бы в двойной звездной системе. Существует много типов двойных звезд, потому что входящие в них звезды могут сильно отличаться, в зависимости от их массы при рождении. Срок существования массивных звезд короче, и они относительно быстро умирают, превращаясь в черные дыры, нейтронные звезды или белые карлики, пока соседняя звезда остается еще «молодой» по звездным меркам. Иногда двойные звезды находятся так близко друг от друга, что одна звезда перетягивает вещество у другой; в других случаях звезды сосуществуют более или менее «мирно». Одна звезда, двигаясь по орбите, может время от времени затмевать другую, и, когда ее соседка появляется, на основании наблюдений астрономы получают данные об этой системе. Одна из наиболее изученных двойных звезд — Алголь.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

КОСМИЧЕСКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
страница 104

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

УИЛЬЯМ ГЕРШЕЛЬ  
1738–1822

Английский астроном немецкого происхождения, предложивший термин «двойная звезда» в 1802 году

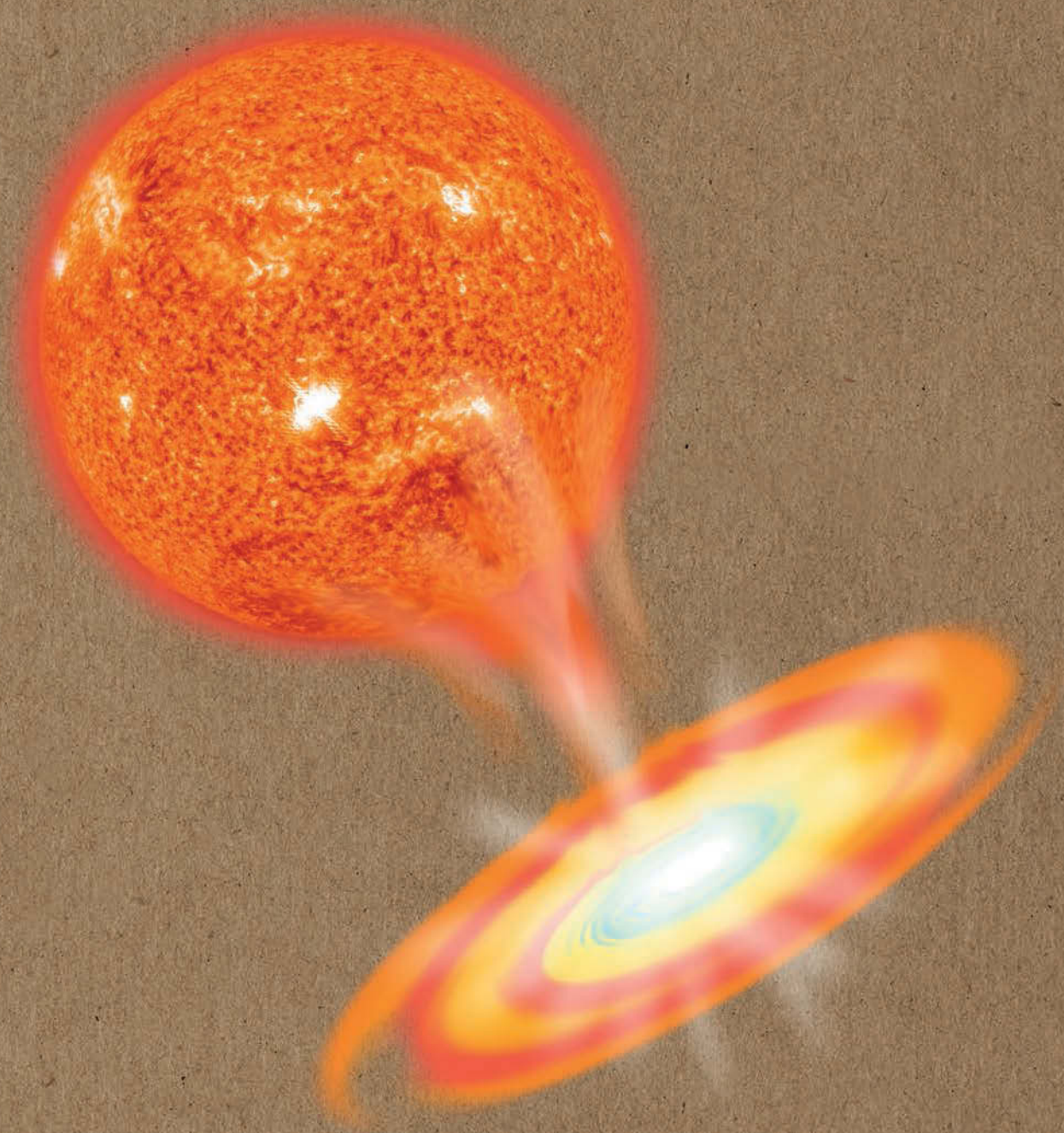
ЭДУАРД РОШ  
1820–83

Французский астроном и математик, рассчитавший воздействие двойных звезд друг на друга

### АВТОР СТАТЬИ

Даррен Бэскилл

**Двойная звездная система в представлении художника: звезды находятся так близко друг от друга, что газ из звезды, подобной Солнцу, перетекает к ее соседу, более мелкому белому карлику.**



# ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Свою яркость меняют большинство звезд. У некоторых изменения едва заметны, у других же яркость может меняться очень сильно.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Изучение переменных звезд — активно развивающаяся область астрономии, вклад в которую вносят как профессионалы, так и любители. Профессионалы тщательно изучают отдельные звезды, тогда как любители прочесывают все небо в поисках звезд с необычным поведением. Заметившие переменную звезду любители обычно связываются с организацией, занимающейся поиском переменных звезд, члены которой сообщают о ней профессионалам.

### Разные переменные звезды

меняют свою яркость по разным причинам и разным образом. Яркость и размер пульсирующих звезд меняются довольно регулярно и предсказуемо. Такие звезды сжимаются из-за гравитации, внешний слой гелия не дает свету выйти изнутри и поглощает этот свет, вследствие чего газ и вся звезда снова начинают расширяться. Когда звезда достигает более крупных размеров, слой гелия становится прозрачным, и энергия излучается в окружающее звезду пространство. От этого звезда охлаждается и сжимается — и так этот цикл повторяется снова и снова. Пример пульсирующей переменной звезды — звезда Мира в созвездии Кита, регулярный цикл которой был открыт в 1638 году. Каждые 332 дня Мира изменяется от яркой звезды, видимой невооруженным глазом, до тусклой, различимой только в телескоп. Катаклизмические переменные звезды меняют свою яркость непредсказуемым образом. К ним относятся карликовые новые, на которые обрушивается поток газа из окружающего звезду диска раз в нескольких недель; новые, на поверхности которых происходят термоядерные взрывы; и сверхновые, в которых взрывается весь белый карлик или вся массивная звезда.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

БЕЛЫЕ КАРЛИКИ  
страница 62

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

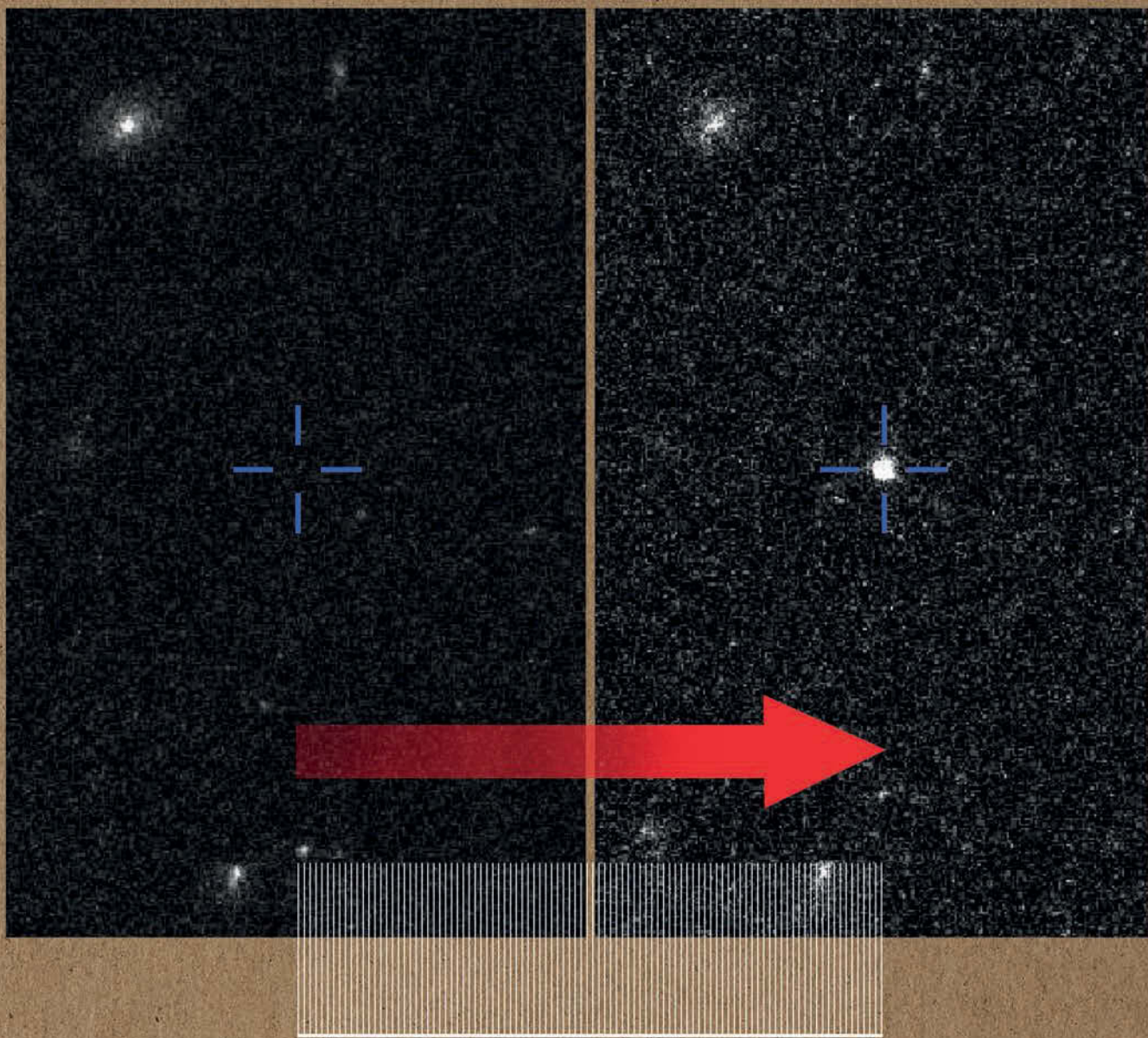
### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ ИОГАНН ХОЛЬВАРДА 1618–51

Фризский астроном, установивший в 1638 году, что Мира — это переменная звезда

АВТОР СТАТЬИ  
Даррен Бэскилл

**Астрономы наблюдают увеличение и уменьшение яркости звезды на протяжении значительных промежутков времени. Так, например, яркость звезды SCP 06F6 постепенно увеличивается на протяжении ста дней, а следующие сто дней уменьшается.**





# ЗВЕЗДЫ-ГИГАНТЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Звезды-гиганты больше Солнца в 10–100 раз и ярче его до 1000 раз.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Еще более яркие и крупные звезды называются сверхгигантами и гипергигантами. В настоящее время самая большая из известных науке звезд — YV Большого Пса, красный гипергигант, радиус которого больше радиуса Солнца примерно в 2000 раз, а яркость больше яркости Солнца в 500 000 раз. Если YV Большого Пса поместить в центр нашей Солнечной системы, то его поверхность была бы за орбитой Юпитера.

Большое разнообразие звезд на диаграмме Герцшпрунга — Расселла свидетельствует о том, что звезды бывают самых разных размеров, цвета, возраста и яркости и часто очень сильно отличаются от нашего Солнца. Самый редкий тип — это гиганты. Голубые гиганты — наиболее горячие и самые массивные звезды. Для преодоления собственной гравитации они вырабатывают огромное количество энергии и потому сгорают очень быстро — срок их жизни длится лишь несколько миллионов лет. Их характерный голубоватый свет преобладает в рассеянных скоплениях звезд вдоль спиральных рукавов галактик. Красные же гиганты — довольно распространенные звезды с меньшей массой, в центре которых почти закончились простые термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Ядро красного гиганта начинает под действием гравитации сжиматься и разогреваться, что приводит к более сложным реакциям. Яркость их увеличивается, а внешние слои расширяются, из-за чего температура поверхности раздувшейся звезды уменьшается и становится красного цвета. В конце концов такая звезда взрывается и превращается в планетарную туманность или сверхновую.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД  
страница 54

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ЭЙНАР ГЕРЦШПРУНГ  
1873–1967

Датский астроном

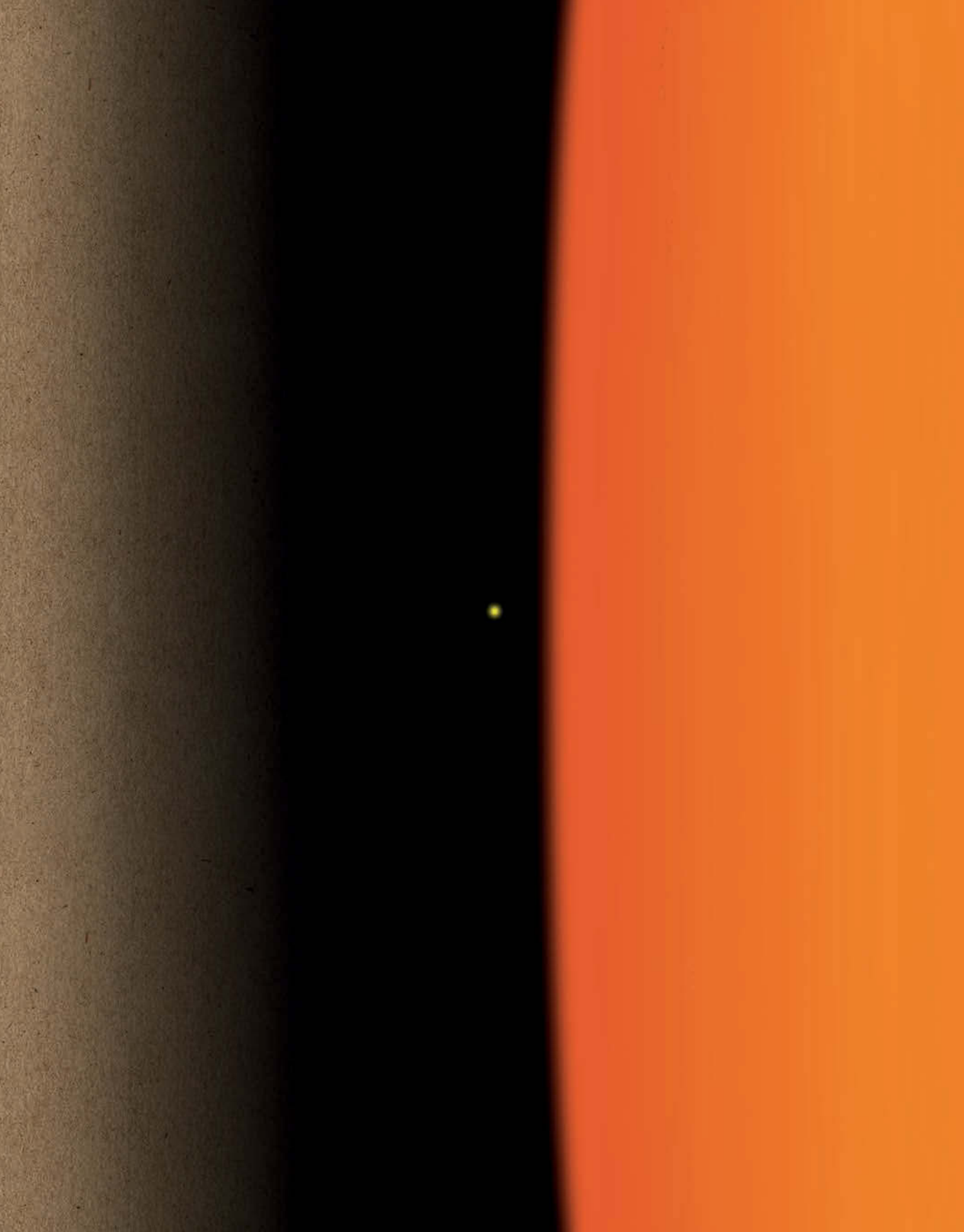
ГЕНРИ РАССЕЛЛ  
1877–1957

Американский астрофизик

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**Термин «звезда-гигант» — вовсе не преувеличение: Бетельгейзе, например, представляет собой про эволюционировавшую звезду с радиусом, превышающим радиус Солнца в 1200 раз.**





# БЕЛЫЕ КАРЛИКИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Белые карлики — это остатки выгоревших звезд; их много, но они тусклые или вообще невидимые, так что обнаружить их трудно.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Необъяснимая особенность теории белых карликов заключается в том, что давление вырожденного электронного газа может поддерживать существование белых карликов только в том случае, если их масса не превышает массу Солнца в 1,4 раза. Если ядро звезды более массивное, то оно коллапсирует и превращается в черную дыру.

Такие маломассивные звезды, как Солнце, в конечном счете становятся гигантами и раздуваются; сила гравитации на поверхности ослабляется, и внешний их слой расширяется, вследствие чего образуется туманность правильной формы с круговой или двухсторонней симметрией. Иногда это отражено в их названии — например, «Туманность Кольцо» или «Туманность Бабочка». В то же время ядро красного гиганта обнажается и красиво освещает туманность. По мере того как в ядре заканчивается ядерное топливо, оно сжимается, разогревается и сильно излучает. Но долго так продолжаться не может, ядро быстро остывает и гаснет, а туманность постепенно тускнеет и рассеивается. Звезда превращается в изолированный «белый карлик» — тусклую, холодную, небольшую по размерам (диаметром с Землю) и плотную звезду, то есть практически в «пепел», оставшийся после костра. Белые карлики настолько плотные, что их сильное гравитационное поле заставляет их еще больше сжиматься. Чтобы белый карлик совсем не сжался, необходимо особое давление, описываемое квантовой механикой, так называемое давление вырожденного электронного газа, о котором ничего не было известно до 1925 года.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ПУЛЬСАРЫ  
страница 64

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА  
И ТУМАННОСТИ  
страница 78

ОБЪЕКТЫ МЕССЬЕ  
страница 80

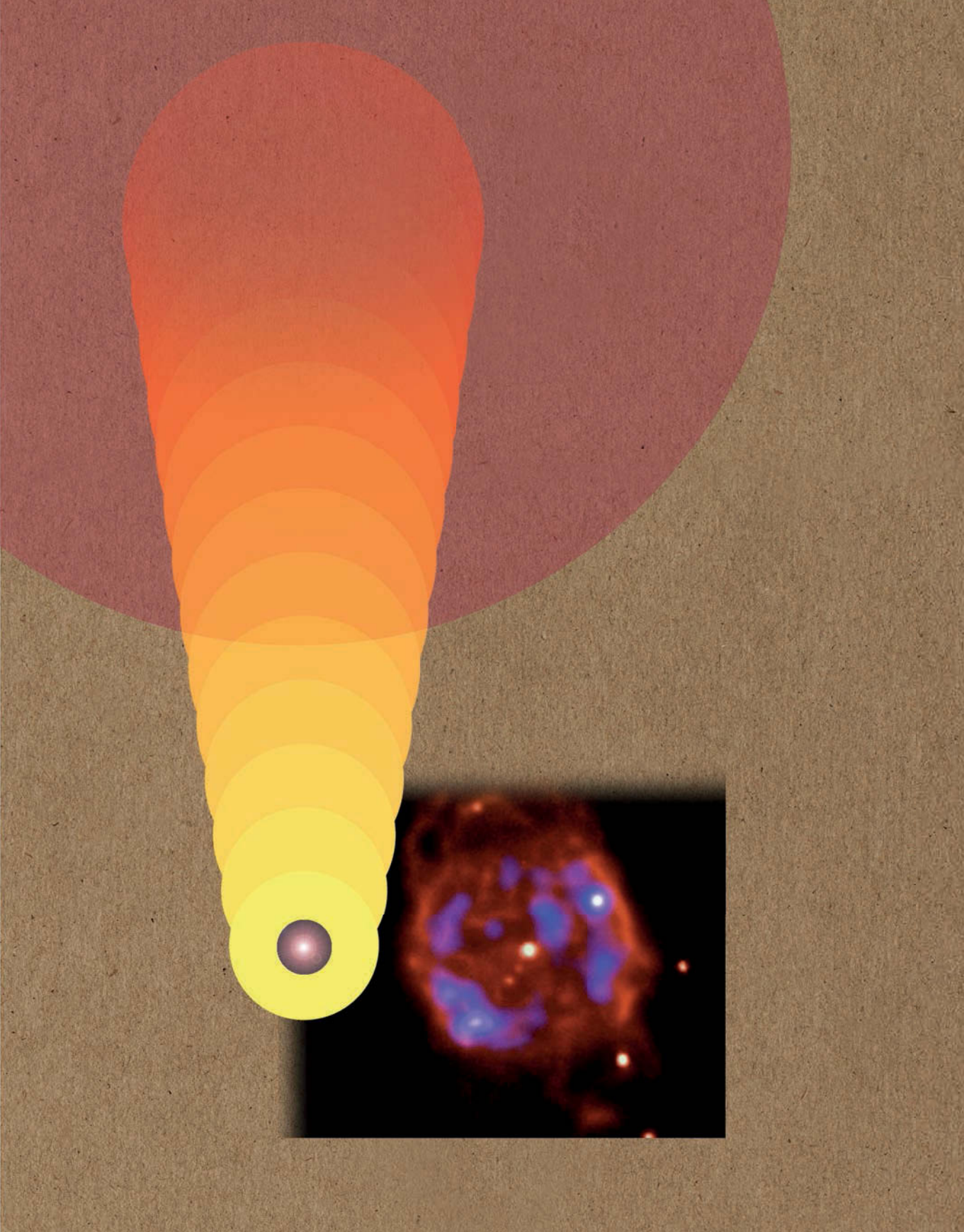
### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

СУБРАМАНЬЯН  
ЧАНДРАСЕКАР  
1910–95

Американский астрофизик,  
изучавший белые карлики

АВТОР СТАТЬИ  
Пол Мердин

**Красный гигант теряет свои внешние слои, которые окружают его ядро в виде красивой туманности. Сама звезда уменьшается и превращается в белый карлик.**



# ПУЛЬСАРЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Пульсары представляют собой нейтронные звезды, посылающие потоки сверхновой и излучающие в радиодиапазоне.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Некоторые пульсары существуют в двойных звездных системах; некоторые из них представляют собой нейтронную звезду, обращающуюся вокруг обычной звезды; другие — пару нейтронных звезд. Двойные нейтронные звезды теряют свою энергию и приближаются друг к другу, после чего — хотя это еще не наблюдалось — могут слиться и взорваться, испустив всплеск гамма-излучения и превратившись в черную дыру.

Как и белые карлики, нейтронные звезды представляют собой остатки выгоревших и истративших свое ядерное топливо массивных звезд, после того как они взорвались в виде сверхновой. Ядро сжимается до чрезвычайно плотного образования из нейтронов, вследствие чего оно, обладая массой, равной примерно массе Солнца, имеет диаметр всего лишь 15–25 километров. Если до такой плотности сжать большую гору, то она вся уместилась бы в чайной ложке. Во время сжатия вращение ядра ускоряется — примерно так же, как ускоряется вращение фигуриста, прижимающего руки к телу. Если обычная звезда совершает один оборот вокруг своей оси за день или месяц, то нейтронная звезда совершает один оборот быстрее чем за секунду. В то же время любое магнитное поле, проходящее через ядро, значительно усиливается. Магнитное поле порождает широкий спектр излучения, в том числе и в радиодиапазоне. Если поток излучения, испускаемого нейтронной звездой, направлен к Земле, то наблюдателям кажется, что он пульсирует, словно сигнал маяка. Первооткрыватели этого явления называли его «пульсирующей радиозвездой», а потом оно сократилось до термина «пульсар».

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

ГАММА-ВСПЛЕСКИ  
страница 106

СПЕКТР СВЕТА  
страница 122

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ЭНТОНИ ХЬЮИШ  
1924

Британский радиоастроном, научный руководитель Белл Бернелл, открывший с ней пульсары

ДЖОСЕЛИН БЕЛЛ БЁРНЕЛЛ  
1943

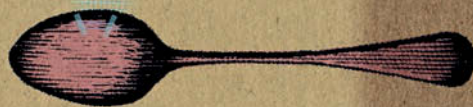
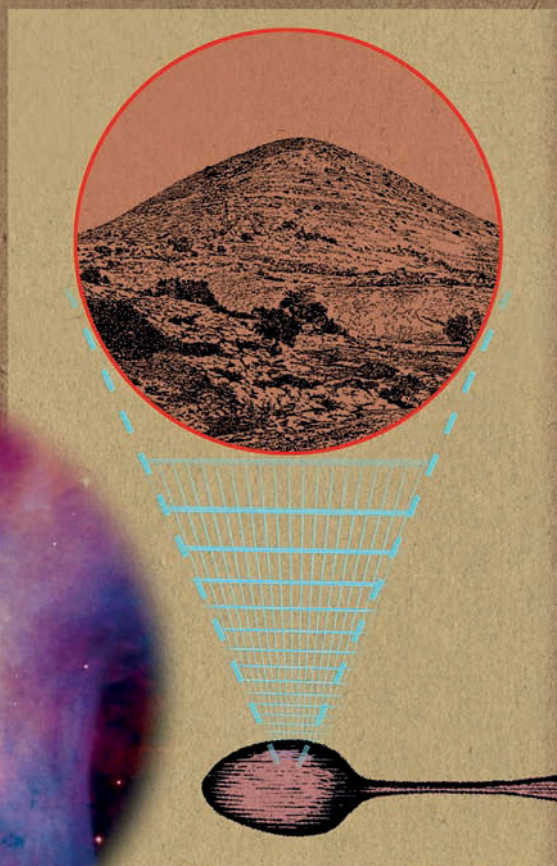
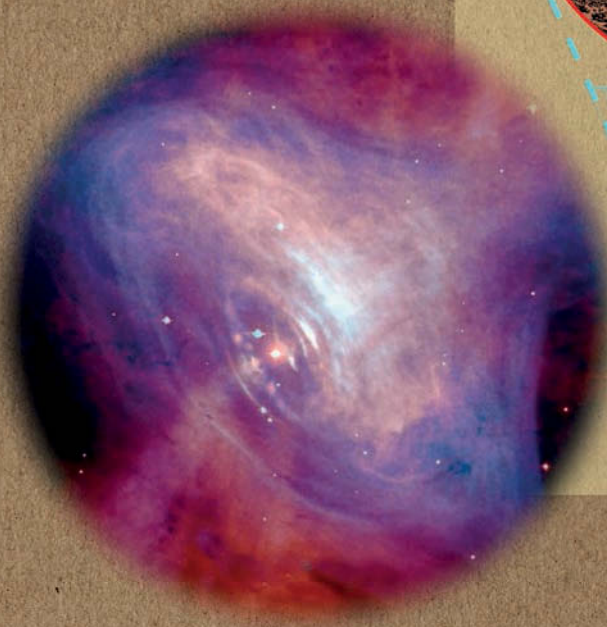
Британский астроном, открыватель пульсаров

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

*Плотный небольшой пульсар, питающий энергией потоки газа в Крабовидной туманности, являющейся — остатком сверхновой.*







15 июля 1943 года  
Родилась в Белфасте

1954  
Посещает школу  
квакеров в Нью-Йорке

1965  
Заканчивает универси-  
тет Глазго по специаль-  
ности физика

1967  
Первое наблюдение  
того, что впоследствии  
было признано  
пульсаром CP 1919

1968  
Первое использование  
слова «пульсар»

1969  
Получает степень  
доктора в Кембридж-  
ском университете

1974  
Энтони Хьюиш и Мартин  
Райл получают Нобе-  
левскую премию  
по физике; имя Белл  
Бёрнелл не упоминается

1978  
Получает Мемориаль-  
ную премию Роберта  
Оппенгеймера

1979  
Публикация статьи  
«Маленькие зеленые  
человечки, белые  
карлики или пульса-  
ры?» в журнале *Cosmic  
Search Magazine*

1987  
Получает премию  
Беатрис М. Тинслей,  
присуждаемую  
Американским  
астрономическим  
обществом

1989  
Получает Медаль  
Гершеля Королевского  
лондонского астроно-  
мического общества

1991  
Становится профессо-  
ром физики Открытого  
университета и пригла-  
шенным профессором  
в Принстоне

1999  
Удостаивается степени  
Командора Ордена  
Британской империи  
за заслуги в области  
астрономии

2001–04  
Декан факультета  
естественных наук  
в Университете Бата

2002–04  
Президент Королевско-  
го астрономического  
общества

2003  
Член Королевского  
общества

2008  
Удостоена титула Дамы

2008–10  
Первая женщина—пре-  
зидент Института  
физики



# ДЖОСЕЛИН БЕЛЛ БЁРНЕЛЛ

## Сьюзен Джоселин Белл

родилась в 1943 году в Белфасте в Северной Ирландии, в семье квакеров. В возрасте 11 лет ей не удалось сдать экзамены для поступления в «грамматическую школу» — в тип британской школы, в которую поступают самые способные дети. Неудача укрепила ее в решении преодолеть все трудности и посвятить свою жизнь астрономии — довольно нетипичному для женщин занятию в те времена.

Готовясь к защите диссертации в Кембридже под руководством Энтони Хьюиша, Джоселин Белл сделала открытие, которое изменило наши представления о Вселенной. Она специализировалась по радиоастрономии и помогала сооружать и обслуживать большой радиотелескоп в кембриджской Астрономической радиообсерватории Малларда, занимавший большую площадь (около 1,6 гектара). В обязанности Белл входило расшифровывать данные, которые телескоп накапливал каждые сутки, и в ноябре 1965 года она заметила небольшую «черточку» на графике. Это была очень незначительная деталь, но Белл все же решила выяснить, в чем тут дело. В конце концов обнаружилось, что это до той поры неисследованный феномен, пульсирующая звезда («пульсар»), которая позже получила название CP 1919. Это

открытие взбудоражило астрономический научный мир; в частности, регулярный характер радиоизлучения наводил на мысли об «инопланетных разумных существах», посылающих сообщения в космос. В конечном счете было решено, что пульсар — это нейтронная звезда, регулярно испускающая радиоволны. Так Белл Бёрнелл, которая после бракосочетания с Мартином Бёрнеллом в 1968 году взяла еще и фамилию мужа, стала первооткрывательницей целого нового направления в астрофизике.

Сейчас ее имя неразрывно связано с этим революционным открытием, но в свое время оно послужило источником скандалов и разногласий, некоторые из которых не решены до сих пор. Имя Белл Бёрнелл было указано вторым среди авторов статьи, в которой сообщалось об открытии, но Нобелевскую премию за это открытие получили совместно Хьюиш и Мартин Райл (глава исследовательского коллектива) без упоминания Белл Бёрнелл. Помощники и ассистенты ученых вообще часто остаются в тени своих научных руководителей, несмотря на то что выполняют всю «грязную работу». Некоторые утверждали, что открытие было совершено только благодаря настойчивости Белл Бёрнелл и ее вниманию к деталям; этот случай вызвал возмущение многих ученых, в том числе сэра Фрэда Хойла.



# СВЕРХНОВЫЕ

## Астрономия за 30 секунд

### На последних стадиях

своего существования массивная звезда вырабатывает энергию благодаря синтезу тяжелых элементов в своем ядре. Конечной точкой этого процесса в звездах, масса которых превышает массу Солнца в 8 раз и более, является синтез железа, после чего энергия синтеза уже не вырабатывается. В звезде резко заканчивается топливо, и ядро под действием гравитации коллапсирует, то есть схлопывается, в результате чего образуется нейтронная звезда или черная дыра. В ходе сжатия плотность и температура звезды повышаются, и полученной энергии хватает на взрыв сверхновой, которая на некоторое время может осветить весь прилегающий участок галактики. Остатки внешней оболочки звезды разлетаются в пространстве со скоростью до 5000 км/с, распространяя межзвездный газ во все стороны перед собой. Все это вещество сжимается в нитеобразные структуры, которые называют «остатком сверхновой». Благодаря интенсивному потоку нейтронов от взрыва образуются элементы тяжелее железа. Эти элементы вместе с теми, что образовались в недрах звезды, смешиваются с окружающим их облаком газа и пыли, а впоследствии участвуют в образовании последующего поколения звезд и планет.

#### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Конец существования массивной звезды отмечается одним из крупнейшим взрывов — образованием сверхновой.

#### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Отдельный тип взрыва сверхновой происходит, когда белый карлик постепенно перетягивает к себе вещество своего более крупного соседа в двойной звездной системе. Как только масса переходит порог в 1,4 массы Солнца, звезда мгновенно взрывается и образует сверхновую типа 1a. Но такие сверхновые довольно редки; в галактике средних размеров они, предположительно, образуются раз в столетие.

#### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ  
страница 56

ЗВЕЗДЫ-ГИГАНТЫ  
страница 60

БЕЛЫЕ КАРЛИКИ  
страница 62

#### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

УИЛЬЯМ ФАУЛЕР  
1911–95

Американский астрофизик

ФРЕД ХОЙЛ  
1915–2001

Британский астроном

МАРГАРЕТ И ДЖЕФФРИ  
БЕРБИДЖЕ  
1919 и 1925–2010

Британско-американские  
астрономы

#### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**Гигантская звезда  
заканчивает свое  
существование  
взрывом сверхновой,  
оставляя после себя  
нейтронную звезду  
или черную дыру.**



# ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Черная дыра — это участок пространства, вещество в котором сжато до невероятных пределов.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Найти черные дыры на черном фоне космоса чрезвычайно трудно. Астрономы ищут не сами черные дыры, а пытаются обнаружить их влияние на соседние объекты. Когда в черную дыру попадают звезды, они разогреваются настолько, что испускают рентгеновское излучение; наблюдая за тем, как быстро звезда обращается вокруг черной дыры, астрономы рассчитывают массу обеих.

Предположение о существовании черных дыр впервые было высказано английским философом восемнадцатого века Джоном Мичеллом, который в 1783 году задумался о том, может ли у звезд быть настолько огромная масса и гравитационное притяжение, что их не покинет даже свет. Он назвал такие звезды «темными звездами» — довольно удачное описание для черных дыр. Теперь нам известно, что они бывают разных размеров. Звездные черные дыры, масса которых равна массе десяти таких звезд, как Солнце, сжаты примерно до размеров Лондона, и в нашей галактике Млечный Путь известны десятки таких черных дыр; масса сверхмассивных черных дыр в от миллиона до десяти миллиардов раз больше массы Солнца, и они находятся в центре многих галактик, включая нашу; черные дыры промежуточных масс лежат между данными пределами. Гравитационное притяжение черных дыр действительно велико, но его эффекты проявляются на относительно небольшом расстоянии. Если рядом с черной дырой находится какое-нибудь тело, то на его переднюю часть действует гораздо большая сила притяжения, и оно сильно вытягивается — этот процесс называется эффектом спагетти.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ  
страница 82

ГАММА-ВСПЛЕСКИ  
страница 106

КВАЗАРЫ  
страница 108

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ДЖОН МИЧЕЛЛ  
1724–93

Английский философ, первым предположивший существование черных дыр

КАРЛ ШВАРЦШИЛЬД  
1873–1916

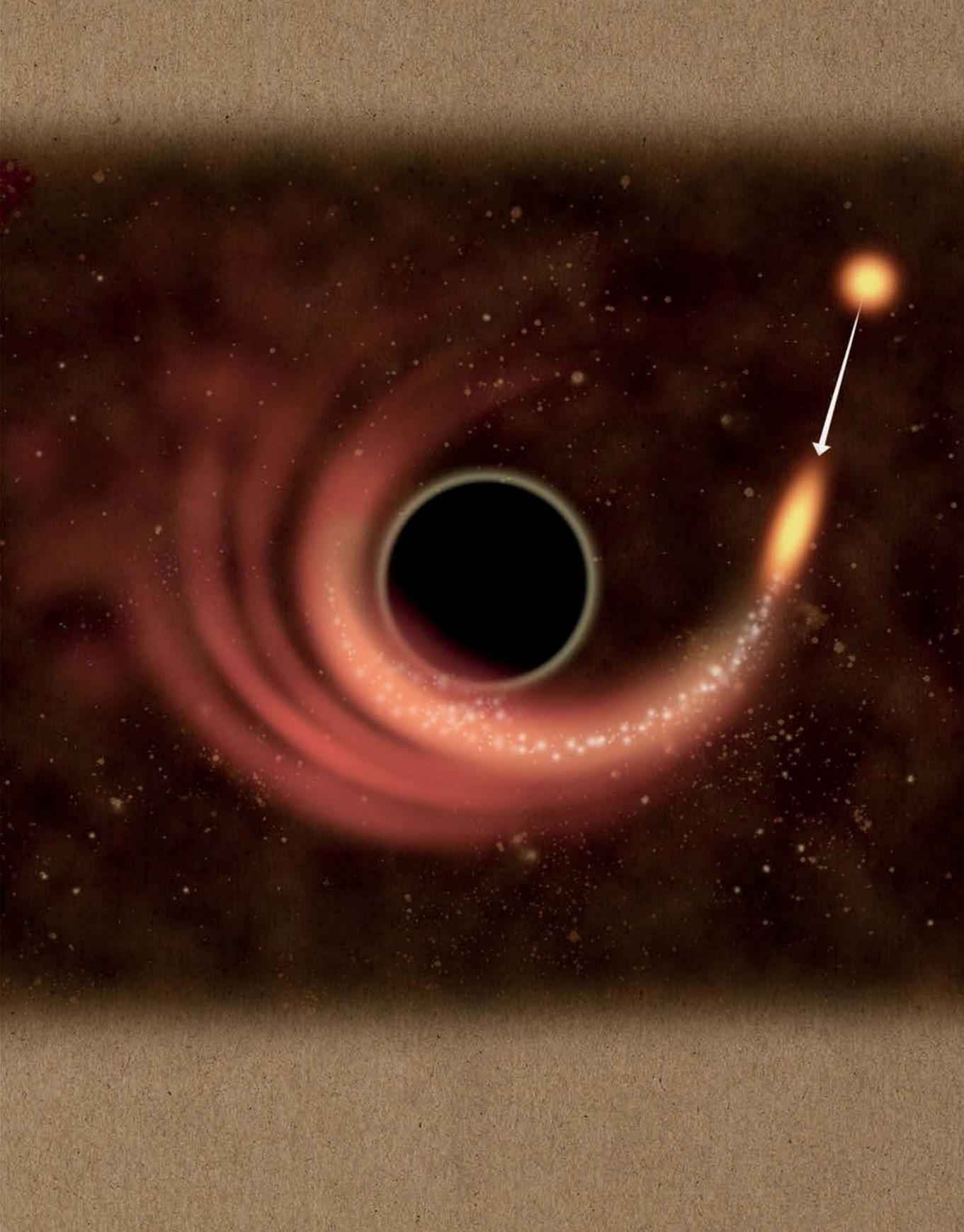
Немецкий физик, решивший уравнения Общей теории относительности Эйнштейна

### АВТОР СТАТЬИ

Даррен Бэскилл

**Звезда, приблизившаяся к черной дыре на слишком близкое расстояние, вытягивается вдоль и сжимается в поперечном сечении.**





МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ





## МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ ГЛОССАРИЙ

**Вспышка звездообразования** — период интенсивного образования звезд, в течение которого звезды образуются со скоростью, превышающей обычную скорость образования звезд до ста раз.

**Галактика** — система связанных между собой гравитацией звезд, газопылевых облаков в межзвездной среде и темного вещества.

**Галактика Андромеды** — спиральная галактика Messier 31, ближайшая к нашей галактике (Млечному Пути), за исключением нескольких «галактик-спутников», и находящаяся в двух с половиной миллионах световых лет в созвездии Андромеды. Содержит около триллиона (1 000 000 000 000) звезд.

**Галактика Треугольника** — спиральная галактика Messier 33, иногда называемая «Цевочным колесом» или «Вертушкой», расположенная в созвездии Треугольника. Часть Местной группы галактик, в которую входят Млечный Путь и Галактика Андромеды, находящаяся немногим менее чем в 3 миллионах световых лет от Земли, но видимая невооруженным глазом при хороших условиях. Один из самых удаленных астрономических объектов, который можно увидеть без телескопа.

**Диффузные области звездообразования** — плотные туманности в межзвездном пространстве, в которых формируются молодые звезды.

**Комета** — небольшое ледяное тело с комой (временной атмосферой) и хвостом, обращающееся по орбите вокруг Солнца и становящееся видимым при приближении к нему. Хвост кометы как правило повернут от Солнца, в то время как кома следует за кометой.

**Линзовидная галактика** — тип дисковой галактики с центральной группой звезд (называемых «балджем»), похожая на спиральную галактику, только без спиральных рукавов.

**Межзвездная среда** — вещество, заполняющее пространство между звездными системами внутри галактики, состоящее преимущественно из газа и пыли. Из этого материала образуются молодые звезды, свет которых разогревает оставшийся газ, отчего туманности около молодых звезд приобретают розоватый оттенок.

**Плеяды** — звездное скопление Messier 45, один из объектов, перечисленных в каталоге французского астронома восемнадцатого века Шарля Мессье. Это скопление находится примерно в 425 световых годах



от Земли и содержит сотни звезд, хотя невооруженным глазом можно заметить лишь несколько. Раньше эти голубые звезды еще называли «Семью сестрами».

**Рассеянные звездные скопления** — располагающиеся на относительно большом расстоянии друг от друга звезды, связанные гравитацией и обращающиеся вокруг галактического центра. Пример такого скопления — Плеяды. Предполагается, что в галактике Млечный Путь находится более 1 100 рассеянных звездных скоплений.

**Скопление Девы** — группа галактик в созвездии Девы, состоящая примерно из 2000 галактик в центре еще более крупного Сверхскопления Девы. Местная группа галактик, в которую входят наша Галактика (Млечный Путь) и Галактика Андромеды, также находится в Сверхскоплении Девы и обращается вокруг Скопления Девы.

**Спиральная галактика** — тип галактики с центральной группой звезд («балджем») и спиральными рукавами из звезд, газа и пыли, простирающимися наружу и образующими структуру в виде вращающегося диска.

**Стандартная свеча** — астрономический объект, светимость которого известна и используется для определения расстояния от Земли до удаленных объектов, по соседству с которыми этот объект расположен. В качестве стандартных свечей, например, используют цефеиды.

**Туманность** — видимое облако пыли или газа в межзвездном пространстве.

**Туманность Ориона** — объект Messier 42, огромное облако из газа и пыли шириной в 13 световых лет расположенное к югу от пояса Ориона в созвездии Ориона.

**Цефеиды** — класс пульсирующих переменных звезд, регулярно сжимающихся и расширяющихся.

**Шаровое скопление** — группа звезд, тесно связанных гравитацией, шарообразной формы и обращающаяся вокруг галактического центра. В Млечном Пути содержится от 150 до 160 шаровых скоплений, состоящих из самых старых звезд галактики.

**Эллиптическая галактика** — галактика в форме эллипсоида. Один из трех типов галактик, выделенных в 1936 году американским астрономом Эдвином Хабблом, наряду с линзовидными и спиральными.

# СОЗВЕЗДИЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Небесная сфера разделена на 88 регионов, называемых «созвездиями».

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Многие люди верят, что на жизнь человека влияют расположение планет и звезд на небе, фазы Луны и зодиакальные знаки (названные по созвездиям, через которые проходило Солнце около 2000 лет назад). Но не существует никаких научных доказательств того, что какие-либо физические свойства астрономических объектов (такие, как гравитация или свет) оказывают хотя бы малейшее влияние на судьбы людей.

Звезды, которые мы привыкли видеть в одном созвездии, редко находятся поблизости друг от друга в действительности; просто до Земли их свет приходит примерно с одного направления. Созвездия представляют собой условные участки небесной сферы, в которых находятся так называемые астеризмы, то есть узнаваемые группы звезд. Например, астеризм «Большой ковш» представляет собой группу из семи самых ярких звезд в созвездии Большая Медведица. Большинство созвездий носят названия, под которыми они были перечислены в астрономическом трактате «Альмагест», написанном во втором веке нашей эры египетским астрономом Клавдием Птолемеем. Нам кажется, что звезды движутся по небу из-за того, что Земля вращается вокруг своей оси. Ось вращения направлена почти точно к Полярной звезде. Планеты и их спутники обращаются вокруг Солнца примерно в одной плоскости, которая называется эклиптикой. С Земли же наблюдателю кажется, что Солнце и планеты не только движутся по кругу вокруг Земли, но и перемещаются на фоне звезд, которые не сходят со своих мест — по крайней мере, на протяжении человеческой жизни. В своем движении по небу Солнце и планеты пересекают 13 «зодиакальных» созвездий.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЛУНА  
страница 20

ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД  
страница 54

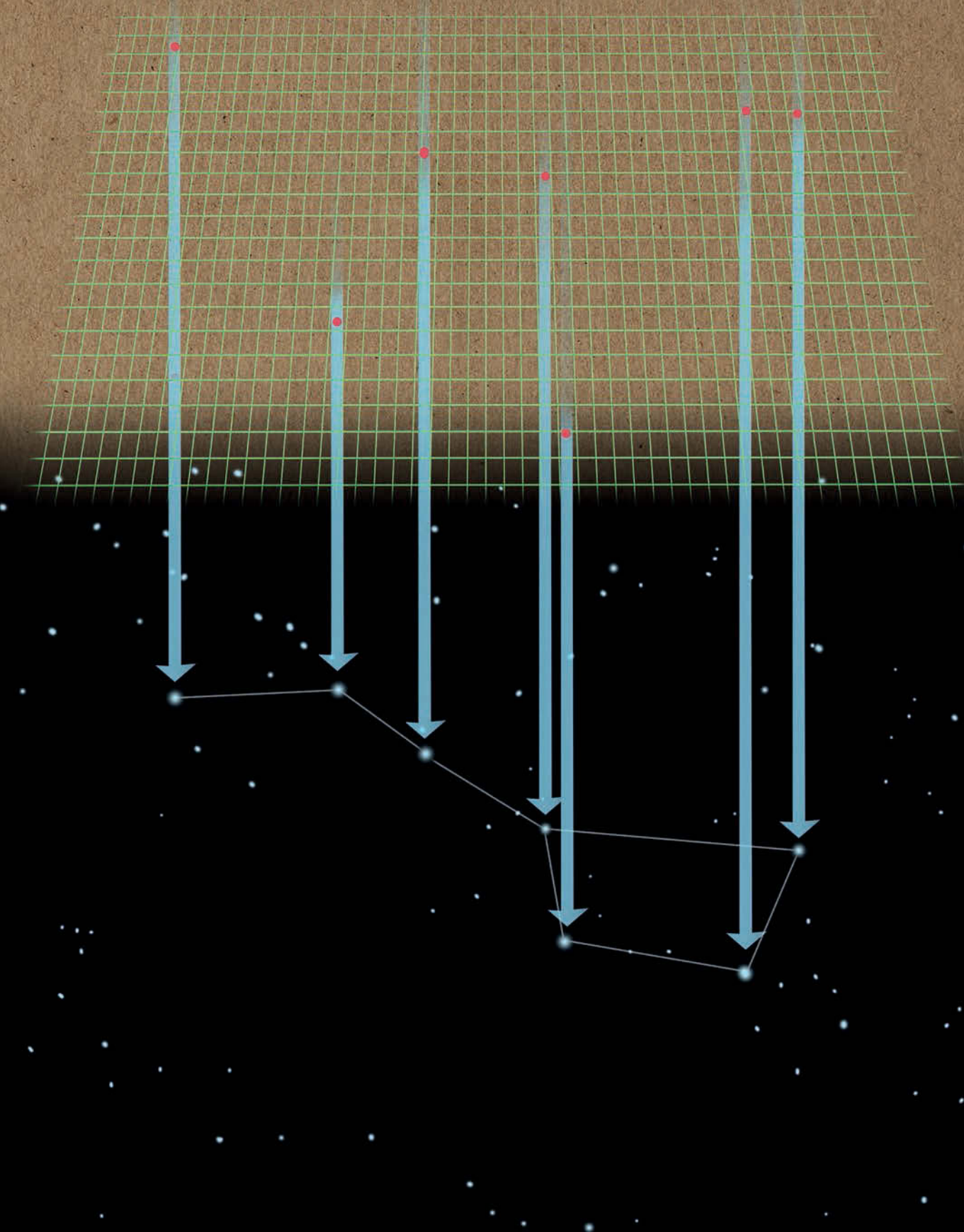
МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ  
страница 82

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

КЛАВДИЙ ПТОЛЕМЕЙ  
ок. 100–179 н. э.  
Египетский астроном  
НИКОЛА ЛУИ ДЕ ЛАКАЙЛЬ  
1713–62  
Французский астроном,  
составивший каталог около  
10 000 звезд

АВТОР СТАТЬИ  
Франсуа Фрессен

**Семь ярких звезд, образующих Большой ковш в созвездии Большая Медведица, в действительности не связаны между собой и располагаются на разном расстоянии от Земли.**





# МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА И ТУМАННОСТИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Межзвездные газовые облака — среда, в которой формируются звезды вместе с планетными системами и, возможно, с живыми организмами.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

В межзвездных облаках газ перемешан с твердыми крохотными частичками — «пылью». Самые плотные облака видны как темные силуэты на фоне дальних звезд. Пыль защищает центр таких облаков от света и нагрева; температура там опускается до нескольких градусов выше абсолютного нуля, и атомы соединяются в сложные молекулы. Размеры молекулярных облаков составляют от 3 до 50 световых лет, а масса их вещества может превышать массу Солнца в тысячу раз.

Пространство между звездами не совсем пустое — в нем содержатся атомы и молекулы газа, образующие межзвездную среду. Общая масса всего газа в Млечном Пути равна примерно всего лишь одной десятой массы звезд, но он рассредоточен на больших расстояниях и образует диффузные облака, простирающиеся за пределами спиральных рукавов Галактики. При температуре в десятки градусов выше абсолютного нуля вещество этих облаков настолько холодное, что может существовать в основном в форме нейтрального водорода и прозрачно в видимой области спектра. Среди них обнаруживают следы более тяжелых элементов, таких как углерод, кислород и железо. Это остатки, выброшенные в межзвездное пространство взрывами массивных звезд под конец их существования. В самых холодных участках этих облаков складываются идеальные условия для зарождения молодых звезд. Излучение молодых звезд разогревает атомы газа, в результате чего газ начинает светиться. Газовые облака становятся видимыми розоватыми туманностями вокруг скоплений молодых голубых звезд, расположенных вдоль спиральных рукавов галактики.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

ОБЪЕКТЫ МЕССЬЕ  
страница 80

МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ  
страница 82

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК  
страница 88

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

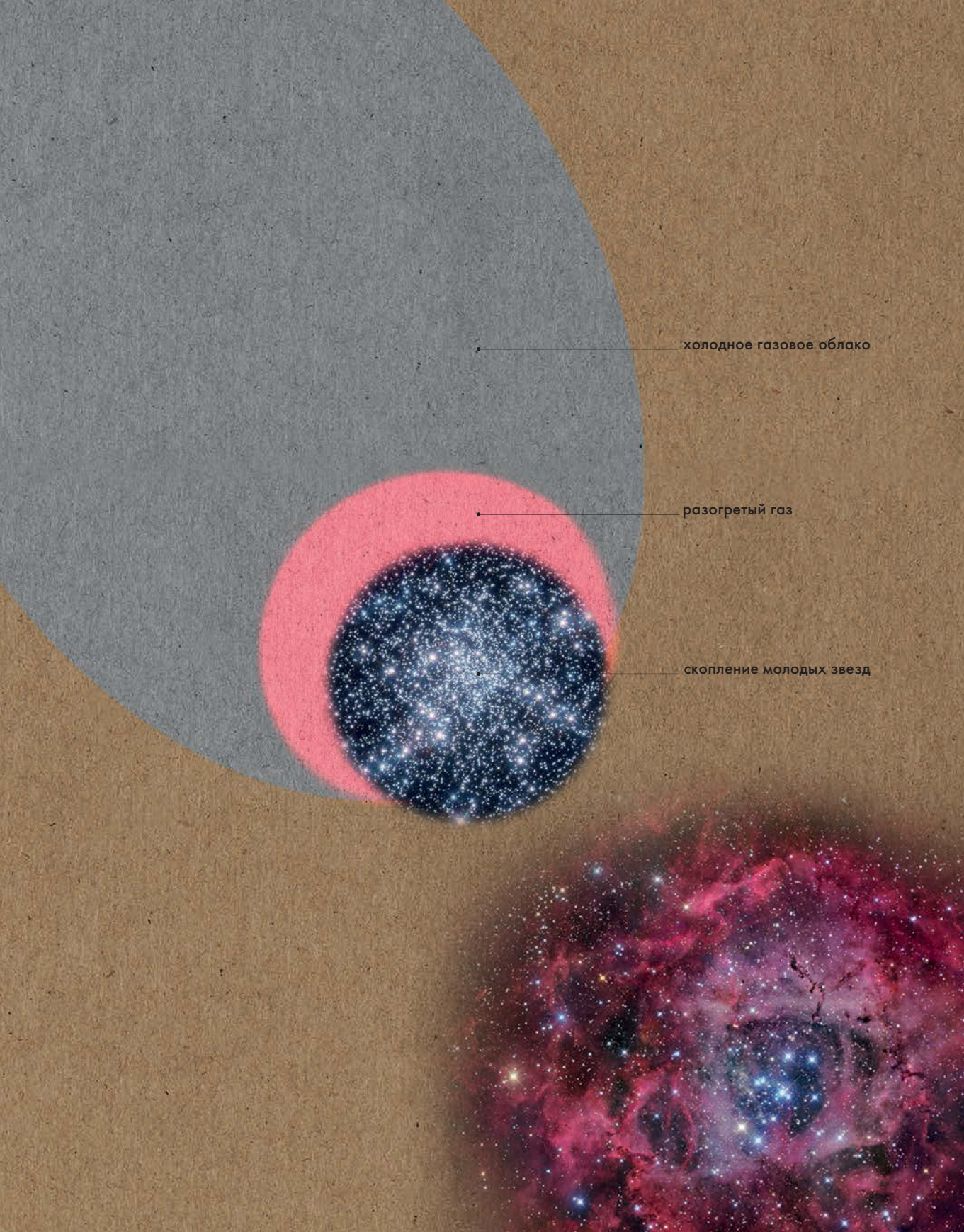
БАРТ БОК  
1906–83

Американский астроном  
голландского происхождения

### АВТОР СТАТЬИ

Кэролин Кроуфорд

**Газ в диффузном облаке нагревается окружающими молодыми звездами; такое облако начинает излучать и становится видимой туманностью.**



холодное газовое облако

разогретый газ

скопление молодых звезд

# ОБЪЕКТЫ МЕССЬЕ

## Астрономия за 30 секунд

### Шарль Мессье был одним

из первых «охотников за кометами», поставившим себе целью открыть и исследовать новые кометы. В его телескопе они выглядели как нечеткие, размытые пятна, и о том, что это именно кометы, можно было судить только благодаря их передвижению относительно неподвижных звезд. Мессье в его исследованиях мешали другие размытые объекты, которые, в отличие от комет, занимали строго определенное положение на небесной сфере. Чтобы не принимать их за кометы, он составил каталог таких небесных тел; многие из них он открыл лично, хотя некоторые издавна были видны невооруженным глазом, такие как Туманность Ориона или Плеяды, или отмечены в трудах других астрономов, таких как Эдмонд Галлей. Любопытно, что имя Мессье в наше время чаще вспоминают не столько в связи с открытиями им кометами, сколько в связи с составленным им каталогом. Современный каталог Мессье охватывает 110 различных объектов, от шаровых и рассеянных скоплений звезд до остатков сверхновых, планетарных туманностей и диффузных областей звездообразования. В каталоге также перечислены сорок галактик (раньше их принимали за туманности), шестнадцать из которых входят в близкое к нам скопление Девы.

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Шарль Мессье в восемнадцатом веке составил каталог туманностей, в котором перечислены некоторые из самых интересных астрономических объектов.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Объекты Мессье часто принадлежат к числу самых близких и хорошо изученных объектов своего типа. Мессье проводил свои исследования при помощи телескопа, который можно сравнить с современным несложным любительским инструментом, поэтому его каталог пользуется особым вниманием среди астрономов-любителей.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

КОМЕТЫ  
страница 46

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА  
И ТУМАННОСТИ  
страница 78

ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ  
страница 86

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК  
страница 88

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

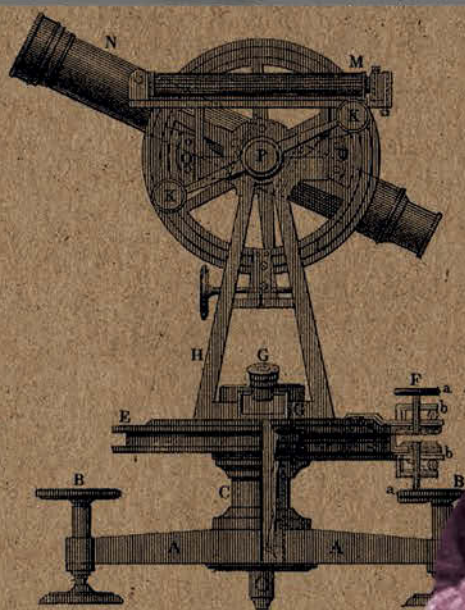
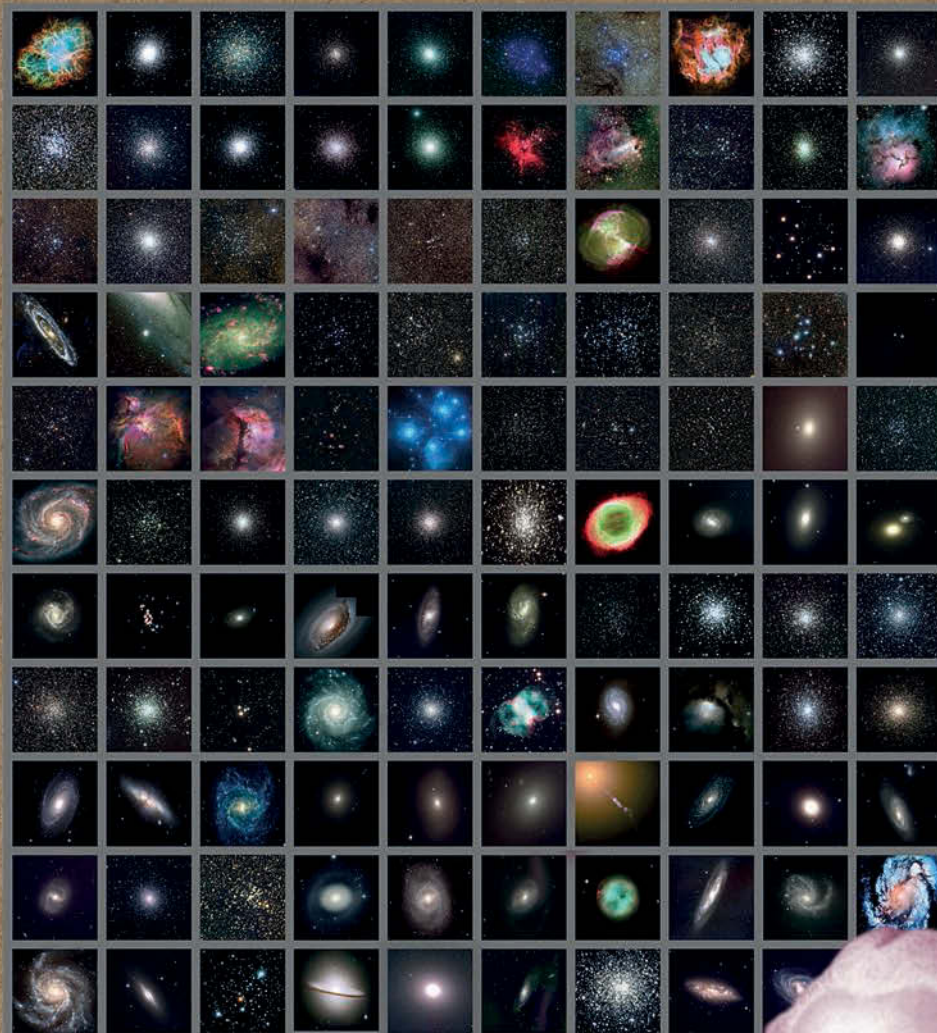
ЭДМОНД ГАЛЛЕЙ  
1656–1742  
Английский астроном

ШАРЛЬ МЕССЬЕ  
1730–1817  
Французский астроном

АВТОР СТАТЬИ  
Кэролин Кроуфорд

**«Охотник за кометами» Шарль Мессье составил каталог некоторых самых ярких и известных астрономических объектов.**





# МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Солнце — всего лишь одна из 100 000 миллионов звезд в спиральной галактике Млечный Путь.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Млечный Путь входит в «Местную группу» из около 30 галактик, включая спиральные Галактику Андромеды и Галактику Треугольника. Вокруг них обращаются многие карликовые галактики. Силы гравитации постепенно притягивают Млечный Путь к Галактике Андромеды, которая расположена в двух с половиной миллионах световых лет от нашей. Предполагается, что эти две галактики столкнутся через несколько миллиардов лет и образуют новую, более крупную галактику.

Все звезды, видимые невооруженным глазом, находятся в нашей Галактике, которая носит название Млечный Путь. Эти звезды расположены в дисковидной структуре диаметром 100 000 световых лет, и их особо плотные скопления предстают в виде размытой белой полосы, пересекающей ночное небо. Скопления ярких голубых звезд, светящихся туманностей и темных облаков межзвездной пыли образуют спиральные, рукава галактики. Солнце расположено на этом диске примерно на половине расстояния от центра до края. Центральное скопление старых звезд (так называемый балдж) содержит в своем ядре спящую сверхмассивную черную дыру с массой, превышающей массу Солнца в 4 миллиона раз. Вместе с другими звездами диска Солнце обращается вокруг центра Галактики под воздействием гравитационного поля вещества, расположенного ближе к центру. При этом оно движется со скоростью 220 км/с, а для полного оборота требуется 240 миллионов лет. Внешние звезды вращаются слишком быстро, остаются гравитационно связанными с Галактикой, но при этом не вылетают за ее пределы, как можно было бы ожидать. В связи с этим выдвинуто предположение о существовании материи помимо звезд и межзвездного газа, называемой «темной материей» и служащей дополнительным источником гравитации.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА  
И ТУМАННОСТИ  
страница 78

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК  
страница 88

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ  
страница 110

СВЕТОВЫЕ ГОДЫ  
И ПАРСЕКИ  
страница 118

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ГЕБЕР КЁРТИС  
1872–1942  
Американский астроном

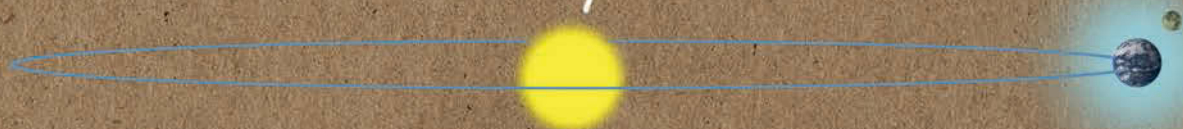
ХАРЛОУ ШЕПЛИ  
1885–1972  
Американский астроном

ЯН ООРТ  
1900–92  
Нидерландский астроном

АВТОР СТАТЬИ  
Кэролин Кроуфорд

**Солнечная система  
располагается  
в одном из спираль-  
ных рукавов нашей  
Галактики, Млечно-  
го Пути.**







15 ноября 1738 года  
Родился в Ганновере,  
Германия

1757  
Переезжает в Англию

1780  
Становится дирижером  
оркестра Бата

1781  
Избран членом Коро-  
левского общества

13 марта 1781 года  
Открывает объект,  
позже признанный  
планетой и получивший  
название «Уран»

1782  
Оставляет занятия  
музыкой и становится  
придворным астрономом

1782  
Наблюдает за объекта-  
ми Мессье; открывает  
ранее неизвестную  
Туманность Сатурн

1783–1802  
Составляет каталог  
примерно 2500 новых  
туманностей и звезд-  
ных скоплений

1789  
Заканчивает сооруже-  
ние своего крупнейше-  
го телескопа с аперту-  
рой 1,2 м

1800  
Открывает инфракрас-  
ное излучение

1801  
Встречается с Наполео-  
ном Бонапартом  
и Шарлем Мессье

1802  
Публикует «Каталог  
500 новых туманностей,  
туманных звезд,  
планетарных туманностей  
и звездных скоплений,  
с замечаниями устрой-  
ства мира строения  
небес»; рассуждает

о том, что некоторые  
двойные звезды могут  
быть единой системой,  
в которой они обращают-  
ся друг вокруг друга

1803  
Публикует «Отчет  
об изменениях,  
происшедших за по-  
следние двадцать пять  
лет относительно  
ситуации с двойными  
звездами, с исследова-  
нием причины, которой  
они обязаны своему  
существованию»

1820  
Становится одним  
из основателей  
Астрономического  
общества, ставшего  
Королевским в 1831  
году

25 августа 1822 года  
Умирает в Слау,  
графство Беркшир



# УИЛЬЯМ ГЕРШЕЛЬ

## Основатель современной

звездной астрономии, первооткрыватель двойных звезд и первый, понявший, что Солнечная система тоже движется в пространстве, в детстве и юности, что удивительно, обучался вовсе не астрономии. Фридрих Вильгельм Гершель родился в Ганновере в семье музыкантов; в возрасте 19 лет вместе с братом Якобом переехал в Англию, где четыре года играл на гобое, виолончели, клавесине, скрипке и органе, а также работал учителем музыки. В 1766 году Уильям (к тому времени он уже изменил свое имя на английский лад) был назначен органистом в часовне «Октагон» в Бате, где продолжил карьеру музыканта, сочинив 24 симфонии. Наблюдать за ночным небом он начал только в 35 лет. С увлечением прочитав монографию «Гармония» (1749) английского математика Роберта Смита, музыкант обратился к другой его работе, учебнику по практической оптике (*A Compleat System of Opticks*, 1738), которая подтолкнула его к конструированию собственных телескопов. Гершель значительно улучшил конструкцию рефлектора Ньютона, благодаря чему заслужил международную известность и даже получал определенный доход от продажи своих телескопов — всего он соорудил более 400 моделей. Проштудировав «Астрономию, объясняемую согласно принципам сэра Исаака Ньютона» (1756) шотландца Джеймса Фергюсона и начав изучать

ночное небо долгими зимними ночами, музыкант превратился в самого выдающегося астронома своего времени.

Свои наблюдения Гершель методично записывал с помощью сестры Каролины (она также искренне интересовалась астрономией и даже открыла восемь комет и по меньшей мере четыре туманности) — так со временем был составлен каталог туманностей, многочисленных звездных скоплений, отдельных звезд и дальних объектов, которым пользуются и по сей день. Постоянно проверяя свои открытия, сравнивая наблюдения разных лет и пересматривая записи, Гершель за двадцать пять лет выявил более 2500 небесных объектов, предложил теорию гравитационного взаимодействия двойных звезд (которых он обнаружил 800) и сделал вывод о движении Солнечной системы, определив его направление (к лямбадае Геркулеса). Мартовской ночью 1781 года он открыл объект, который позже назвали планетой Уран; сам Гершель назвал его *Georgium Sidus* («Звезда Георга») в честь английского короля из ганноверской династии Георга III. В 1787 году он обнаружил два спутника Урана (позже названных Титанией и Обероном) и еще два спутника Сатурна (Мимас и Энцелад), а также установил, что Млечный Путь должен иметь форму диска. Пытаясь подобрать линзы, подходящие для изучения Солнца, Гершель открыл инфракрасное излучение.

# ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Млечный Путь — всего лишь одна из около 100 миллиардов галактик в наблюдаемой части Вселенной, а средняя галактика при этом содержит около 100 миллиардов звезд.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Расстояние от нас до далекой галактики можно рассчитать с помощью объекта с известной яркостью, присущей данному типу объектов. На основании сравнения ожидаемой яркости с наблюдаемой можно судить о расстоянии до галактики, в которой находится данный объект. К таким «стандартным свечам» принадлежат переменные звезды и сверхновые. Самые удаленные галактики находятся на расстоянии в 13,2 миллиарда световых лет от нас.

Хотя в ходе ранних наблюдений за туманностями на ночном небе было установлено, что некоторые из них имеют любопытную спиралевидную форму, оставалось неясным, являются ли они частью Млечного Пути или нет. Только в начале 1920-х годов, когда американский астроном Эдвин Хаббл вычислил расстояние до Туманности Андромеды, стало ясно, что спиральные туманности представляют собой структуры, отличные от Млечного Пути, и что наша Галактика — не единственная во Вселенной. Обычно галактики классифицируют по их форме и населению. В спиральных галактиках наблюдаются области активного звездообразования, следующие по спиральным узорам внутри плоского диска, который окружает центральный («балдж»). Эллиптические галактики имеют эллипсоидную форму и содержат горячий газ, являющийся источником рентгеновского излучения, но почти не содержат скоплений холодного газа и пыли, необходимых для интенсивного образования звезд. Галактики без регулярной структуры называются неправильными; часто они представляют собой результат гравитационного взаимодействия двух галактик и остатки короткого, но эффектного периода «вспышки звездообразования».

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ  
страница 58

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА  
И ТУМАННОСТИ  
страница 78

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ГЕБЕР КЁРТИС  
и ХАРЛОУ ШЕПЛИ  
1872–1942

1885–1972

Американские астрономы, которые в 1920-х годах публично дискутировали по поводу размеров Вселенной

ЭДВИН ХАББЛ  
1889–1953

Американский астроном

### АВТОР СТАТЬИ

Кэролин Кроуфорд

*Галактики различаются по форме и размерам, от относительно «рыхлых» спиральных до плотных эллиптических. Те, что кажутся крошечными (такие, как указанные стрелками на иллюстрации), обычно самые удаленные.*





# СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Галактики распределены по небу не хаотично, а в скоплениях, которые образуют более обширную структуру.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Многие скопления галактик сосредоточены в еще более крупных сверхскоплениях, образующих вытянутые нити или «стены». Такие сверхскопления окружают относительно пустые области меньшей плотности, которые называются «войдами». На основании исследований галактик можно утверждать, что такая структура в виде паутины повторяется во всех направлениях, придавая Вселенной характерный ячеистый вид в самом крупном масштабе.

Многие галактики благодаря гравитации не существуют по отдельности, а образуют скопления. В отдельных участках Вселенной, охватывающих несколько десятков миллионов световых лет, могут находиться сотни и даже тысячи галактик. Первое из обнаруженных скоплений галактик было указано в каталоге туманностей, составленном французским астрономом Шарлем Мессье, и обозначено как 11 «туманностей» в созвездии Девы. Систематическое составление точных каталогов скоплений началось только в 1950-х годах, с распространением чувствительных фотографических пластинок; раньше их определяли только на глаз. Большинство галактик в большом скоплении имеют эллиптическую форму, ближе к краям находятся несколько спиральных галактик. В центре скоплений располагаются гигантские эллиптические галактики, некоторые из которых — самые крупные из известных. Все галактики окутаны облаками горячего газа, видимого только в рентгеновском диапазоне спектра. Наблюдаемые физические свойства этого газа вместе с движением галактик в скоплениях и наблюдения фоновых источников через гравитационные линзы указывают на то, что основная часть массы в скоплениях приходится на темную материю.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ  
страница 86

КОСМИЧЕСКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
страница 104

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ  
страница 110

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ХАРЛОУ ШЕПЛИ  
1885–1972

Американский астроном

ДЖОРДЖ О. ЭЙБЕЛЛ  
1927–83

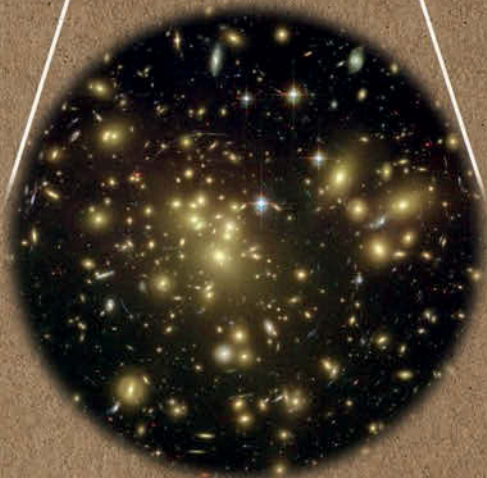
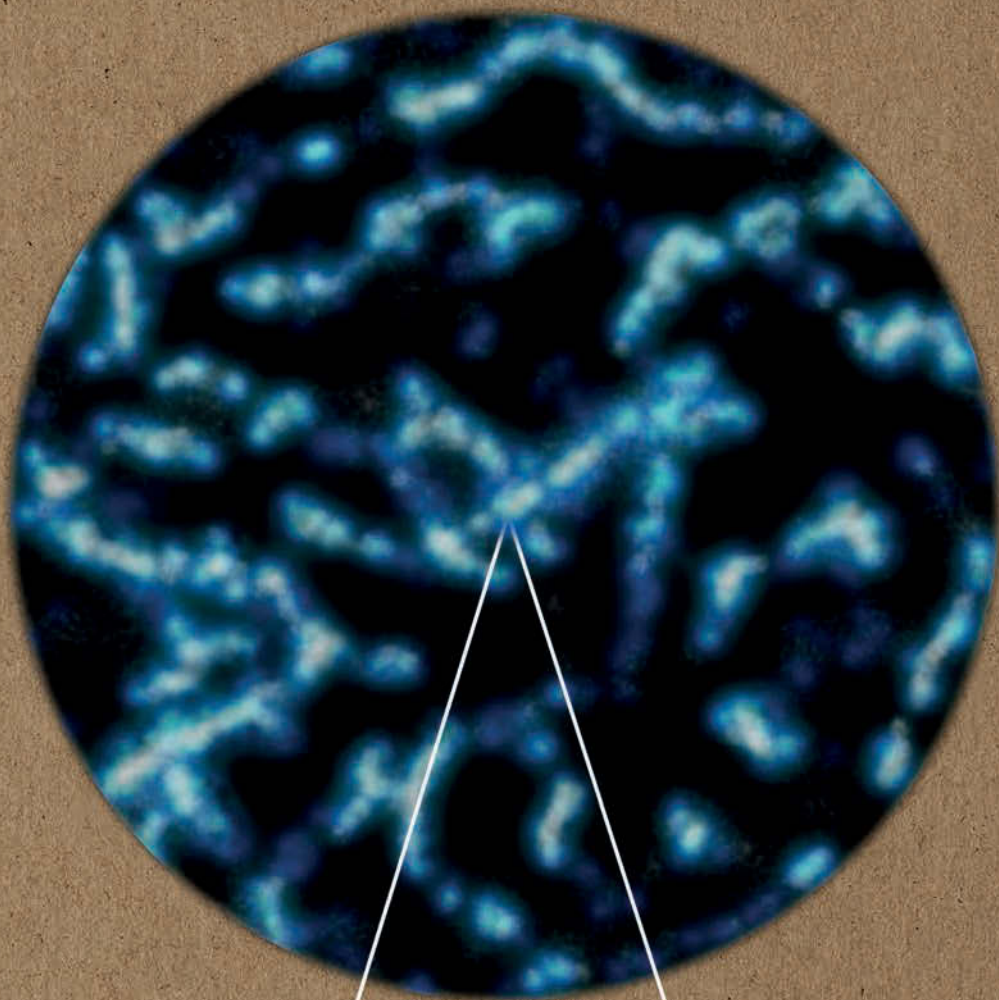
Американский астроном, составивший каталог скоплений галактик

### АВТОР СТАТЬИ


Кэролин Кроуфорд

**В масштабе Вселенной скопления галактик образуют вытянутые нити, окружающие столь же крупные пустоты или «войды». Предполагается, что самые крупные сверхскопления образуются в местах пересечения этих нитей.**







**ВСЕЛЕННАЯ** 

## ВСЕЛЕННАЯ ГЛОССАРИЙ

**Большое замерзание** — также известное как «Тепловая смерть Вселенной» — один из возможных сценариев будущего Вселенной, согласно которому галактики продолжат удаляться друг от друга, звезды полностью выгорят и остынут, а Вселенная станет темной и холодной.

**Большое сжатие** — один из возможных сценариев будущего Вселенной, согласно которому Вселенная продолжит расширяться, пока не достигнет некоей критической точки, после которой начнет сжиматься и становиться более плотной и горячей, после чего превратится в бесконечно плотную и горячую точку. Большое сжатие может привести к очередному Большому взрыву. После открытия темной энергии (загадочной силы, способствующей расширению Вселенной) этот сценарий устарел.

**Большой взрыв** — процесс возникновения Вселенной в том виде, в каком она существует сейчас, из начальной точки пространства и времени, в которой все существовало в чрезвычайно сжатом состоянии. Согласно различным конкурирующим между собой теориям, Вселенную, появившуюся в результате Большого взрыва, в дальнейшем ждет «Большое замерзание», «Большое сжатие» или «Большой разрыв».

**Большой разрыв** — второй из возможных сценариев будущего Вселенной, согласно которому вся материя (от галактик до субатомных частиц) распадется под влиянием темной энергии, заставляющей Вселенную расширяться.

**Гиперновая** — исключительно мощный взрыв, в результате которого выделяется больше энергии, чем при взрыве сверхновой; такой взрыв сопровождается продолжительными гамма-всплесками.

**Инфляция** — кратковременный период очень быстрого расширения Вселенной в результате Большого взрыва. За ним последовал период относительно постепенного расширения. Предполагается, что инфляция длилась доли секунды, от  $10^{-38}$  до  $10^{-36}$  секунд после Большого взрыва.

**Квазары** — «квазизвездные радиоисточники». Поначалу астрономы предполагали, что это радиозвезды, но потом обнаружилось, что источниками радиоволн служат галактики с ярким ядром сверхмассивной черной дырой в центре.

**Космология** — раздел астрономии, изучающий рождение и эволюцию Вселенной, а также и возможные сценарии ее будущего.

**Модифицированная ньютоновская динамика (MOND)** — теория, согласно которой гравитационные силы простираются дальше и проявляются сильнее, чем принято считать, и что именно это, а не темная материя, удерживает вместе галактики и другие космические структуры, которые в противном случае бы разлетелись и распались.

**Постоянная Хаббла** — коэффициент, определяющий скорость расширения Вселенной.

**Радиозвезды** — испускающие радиоволны звезды, такие как пульсары.

**Реликтовое излучение** — микроволновое фоновое излучение, оставшееся с тех пор, когда свет начал свободно распространяться по Вселенной после Большого взрыва. Открытие реликтового излучения в 1964 году подтвердило теорию Большого взрыва, которая в настоящее время считается основной теорией возникновения Вселенной.

**Световой год** — единица длины, равная расстоянию, проходимому светом за один год, то есть 9,5 триллиона километров.

**Темная материя** — ненаблюдаемая материя, о наличии которой можно судить по гравитационному воздействию, которое она оказывает на наблюдаемую материю, на галактики и на самые крупные структуры Вселенной.

**Темная энергия** — энергия, способствующая расширению Вселенной.

**Теория стационарной Вселенной** — теория, выдвинутая сначала британским физиком Джеймсом Джином примерно в 1920 году и разработанная в 1948 году британским астрономом Фредом Хойлом и его коллегами в качестве альтернативы теории Большого взрыва. Согласно этой теории, в постоянно расширяющейся Вселенной все время образуется новая материя, из которой формируются новые звезды и галактики, в то время как старые галактики и звезды отдаляются от нас и становятся ненаблюдаемыми. В этой теории средняя плотность Вселенной постоянна, и у нее нет ни начала, ни конца. Впоследствии эта теория была опровергнута.

**Фундаментальные взаимодействия** — четыре основных типа взаимодействия во Вселенной: гравитационное, электромагнитное, сильное ядерное и слабое ядерное.



# БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Предполагается, что Вселенная начала свое существование с некоего события, которое мы называем Большим взрывом.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Любопытно, что термин «Большой взрыв» родился как ироническое замечание из уст одного из наиболее убежденных противников этой теории, Фреда Хойла. Но несмотря на то что Хойл защищал альтернативную теорию стационарной Вселенной, проведенные им исследования показали, что гелий, судя по его количеству и равномерному распределению, должен был образоваться на ранней стадии существования Вселенной, а не только в результате ядерных реакций внутри звезд.

Вселенная, как выяснили ученые, расширяется, но отсюда следует, что это расширение должно было когда-то начаться. Считается, что материя, время и пространство возникли в результате расширения некоей начальной точки, которое мы называем Большим взрывом. Такую гипотезу первым предложил Жорж Леметр, занимавшийся решением уравнений Общей теории относительности Альберта Эйнштейна.

Последующие наблюдения за населением («население» — это различные типы и поколения звезд) галактик с мощными радиоисточниками подтвердили гипотезу эволюционирующей Вселенной. Астрономы пока не могут точно объяснить, что послужило толчком к Большому взрыву, поскольку законы физики — такие, какие мы знаем сейчас, — не способны описать чрезвычайно горячее и плотное состояние материи.

За мельчайшие доли секунды Вселенная пережила период инфляции, то есть невероятно быстрого увеличения размеров, после чего продолжила постепенно расширяться, а ее содержимое стало охлаждаться. Через какое-то время образовались первые элементарные частицы и разделились фундаментальные взаимодействия — так возникло современное состояние Вселенной.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

РАСШИРЯЮЩАЯСЯ  
ВСЕЛЕННАЯ  
страница 96

РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
страница 100

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

АЛЕКСАНДР ФРИДМАН  
1888–1925

Российский и советский  
математик и физик

ЖОРЖ ЛЕМЕТР  
1894–1966

Бельгийский астроном

ФРЕД ХОЙЛ  
1915–2001

Британский астроном

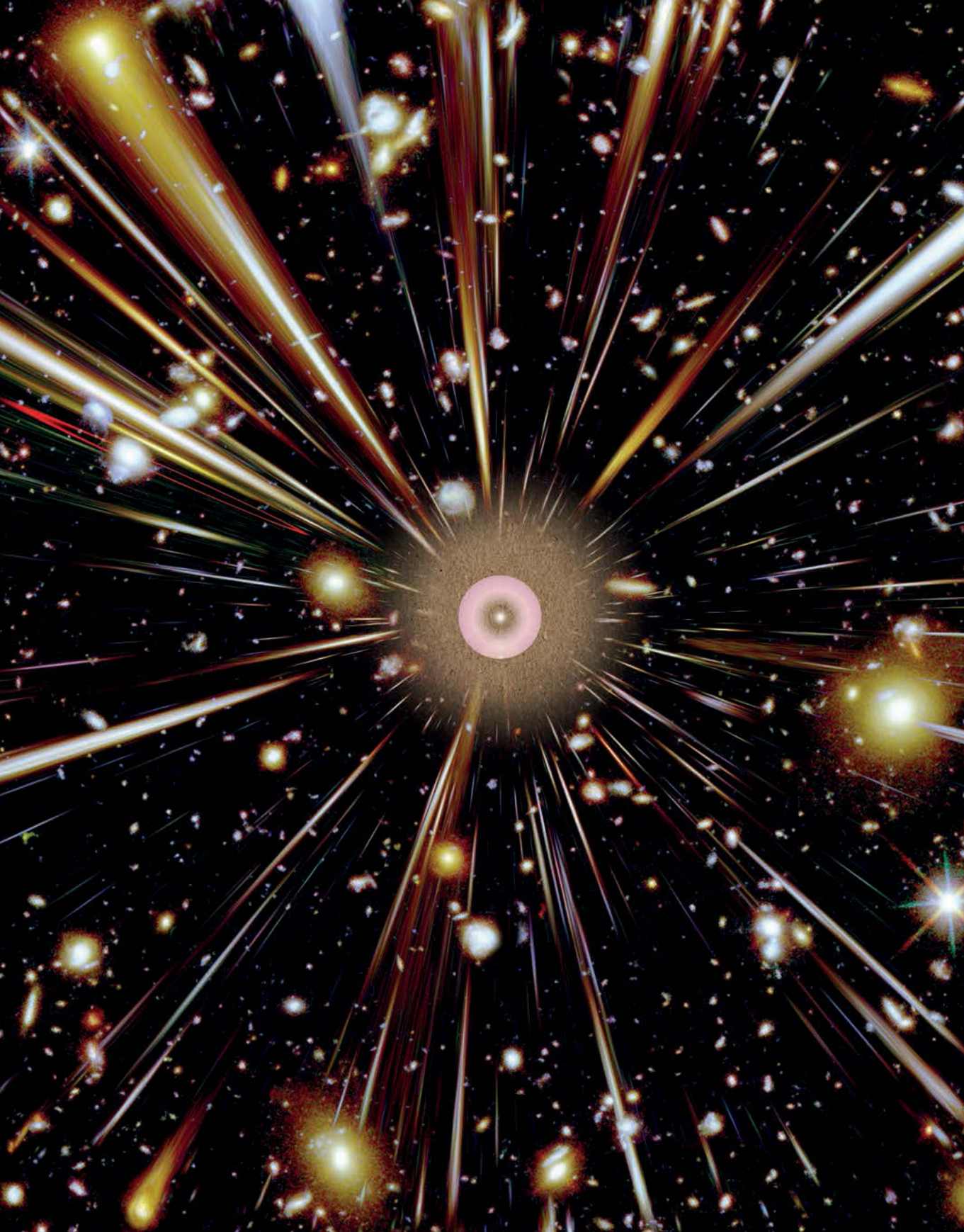
МАРТИН РАЙЛ  
1918–84

Британский радиоастроном

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**Большой взрыв — так называется эпохальное событие, произошедшее 13,7 миллиарда лет назад, в результате которого возникла Вселенная.**



# РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Наблюдение за движением галактик говорит о том, что наша Вселенная не статична и не вечна; она развивается и становится больше со временем.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Постоянная Хаббла, то есть коэффициент, определяющий скорость расширения Вселенной, оставалась в большой степени неопределенной до середины 1990-х годов, когда в ходе наблюдений за отдельными звездами в соседних галактиках с помощью телескопа Хаббла удалось рассчитать ее с точностью до нескольких процентов. Именно из-за расширения Вселенной свет от дальних объектов смещается в красную часть спектра.

Второе величайшее открытие Эдвина Хаббла, помимо подтверждения существования иных галактик кроме нашего Млечного Пути, заключалось в том, что Вселенная расширяется. Почти все галактики удаляются от нас, причем чем дальше они находятся, тем быстрее удаляются. О расширении Вселенной свидетельствует постоянно увеличивающееся пространство между галактиками. Если проследить за этим движением в обратную сторону, то можно рассчитать возраст Вселенной, то есть установить время, когда началось это расширение, — примерно 13,8 миллиарда лет назад. Недавние наблюдения за взрывами сверхновых, за неоднородностью реликтового микроволнового излучения и за веществом, содержащимся в скоплениях галактик, показали, что в последние 6 миллиардов лет это расширение ускорилось. Такое ускорение требует наличия во Вселенной чего-то еще, помимо наблюдаемых нами излучения, обычной материи и темной материи. Недостающим элементом, придавшим толчок расширению, может оказаться так называемая темная энергия; на ее долю может приходиться до трех четвертей всего, что содержится в космосе.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ  
страница 86

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ  
страница 94

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

СОЛ ПЕРЛМУТТЕР  
1959

Американский астрофизик, вместе со Шмидтом и Риссом доказавший, что расширение Вселенной происходит с ускорением

БРАЙАН ШМИДТ  
1967

Американский и австралийский астрофизик

АДАМ РИСС  
1969

Американский астрофизик

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**Начиная с Большого взрыва Вселенная расширяется, и расстояние между скоплениями галактик увеличивается; в последние 6 миллиардов лет этот процесс ускорился.**

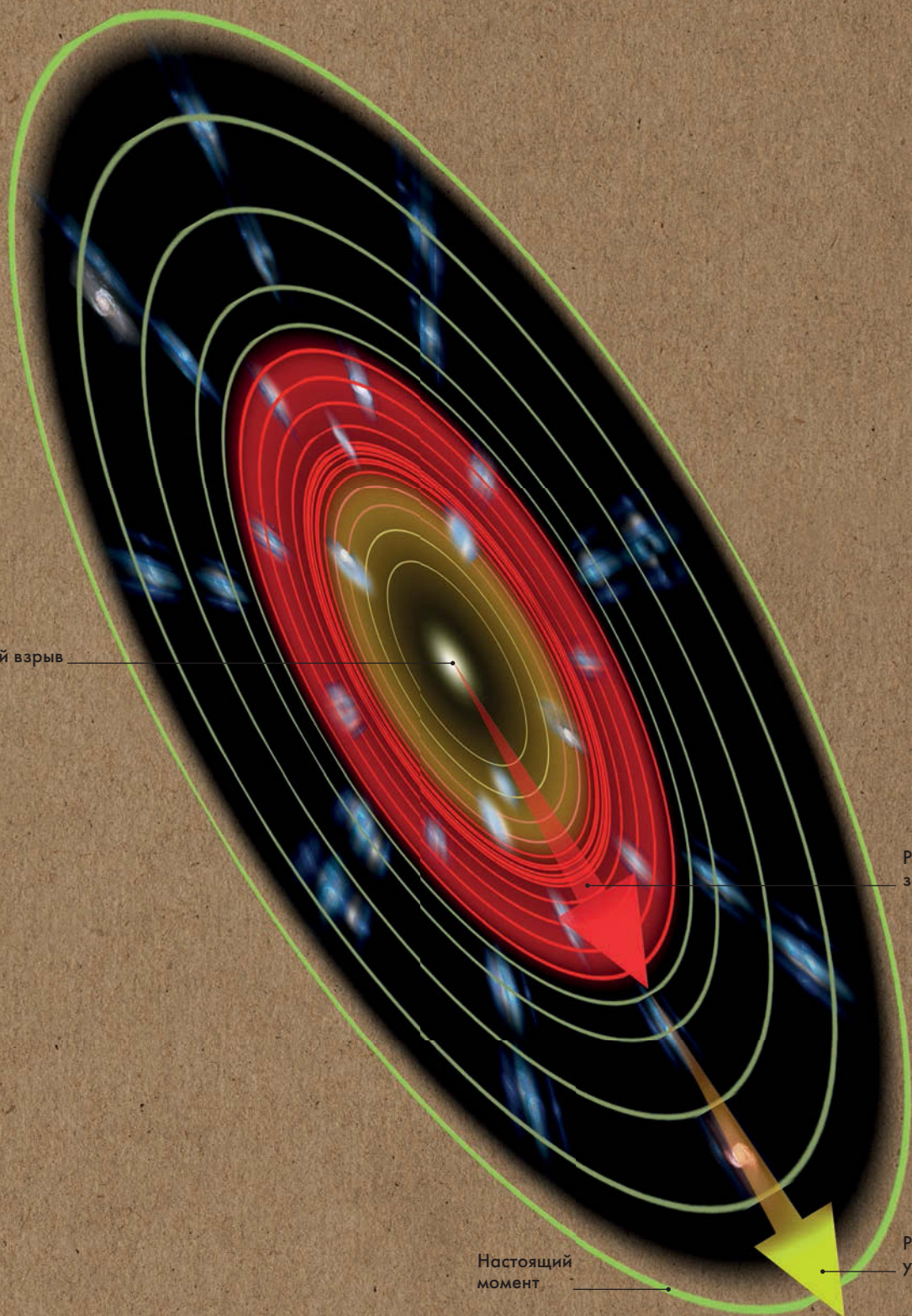


Большой взрыв

Расширение  
замедляется

Настоящий  
момент

Расширение  
ускоряется



20 ноября 1889 года  
Родился в Мэнсфилде,  
штат Миссури

1898  
Семья переезжает  
в Чикаго

1906–10  
Изучает математику,  
астрономию и есте-  
ственные науки  
в Чикагском универси-  
тете

1910–13  
Изучает право,  
литературу и испан-  
ский язык в Королев-  
ском колледже  
Оксфорда, получая  
стипендию Родса

1913  
Возвращается в США;  
недолго занимается  
юриспруденцией  
в Луисвилле, штат  
Кентукки

1914–17  
Продолжает занятия  
в Чикагском универси-  
тете и получает  
докторскую степень,  
защитив диссертацию  
«Фотографические  
исследования слабых  
туманностей»

1917  
Отклоняет предложение  
занять должность  
в обсерватории  
Маунт-Вилсон (в штате  
Калифорния) и поступа-  
ет на военную службу;  
принимает участие  
в Первой мировой  
войне

1917–18  
Служит в армии США,  
получает звание майора

1919  
Занимает должность  
в обсерватории  
Маунт-Вилсон

1923  
Открывает переменную  
цефеиду в туманности  
Андромеды (М 31)

1926  
Разрабатывает методы  
классификации  
галактик («Последова-  
тельность Хаббла»)

1929  
Формулирует закон,  
связывающий красное  
смещение галактик  
и расстояние до них  
(закон Хаббла)

1935  
Открывает астероид  
1373 Цинциннати;  
пишет «Наблюдатель-  
ский подход к космоло-  
гии» и «Царство  
туманностей»

1940  
Удостоен Золотой  
медали Королевского  
астрономического  
общества

1942–45  
Служит в армии США  
на Абердинском испы-  
тательном полигоне

1946  
Получает медаль  
за работу в области  
баллистики

1948  
Становится почетным  
членом Королевского  
колледжа в Оксфорде

1949  
Первым пользуется те-  
лескопом Хейла (опти-  
ческим телескопом  
с самой большой апер-  
турой в мире на то вре-  
мя) в Паломарской об-  
серватории в Сан-Ди-  
его, штат Калифорния

1949  
Переносит сердечный  
приступ

28 сентября 1953 года  
Умирает в Сан-Марино,  
штат Калифорния

1990  
НАСА запускает  
на орбиту телескоп  
Хаббла, названный  
в его честь



# ЭДВИН ХАББЛ

**Эдвин Хаббл**, уроженец Среднего Запада, во многих отношениях был типичным американцем — достаточно умным и сообразительным, честолюбивым, уверенным в себе, сильным и увлекающимся спортом; эти качества помогли ему получить стипендию Родса для обучения в Королевском колледже Оксфордского университета в Англии. Вернувшись домой, Хаббл преподавал испанский язык, математику и физику, а также был тренером по баскетболу в старшей школе штата Индиана, где его боготворили; некоторое время пытался работать юристом (как хотел его отец), а во время Первой мировой войны поступил на службу в армию, стремясь выполнить свой патриотический долг. Но помимо всего прочего он еще и увлекался исследованием ночного неба. Астрономия была его первой любовью, и, когда Эдвин оставил занятия юриспруденцией и вернулся в Чикагский университет, чтобы получить степень доктора, он сказал: «Я знал, что, будь я хоть второстепенным, хоть третьестепенным ученым, все равно астрономия останется для меня самым главным». Но вышло так, что он стал самым что ни на есть известным ученым в своей области. Хаббл буквально открыл нам новую Вселенную; работы Хаббла произвели, по выражению Стивена Хокинга, «одну из величайших интеллектуальных

революций двадцатого века». Исследуя небо с помощью телескопов в калифорнийских обсерваториях Маунт-Вилсон и Паломар, Хаббл доказал, что нас окружают миллионы галактик. (Такое предположение высказывал еще Гершель, но только Хабблу удалось его доказать.) Хаббл разработал метод классификации галактик на основе их формы (эллиптическая, линзовидная, спиральная и неправильная). Тщательно измерив красное смещение (увеличение длины волны излучения и сдвиг спектральных линий в красную сторону спектра вследствие удаления галактик), он установил, что галактики разлетаются друг от друга с определенным коэффициентом между скоростью и расстоянием между галактиками (постоянная Хаббла). Свой закон он назвал Законом зависимости красного смещения от расстояния до галактик, но в настоящее время он известен как «закон Хаббла». Кроме того, он пришел к выводу, что поскольку галактики разлетаются друг от друга, то Вселенная должна расширяться. Это его открытие настолько поразило ученых, что в 1931 году Альберт Эйнштейн специально посетил и поздравил Хаббла. Благодаря Хабблу возникла такая отдельная научная дисциплина, как космология, а его самого называют «первооткрывателем дальних звезд».



# РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Реликтовое излучение — «остаток» первого света, испущенного после Большого взрыва, — позволяет ученым судить о развитии и строении Вселенной.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

С помощью точных спутниковых измерений удалось составить карту реликтового излучения, на которой указывается не его интенсивность, а температура. На этой карте видно, что распределение реликтового излучения носит нерегулярный характер и что имеются участки, в которых оно отклоняется от среднего значения. Эти флуктуации указывают на первоначальные неоднородности в распределении энергии и массы, которые могут стать центром гравитационного притяжения.

На самых ранних стадиях своего существования Вселенная представляла собой невероятно горячую смесь заряженных частиц и фотонов, настолько плотную, что ни один фотон не мог пройти достаточно далеко, чтобы не вступить в какое-либо взаимодействие и не обменяться энергией с другими частицами; свет в результате этого был заперт в веществе. По мере расширения Вселенная все более охлаждалась, пока — примерно через 380 000 лет после Большого взрыва — ее температура не стала достаточно низкой, чтобы заряженные частицы образовали первые атомы. Они уже гораздо реже задерживали фотоны, которые стали свободно перемещаться в пространстве. Оставшиеся с тех времен фотоны стали реликтовым излучением, равномерно заполняющим космическое пространство. В результате продолжающегося расширения Вселенной длина волны фотонов (изначально обладающих очень большой энергией) увеличилась во много раз. В настоящее время ярче всего это излучение наблюдается в микроволновом диапазоне, соответствующем спектру излучению тела, нагретого всего на 2725 градусов выше абсолютного нуля.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ**  
страница 94

**РАСШИРЯЮЩАЯСЯ  
ВСЕЛЕННАЯ**  
страница 96

**ЗА ПРЕДЕЛАМИ  
ВИДИМОГО СВЕТА**  
страница 102

### БИОГРАФИИ

#### ЗА 3 СЕКУНДЫ

**АРНО ПЕНЗИАС**  
1933

Американский физик

**РОБЕРТ УИЛСОН**  
1936

Американский физик

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

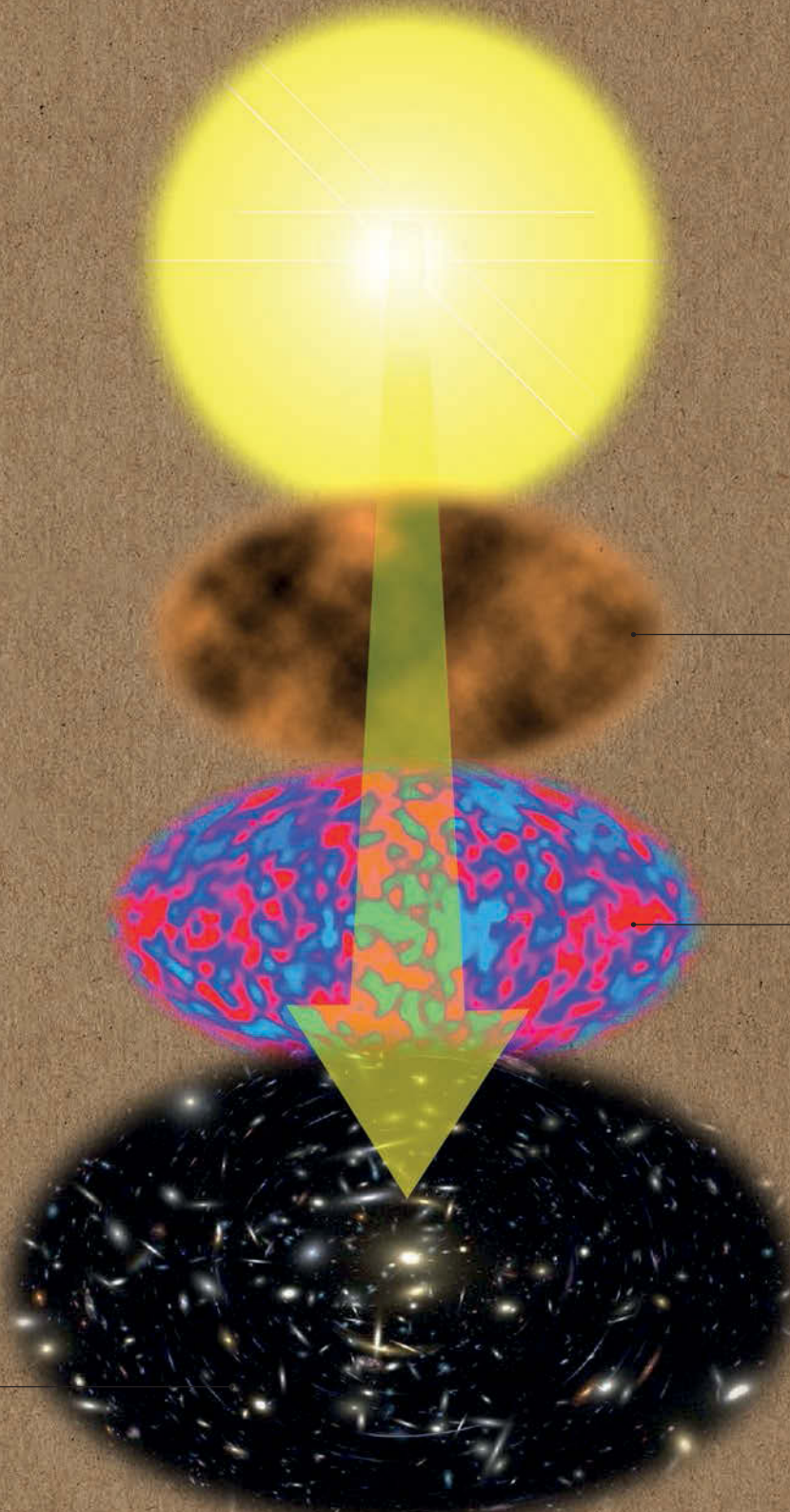
***Реликтовое излучение предоставляет возможность изучить Вселенную на ранней стадии ее существования, когда материя впервые стала уплотняться под действием гравитации, что привело к образованию галактик.***

Настоящее  
время

Через  $10^{-35}$   
секунд после  
Большого  
взрыва?

Через  
300 000 лет  
после Большого  
взрыва

Через  
13,7 миллиарда  
лет после  
Большого  
взрыва



# ЗА ПРЕДЕЛАМИ ВИДИМОГО СВЕТА

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Чтобы лучше понять Вселенную, нам необходимо изучать ее с помощью приборов, воспринимающих излучение за пределами видимого диапазона.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Через атмосферу нашей планеты может проходить излучение лишь определенной энергии (или длины волны). Радиоволны и видимый свет доходят до поверхности Земли, благодаря чему мы можем восхищаться ночным небом или изучать его при помощи радиотелескопов. Но атмосфера препятствует прохождению опасных рентгеновских и гамма-фотонов, поэтому для того, чтобы узнать, какие мощные явления служат источниками этих волн, нам требуется выводить телескопы в открытый космос.

Люди видят свет разных цветов, от красного до синего, но за пределами этого диапазона свет для нас невидим. Все объекты во Вселенной испускают свет — точнее, электромагнитное излучение, — но, к сожалению для астрономов, не всегда в видимом диапазоне; длина волны зависит от температуры. Когда звезды еще только образуются, до того как термоядерные реакции разогреют их до тысячи градусов и более, они испускают инфракрасное излучение. После того как начинаются термоядерные реакции синтеза, температура звезды повышается до нескольких тысяч градусов, и она испускает свет в видимом диапазоне, подобно лампе накаливания. Как только газ нагревается до нескольких сотен тысяч градусов, он начинает испускать ультрафиолетовые фотоны. При температуре в несколько миллионов градусов он испускает рентгеновские фотоны, свидетельствующие о происходящих в недрах звезд мощных процессах. А когда массивная звезда коллапсирует и превращается в черную дыру, газ разогревается до нескольких миллиардов градусов и испускает гамма-излучение.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
страница 100

КОСМИЧЕСКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
страница 104

СПЕКТР СВЕТА  
страница 122

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ИСААК НЬЮТОН  
1642–1727

Английский физик  
УИЛЬЯМ ГЕРШЕЛЬ  
1738–1822

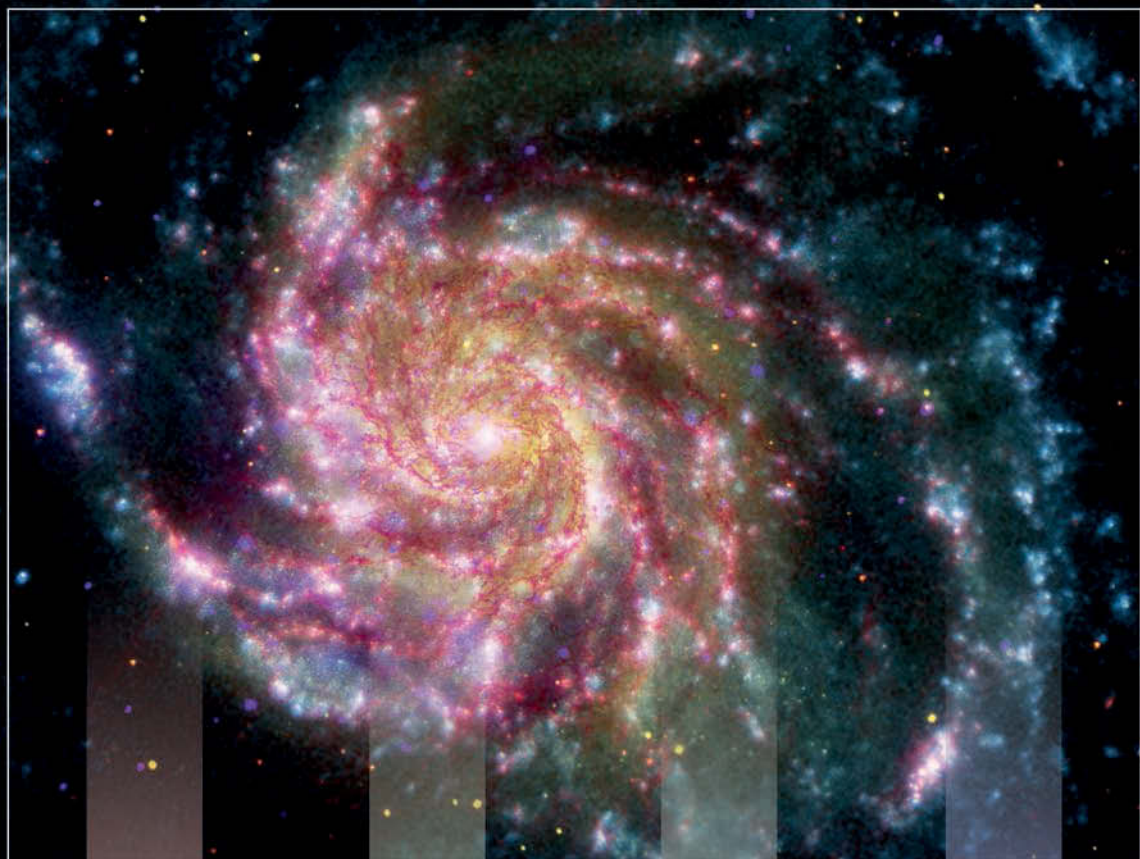
Английский астроном  
немецкого происхождения

### АВТОР СТАТЬИ

Даррен Бэскилл

*Поскольку при разной температуре газ испускает излучение с разной длиной волны, то для того, чтобы полностью понять Вселенную, нам требуется изучать ее во всех диапазонах спектра.*





...

...

# КОСМИЧЕСКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

В наиболее экстремальных участках Вселенной газ разогревается до миллионов градусов и испускает рентгеновское излучение.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Наша атмосфера препятствует прохождению рентгеновских лучей, поэтому для их изучения нужно отправляться в космос. Иногда рентгеновские телескопы устанавливаются на борту небольших ракет, полет которых длится лишь несколько минут. Для более подробного изучения рентгеновского излучения на орбиту выводят космические обсерватории, такие как американская «Чандра», европейская «ХММ-Ньютон» и японская «Судзаку».

18 июня 1962 года пролетавшая над штатом Нью-Мексико ракета зафиксировала рентгеновские лучи, источник которых находился за пределами Солнечной системы, но на тот момент он остался неопознанным. Рентгеновское излучение — это электромагнитные волны с большой энергией, испускаемые газом, нагретым до температуры более чем в миллион градусов в ходе мощных процессов. Сейчас, пятьдесят лет спустя, мы гораздо лучше понимаем, откуда до нас доходит рентгеновское излучение, а современные космические телескопы позволяют даже составить рентгеновскую карту Вселенной. Мы знаем, что зафиксированное в 1962 году рентгеновское излучение исходило от газа звезды массой меньше, чем половина массы Солнца, перетекающего на компактную нейтронную звезду. Космическое рентгеновское излучение подтверждает, насколько сурова наша Вселенная. Умершие звезды посреди остатков сверхновых, падающий на небольшие черные дыры газ в нашей Галактике и сверхмассивные черные дыры в центре других галактик — все они служат источниками рентгеновского излучения.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

ЗА ПРЕДЕЛАМИ  
ВИДИМОГО СВЕТА  
страница 102

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

РИККАРДО ДЖАККОНИ  
1931

Американский астрофизик  
итальянского происхождения

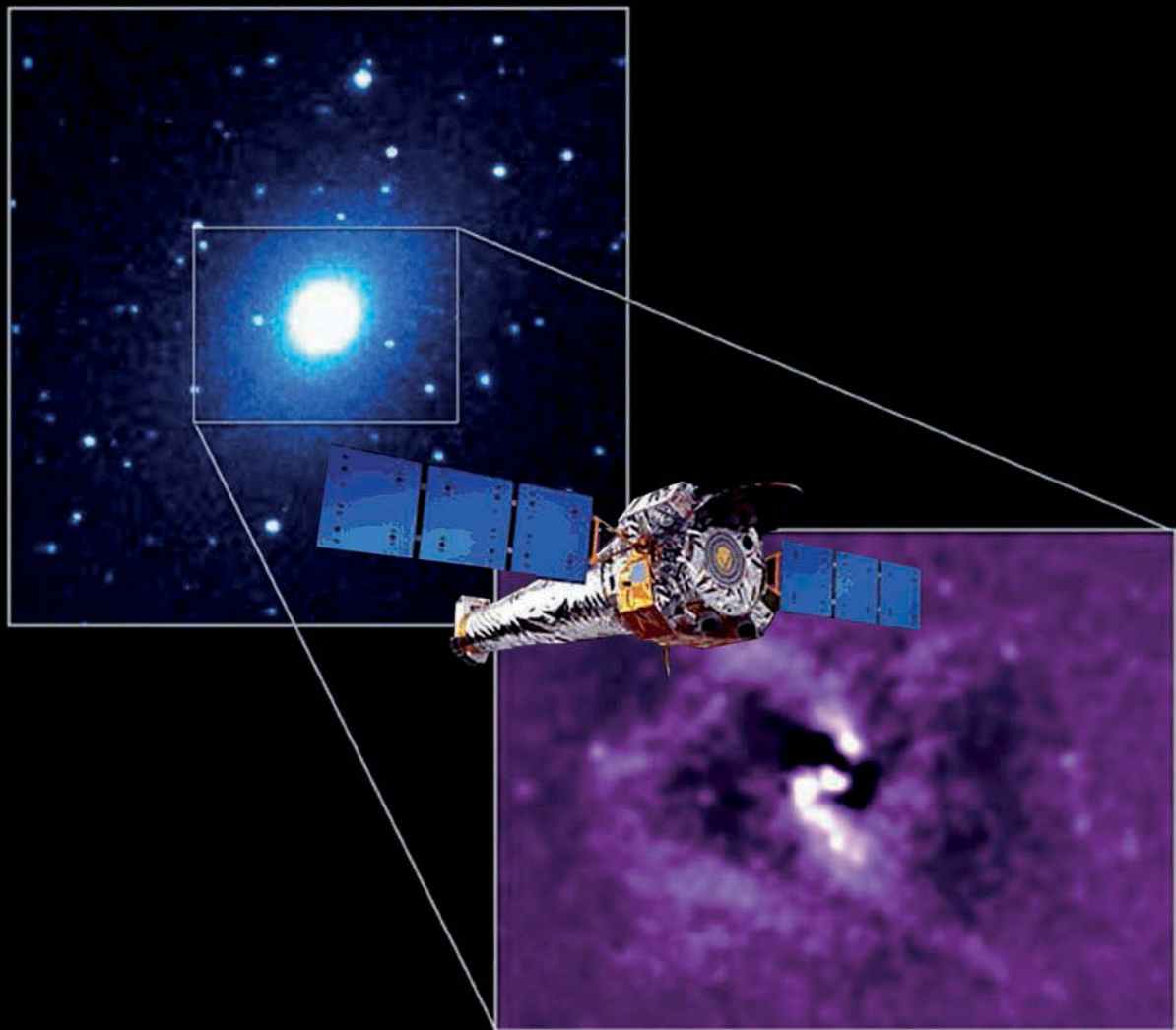
БРУНО РОССИ  
1905–93

Итальянский и американский  
астрофизик

АВТОР СТАТЬИ  
Даррен Бэскилл

**В центре этой галактики взрыв с энергией, равной энергии взрыва нескольких сотен сверхновых, разогрел газ до такой температуры, что он начал испускать рентгеновское излучение.**







# ГАММА-ВСПЛЕСКИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Гамма-всплески — это последствия мощных взрывов, самых мощных после Большого взрыва, которые происходят в разных уголках Вселенной.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Более долгий гамма-всплеск возникает в результате взрыва гиперновой, но источник коротких всплесков до сих пор остается загадкой. Некоторые астрономы предполагают, что короткие гамма-всплески возникают в результате поглощения нейтронной звезды черной дырой или при столкновении двух нейтронных звезд, в результате чего возникает черная дыра.

Детекторы гамма-фотонов, установленные на борту космических обсерваторий, примерно раз в сутки регистрируют мощные всплески гамма-излучения из различных космических источников, расположенных в далеких галактиках. За первоначальным всплеском следует послесвечение рентгеновском, видимом и радио диапазонах. Такие всплески свидетельствуют о невероятно мощных взрывах, энергия которых в десятки раз превышает энергию типичного взрыва сверхновой, что и позволяет астрономам наблюдать их в очень дальних галактиках. Гамма-всплески бывают двух типов: одни длятся менее секунды, а другие — около половины минуты. Иногда после более продолжительных гамма-всплесков в той же галактике наблюдали появление сверхновой. Послесвечение вызывается столкновением выброшенного сверхновой материала с окружающим ее газом. Гамма-лучи испускаются, когда очень массивная и быстро вращающаяся звезда коллапсирует и становится черной дырой. Из-за вращения пространство вдоль оси, и гамма-излучение испускается в виде направленного луча. Мы можем заметить этот луч, только если он направлен в сторону Земли, поэтому такие явления на самом деле происходят гораздо чаще, чем раз в сутки.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ПУЛЬСАРЫ  
страница 64

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

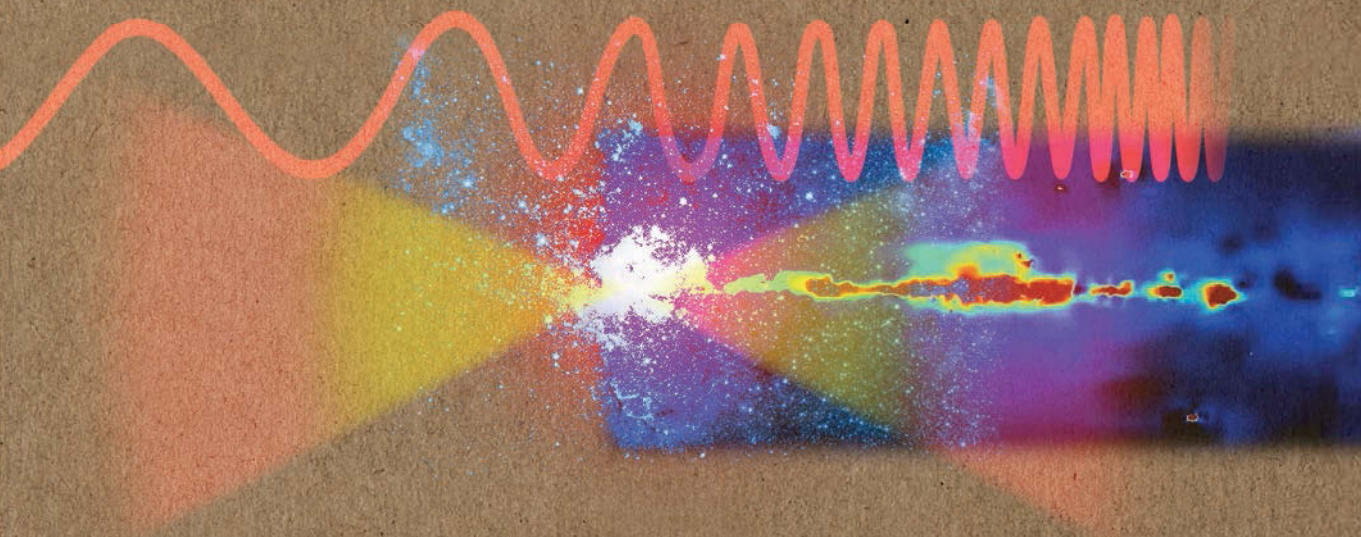
ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ РЭЙ КЛЕБЕСАДЕЛ 1932

Американский ученый, первым исследовавший гамма-всплески

АВТОР СТАТЬИ  
Пол Мердин

**Источники гамма-всплесков преобразуют силу взрыва в излучение в широком диапазоне длин волн и посылают направленное гамма-излучение через всю Вселенную.**



# КВАЗАРЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Квazar — это галактика с ярким ядром, состоящим из сверхмассивной черной дыры.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Черные дыры, по всей видимости, расположены в центре большинства галактик, хотя они вовсе не являются квазарами. Поток газа, который устремляется к ядру галактики и превращает ее в квазар, может возникнуть из-за сближения с другой галактикой. Черная дыра в центре нашей Галактики в 4 миллиона раз массивнее Солнца, но находится в спящем состоянии.

Квazarы были обнаружены, когда астрономы открыли источники радиоизлучения, которые походили на обычные звезды, но оказались галактиками с ярким ядром. Эти объекты получили название «квазизвездные радиоисточники», которое впоследствии сократилось до «квazarы». Высokоточные снимки, полученные при помощи радиотелескопов, наряду с другими данными доказывают, что ядро квазаров очень мало — размером примерно с нашу Солнечную систему. Вокруг ядра с очень большой скоростью обращаются газ и пыль, а само ядро при этом очень массивное — превышающее по массе Солнце от миллионов до миллиардов раз. Ядро квазара — это массивная черная дыра, поглощающая газ и выделяющая при этом большую энергию. Иногда в черную дыру может попасть отдельная звезда. Сила притяжения черной дыры вытягивает звезду в газообразную нить, и в одной яркой вспышке испускается огромное количество энергии. Некоторые сверхмассивные черные дыры выделяют столько энергии, что часть падающего в них газа выбрасывается наружу в виде джетов, направленных в противоположные стороны и уходящих в межгалактическое пространство.

### ПОХОЖАЯ ТЕМА

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

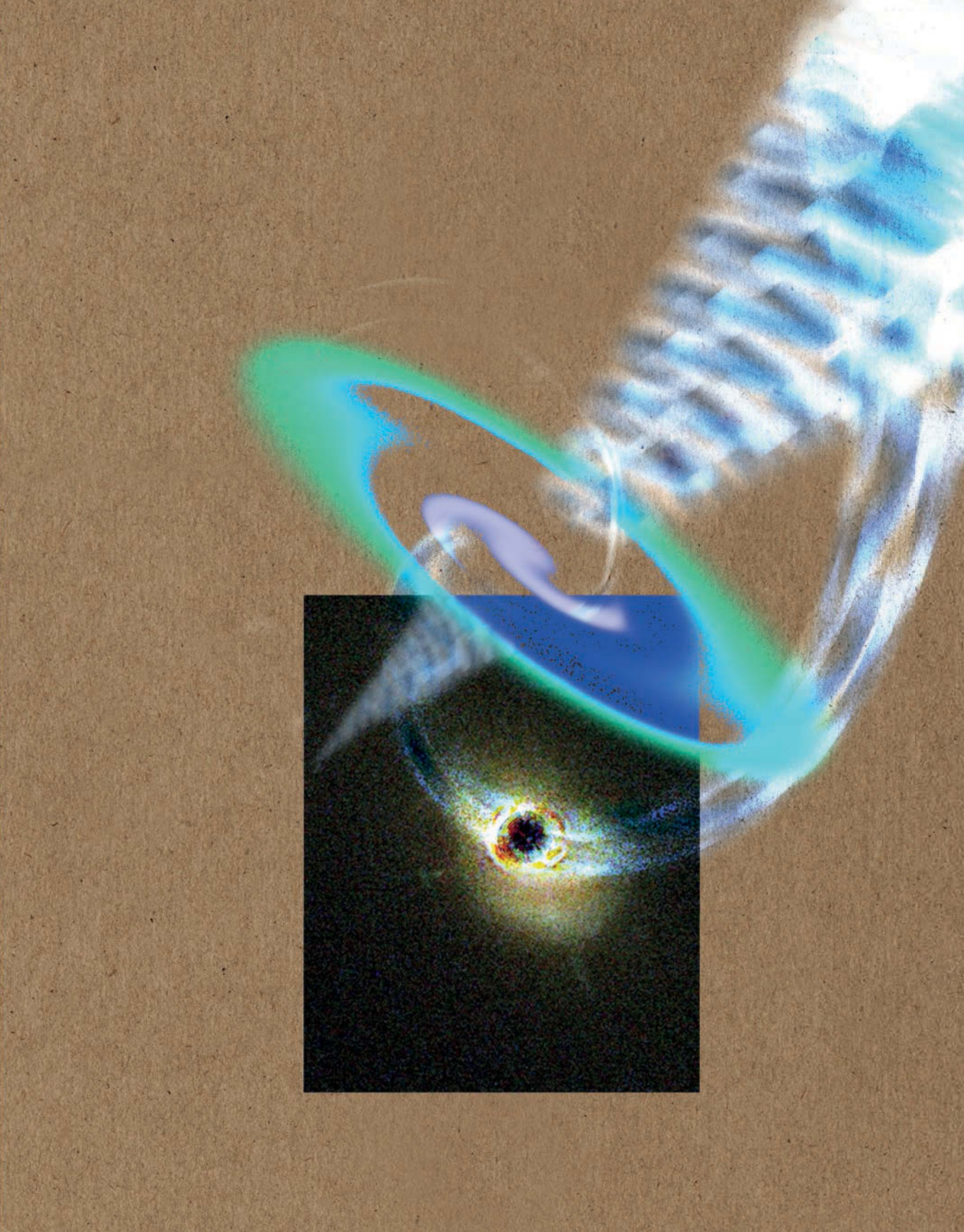
### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ МАРТИН ШМИДТ 1929

Нидерландский и американский астроном, первым опознавший квазар

**АВТОР СТАТЬИ**  
Пол Мердин

**Газ, обращающийся вокруг черной дыры в центре галактики. Падающий в нее газ излучает огромное количество энергии.**





# ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Астрономы знают о существовании темной материи, но не могут разглядеть ее непосредственно или сказать, из чего она состоит.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Ученые, пытавшиеся объяснить природу темной материи, предложили различные любопытные теории; согласно одной из них источниками гравитационного притяжения на окраинах галактик являются «массивные компактные объекты галактических гало». Согласно другой теории, это «слабовзаимодействующие массивные частицы», крошечные по отдельности, но вместе составляющие большую массу. Впрочем, их существование надо еще доказать.

Наше Солнце делает один оборот вокруг центра Млечного Пути, то есть Галактики, в которой мы живем, за 250 миллионов лет. Звезды, располагающиеся близко к черным дырам в центрах галактик, обращаются вокруг них очень быстро, в результате чего и не падают на эти дыры. Разумно было бы предположить, что звезды, расположенные дальше, должны двигаться медленнее, иначе они вылетят из галактик, но нет, все они передвигаются достаточно быстро и не сходят со своих орбит. Одно из объяснений такой аномалии заключается в том, что эти звезды удерживает на своих местах гравитационное воздействие большого количества материи. Астрономы называют эту материю темной; согласно теории, на долю темной материи приходится до 83 процентов всей материи во Вселенной. Темная материя проявляет себя и в явлениях более крупного масштаба — например, когда мы наблюдаем за вращением галактик друг относительно друга в скоплениях. Выяснить, чем же именно является эта темная материя, — одна из самых главных задач физики двадцать первого века.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ  
страница 94

РАСШИРЯЮЩАЯСЯ  
ВСЕЛЕННАЯ  
страница 96

ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ  
страница 112

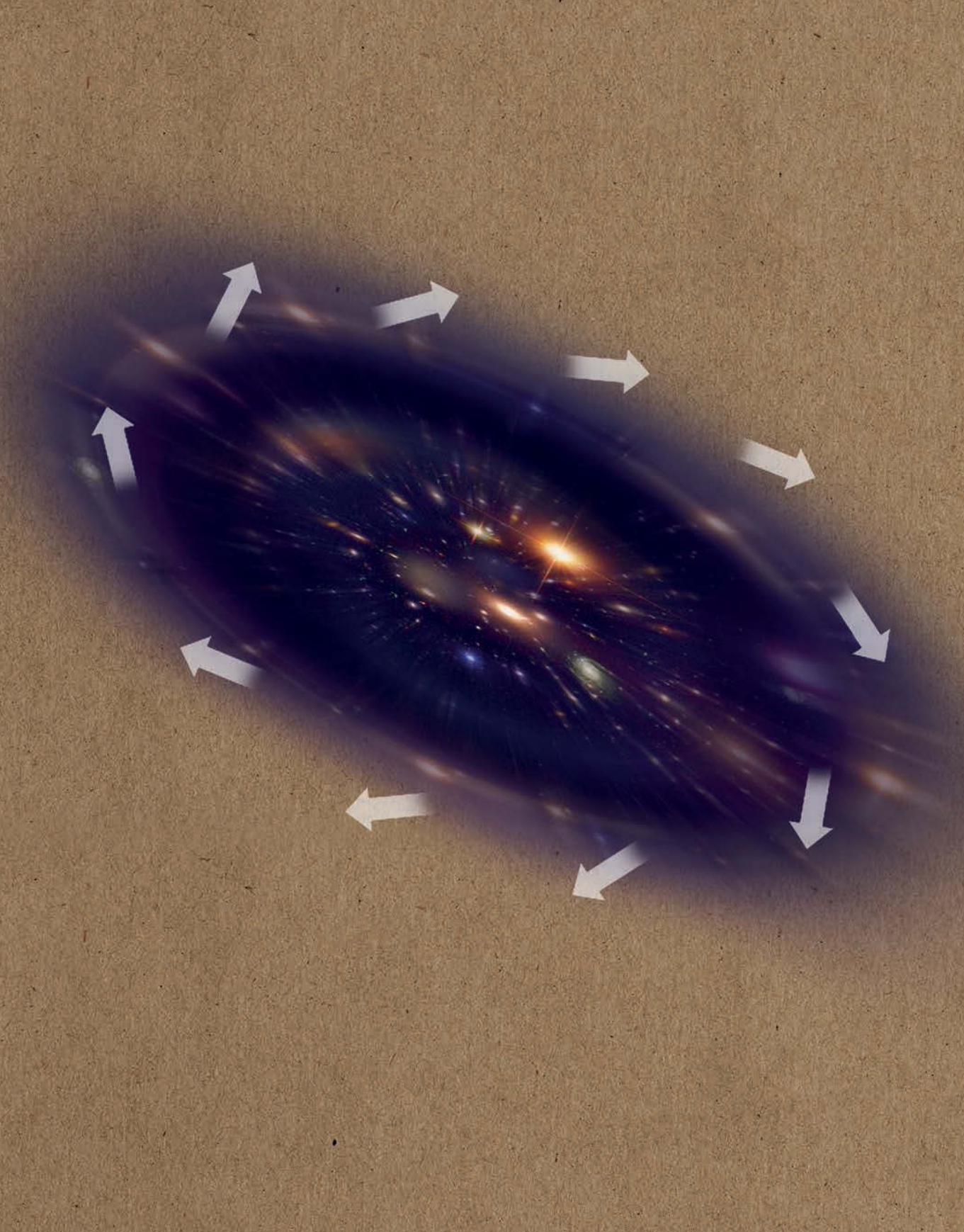
### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ФРИЦ ЦВИКИ  
1898–1974  
Швейцарский астроном  
ЯН ООРТ  
1900–92  
Нидерландский астроном

АВТОР СТАТЬИ  
Даррен Бэскилл

*Темная материя — источник гравитации, действующий не только в нашей Галактике, но и во Вселенной в целом. Но до сих пор неизвестно, что же она собой представляет.*







# ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Вселенная расширяется, причем галактики удаляются друг от друга с возрастающей скоростью; отталкивает их друг от друга «темная энергия».

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Темная энергия служит одной из иллюстраций того факта, что космическое пространство — это не просто пустота, в которой ничего нет; напротив, это активное физическое явление; в пространстве создаются пары частиц, в нем преломляется и искажается свет, распространяются гравитационные волны и, в конце концов, после Большого взрыва в нем возникло все существующее во Вселенной.

В начале XX века, еще до того, как астрономы обнаружили, что Вселенная расширяется, Альберт Эйнштейн попытался описать Вселенную статических галактик в своей Общей теории относительности. Но проблема заключалась в том, что благодаря гравитационному притяжению галактики должны были бы притягиваться друг к другу, а Вселенная должна была бы схлопнуться. В качестве объяснения, почему этого не происходит, Эйнштейн предположил наличие некоей силы, действующей в противоположном направлении, и ввел понятие «космологической постоянной», *Λ*. Когда же выяснилось, что Вселенная расширяется, Эйнштейн отказался от этой идеи, назвав ее своей «величайшей ошибкой». Галактики действительно притягиваются друг к другу, замедляя расширение Вселенной, и поэтому было бы логично предположить, что далекие галактики, которые мы видим такими, какими они были много миллиардов лет назад, должны удаляться друг от друга быстрее, чем близкие. Поскольку свет от галактик идет к нам с конечной скоростью, более близкие галактики мы видим такими, какими они были совсем недавно. В 1998–1999 годах с помощью телескопа Хаббла удалось обнаружить настолько далекие сверхновые типа Ia, что свет от них идет миллиарды лет. Но, к удивлению ученых, оказалось, что далекие галактики, в которых находятся эти сверхновые типа Ia, на самом деле отдаляются друг от друга медленнее, чем галактики сейчас.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СВЕРХНОВЫЕ  
страница 68

РАСШИРЯЮЩАЯСЯ  
ВСЕЛЕННАЯ  
страница 96

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

СОЛ ПЕРЛМУТТЕР  
1959

Американский астрофизик, вместе со Шмидтом и Риссом доказавший, что расширение Вселенной ускоряется, и предложивший понятие «темной энергии»

БРАЙАН ШМИДТ  
1967

Американский астрофизик

АДАМ РИСС  
1969

Американский астрофизик

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

**История Вселенной  
слева направо: начинающая с Большого взрыва, инфляции и постепенного остывания, заканчивая образованием галактик и их разлетом друг от друга, которое ускоряется из-за воздействия темной энергии.**

инфляция

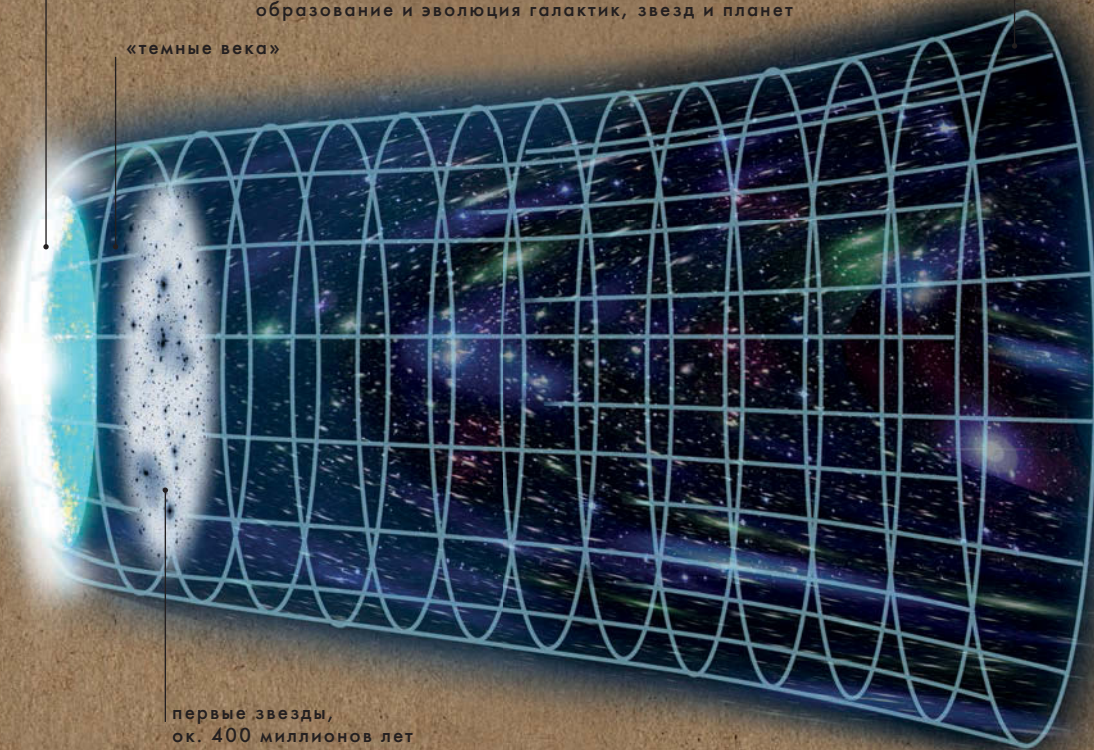
образование и эволюция галактик, звезд и планет

«темные века»

темная  
энергия  
ускоряет  
расширение

первые звезды,  
ок. 400 миллионов лет

13,78 миллиарда лет





# ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ





## ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ

### ГЛОССАРИЙ

**61 Лебеда** — двойная звезда в созвездии Лебеда, первая, для которой в 1838 году прусским астрономом Фридрихом Бесселем был измерен параллакс. Когда Бессель определил расстояние до нее в 10,4 световых года, это была первая приблизительная оценка расстояния до звезды помимо нашего Солнца. По современным данным, до нее 11,4 световых года.

**Аккреция** — процесс падения газа на массивное тело из окружающего пространства. Когда газ спиралями устремляется к черной дыре, он разогревается до температуры в миллионы градусов и испускает рентгеновское излучение. По этому излучению астрономы узнают о существовании черной дыры. Кроме того, аккреция может происходить и тогда, когда небольшая звезда (или ее остатки) притягивают газ или другое вещество своей соседки в двойной системе.

**Астероид** — каменистое тело Солнечной системы, обращающееся по орбите вокруг Солнца и по размерам меньше планет. Большинство известных астероидов находятся в поясе между орбитами Марса и Юпитера. Исследования, проведенные в 2012 году Институтом Карнеги в Вашингтоне, показали, что вода на Земле появилась в результате столкновений с ней астероидов, а вовсе не комет, как предполагалось раньше.

**Гравитация (притяжение)** — фундаментальное взаимодействие, благодаря которому тела притягиваются друг к другу. Сила гравитации пропорциональна произведению масс двух тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Благодаря гравитации любое тело на Земле обладает весом и поэтому падает на ее поверхность. В космосе благодаря гравитации Земля и другие планеты обращаются по своим орбитам вокруг Солнца, а Солнце обращается по своей орбите вокруг центра галактики Млечный Путь. Кроме того, именно из-за гравитации образуются черные дыры, когда в каком-то участке космического пространства вещество плотно концентрируется и его масса становится настолько большой, что притягивает все вокруг.

**Красное смещение** — увеличение длины волны света и ее смещение в красную часть спектра. Это явление возникает, когда испускающее свет тело удаляется от наблюдателя. Например, свет от дальних галактик смещен в красную часть спектра, потому что они удаляются от нашей Галактики. Красным смещением называют иногда и увеличение длины электромагнитных волн за пределами видимого спектра — например, радиоволн или рентгеновских волн — в результате их удаления от наблюдателя.

**Местная группа** — скопление из более чем 30 галактик диаметром в 10 миллионов световых лет, в которое входят наша галактика (Млечный Путь), ближайшая к нам спиральная галактика (Галактика Андромеды) и Галактика Треугольника. Гравитационный центр скопления располагается между Млечным Путем и Галактикой Андромеды.

**Проксима Центавра** — красный карлик в созвездии Центавра, ближайшая к Солнцу звезда, расположенная от него примерно в 4,3 световых года. Вторая и третья ближайшие соседки Солнца — это две звезды из системы Альфа Центавра, находящиеся всего в 0,2 световых года от Проксимы Центавра. Какое-то время астрономы причисляли Альфу Центавра к двойным звездным системам, но сейчас, как правило, рассматривают ее вместе с Проксимой Центавра как единое целое, то есть тройную звездную систему.

**Пространство-время** — континуум пространства-времени, концепция которого была предложена Альбертом Эйнштейном. Согласно общераспространенному представлению о Вселенной, три измерения пространства и одно измерение времени рассматриваются как отдельные категории, но согласно концепции пространственно-временного континуума это четыре равноценных измерения.

**Синее смещение** — смещение длины волны света к синему (фиолетовому) концу спектра. Это явление возникает, когда испускающее свет тело приближается к наблюдателю. Например, свет от Галактики Андромеды смещен в синюю часть спектра, потому что внутри Местной группы Галактик она приближается к нашей Галактике, Млечному Пути. Как и в случае с красным смещением, синим смещением называют иногда и сокращение длины электромагнитных волн за пределами видимого спектра — например, радиоволн или рентгеновских волн — в результате приближения их источника к наблюдателю.

**Эллипс** — вытянутая окружность. В более строгом смысле это геометрическая фигура, представляющая собой замкнутую кривую, для которой сумма расстояний от любой точки до двух фокусов постоянна. По эллиптическим орбитам движутся все тела в Солнечной системе, от спутников до планет, а также звезды друг относительно друга.

# СВЕТОВЫЕ ГОДЫ И ПАРСЕКИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Расстояние от Земли до звезды измеряют по времени, за которое до нас доходит ее свет.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Пользуясь аналогиями своего времени, естествоиспытатель Фрэнсис Робартс в 1694 году описывал расстояния до звезд следующим образом: «Свету, чтобы дойти до нас от звезды, требуется больше времени, чем занимает плавание в Вест-Индию (какое первоначально длилось шесть недель)». Ближайшая к нам звезда, Проксима Центавра, расположена на расстоянии в 4,3 световых года, то есть 40,9 триллиона километров.

До 1543 года большинство астрономов считали, что Земля находится в центре Вселенной и что все остальные небесные тела движутся вокруг нее. В указанном году Николай Коперник предположил, что Земля на самом деле обращается вокруг Солнца; из того, что звезды при этом, казалось бы, не движутся друг относительно друга, был сделан вывод, что они находятся на очень большом расстоянии от нас. На самом деле звезды меняют свое месторасположение на ночном небе, но почти незаметно. Смещение звезды из-за движения Земли называется параллаксом. Первым астрономом, измерившим параллакс звезды, стал Фридрих Бессель, который в 1838 году вычислил, что параллакс звезды  $\delta 1$  Лебедя равен  $\frac{1}{3}$  угловой секунды (около  $1/10\,000$  градуса), а это примерно как толщина иголки, если смотреть на нее с расстояния в 135 метров. Расстояние до гипотетической звезды, параллакс которой равен одной угловой секунде, называется парсеком; один парсек равен 30,6 триллиона километров — на самом деле настолько близко от нас не находится ни одна звезда. На основании своих расчетов Бессель пришел к выводу, что свет от  $\delta 1$  Лебедя доходит до нас за 11 лет.

### ПОХОЖАЯ ТЕМА

ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД  
страница 54

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ОЛЕ РЁМЕР  
1644–1710

Датский ученый, первым измеривший скорость света

ФРИДРИХ БЕССЕЛЬ  
1784–1846

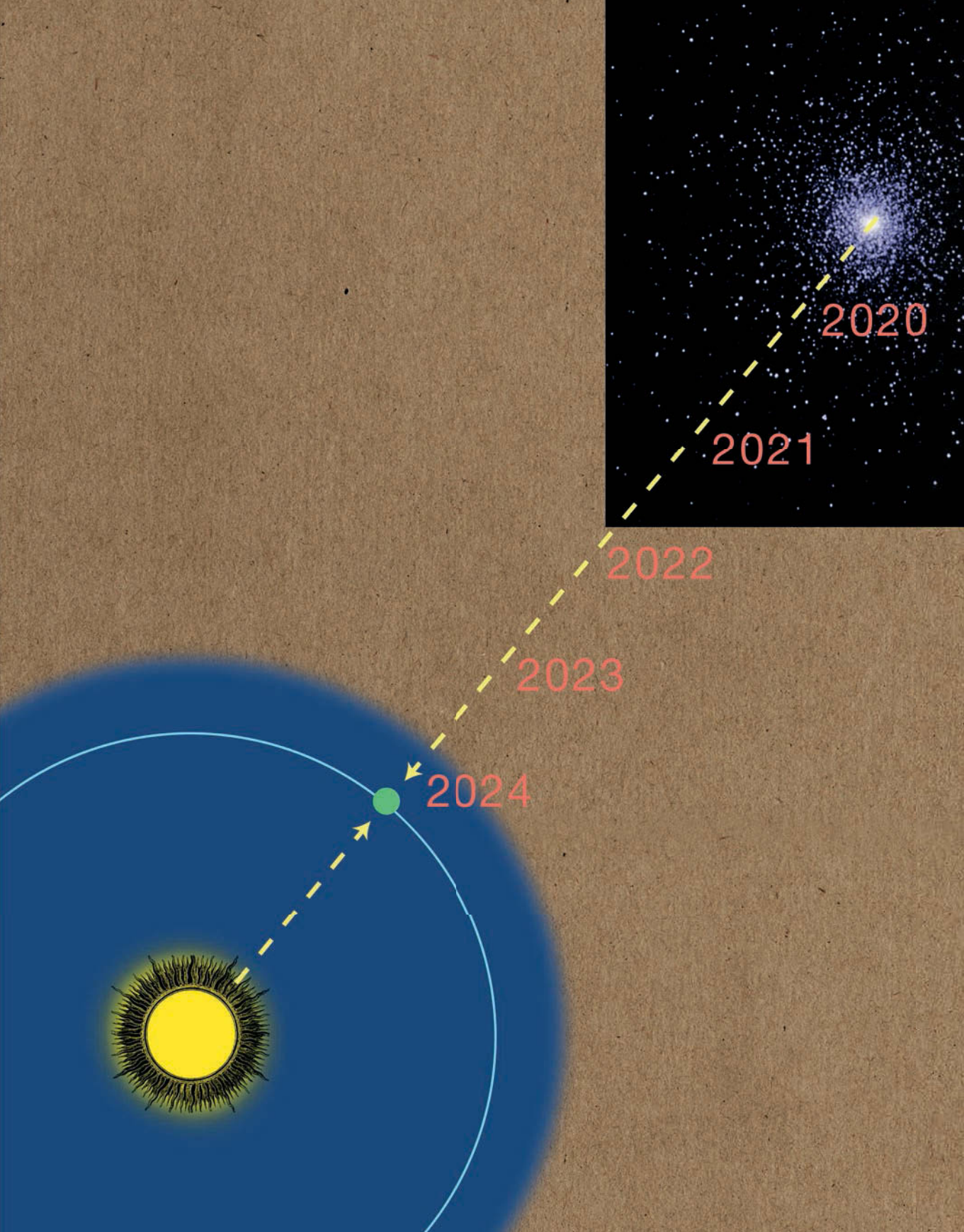
Прусский математик и астроном

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

**От ближайшей звезды до Земли свет доходит за 4 года, но от Солнца до Земли — всего за 8 минут.**





# ЭЛЛИПСЫ И ОРБИТЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Сила притяжения — основная сила, определяющая движение небесных тел.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Настоящая орбита планеты представляет собой эллипс лишь приблизительно, потому что на нее, помимо звезды, влияют и другие небесные тела.

В Солнечной системе притяжение Солнца настолько велико, что притяжением других планет можно пренебречь. Но на больших масштабах времени, особенно когда две и более планеты приближаются друг к другу, их орбиты отклоняются, смещаются и искажаются, часто непредсказуемым образом.

Вплоть до шестнадцатого века астрономы полагали, что планеты обращаются вокруг Солнца по окружности или по комбинациям окружностей, называемых эпициклами. Для изучения движения планет Тихо Браге основал специальную обсерваторию еще до распространения телескопов. В 1605 году Иоганн Кеплер, ученик Тихо Браге, на основании наблюдений своего учителя установил, что планеты на самом деле движутся вокруг Солнца по эллипсам, но почему так происходит, оставалось загадкой, пока Исаак Ньютон не доказал, что это следствие его теории всемирного тяготения. В частности, сила притяжения между Солнцем и планетой обратно пропорциональна квадрату расстоянию между ними. Орбита одной звезды вокруг другой и орбита спутника вокруг планеты также представляют собой эллипсы. Ньютон не зря гордился тем, что его теория универсальна, ведь ее правоту в очередной раз подтвердил его друг Эдмонд Галлей, доказавший, что орбита наблюдаемой им кометы является вытянутым эллипсом и что она вернется к Земле через 74 года (в наше время она известна под названием «комета Галлея»). Многие другие кометы обращаются вокруг Солнца по еще более узким и вытянутым эллипсам.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ  
страница 56

ЭКЗОПЛАНЕТЫ  
страница 142

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ТИХО БРАГЕ  
1546–1601

Датский астроном  
ИОГАНН КЕПЛЕР  
1571–1630

Немецкий ученый,  
открывший три закона  
движения планет

ЭДМОНД ГАЛЛЕЙ  
1656–1742

Английский астроном

ЭДВАРД ЛОРЕНЦ  
1917–2008

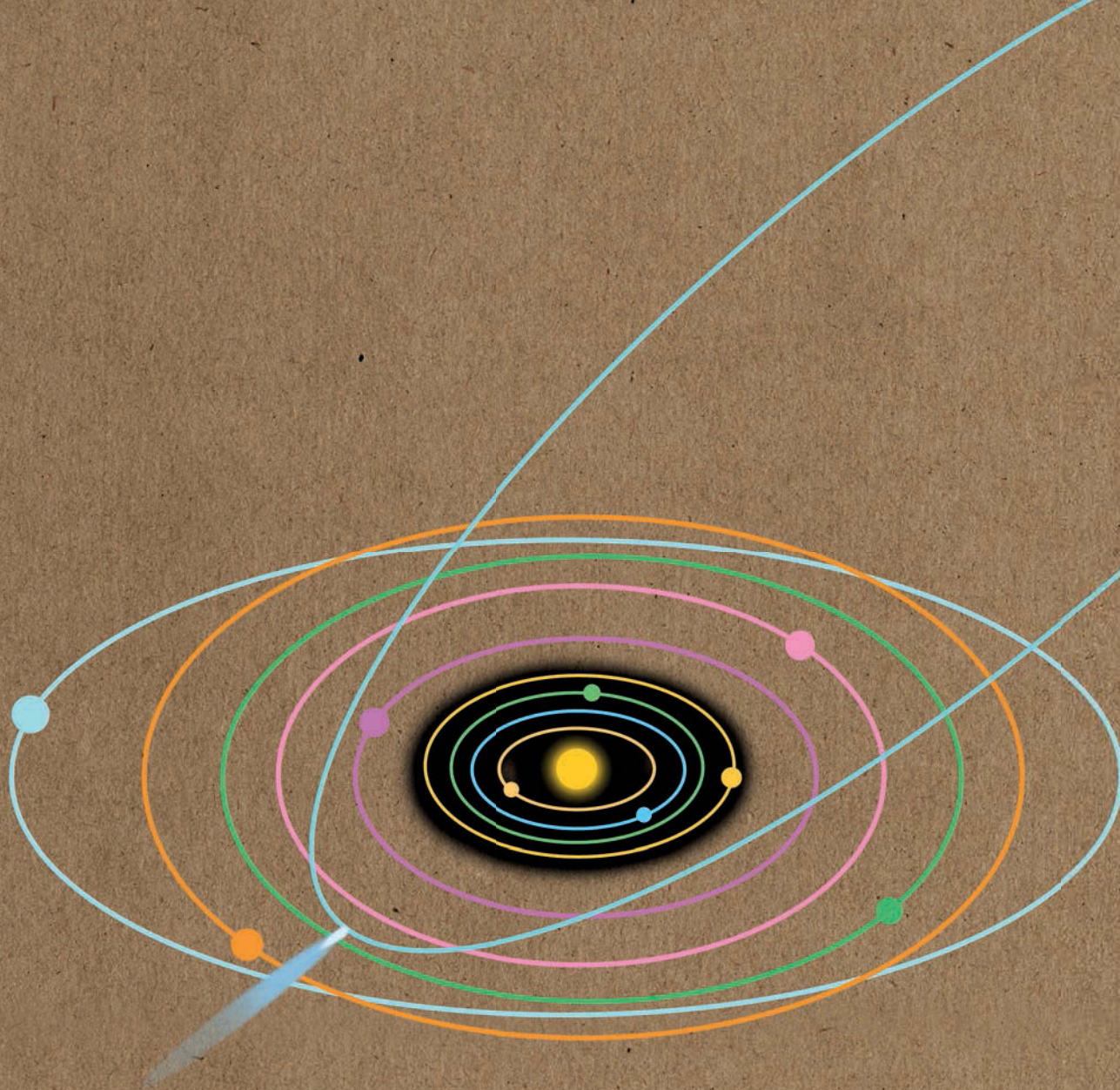
Американский ученый, осно-  
вположник теории хаоса

### АВТОР СТАТЬИ

Пол Мердин

**Орбиты некоторых  
комет представляют  
собой сильно  
вытянутые эллипсы,  
приближающиеся  
к параболам.**







# СПЕКТР СВЕТА

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

В свете скрыто гораздо больше, чем кажется на первый взгляд. Астрономы исследуют космос, расщепляя свет от небесных объектов на миллионы цветов.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Волны света в чем-то похожи на звуковые волны. Если мимо вас проедет автомобиль с сиреной, то можно услышать, как звук сирены меняется — при приближении звуковые волны становятся короче (и звук кажется выше), а при удалении — длиннее. Так и от дальних объектов может приходиться свет либо с синим смещением (сжатые волны), либо с красным смещением (удлиненные волны).

Свет перемещается в пространстве в виде электромагнитных волн, и длина этих волн определяет его цвет. Весь видимый нами свет представляет собой сочетание волн различной длины, от 400 до 750 нанометров, то есть от фиолетового до красного цвета. С помощью спектрометров астрономы расщепляют приходящий от объектов свет на спектр и измеряют яркость его различных участков. Свет от ламп накаливания (в котором волны разной длины распределены непрерывно) и свет от люминесцентных ламп (с прерывистым распределением волн разной длины) кажется нам одинаковым, хотя их спектры отличаются, если исследовать их через спектрометр. Спектрометры помогают астрономам исследовать удаленные объекты и определять их состав. Разные атомы и молекулы излучают или поглощают электромагнитные волны различной длины; изучая снимки их спектров, можно узнать, из каких минералов состоят астероиды, какие процессы происходят в звездах, как движутся галактики, и динамику газа вокруг черных дыр — и все это не выходя из исследовательской лаборатории.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СОЛНЦЕ  
страница 36

ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД  
страница 54

ЗА ПРЕДЕЛАМИ  
ВИДИМОГО СВЕТА  
страница 102

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ИСААК НЬЮТОН  
1642–1727

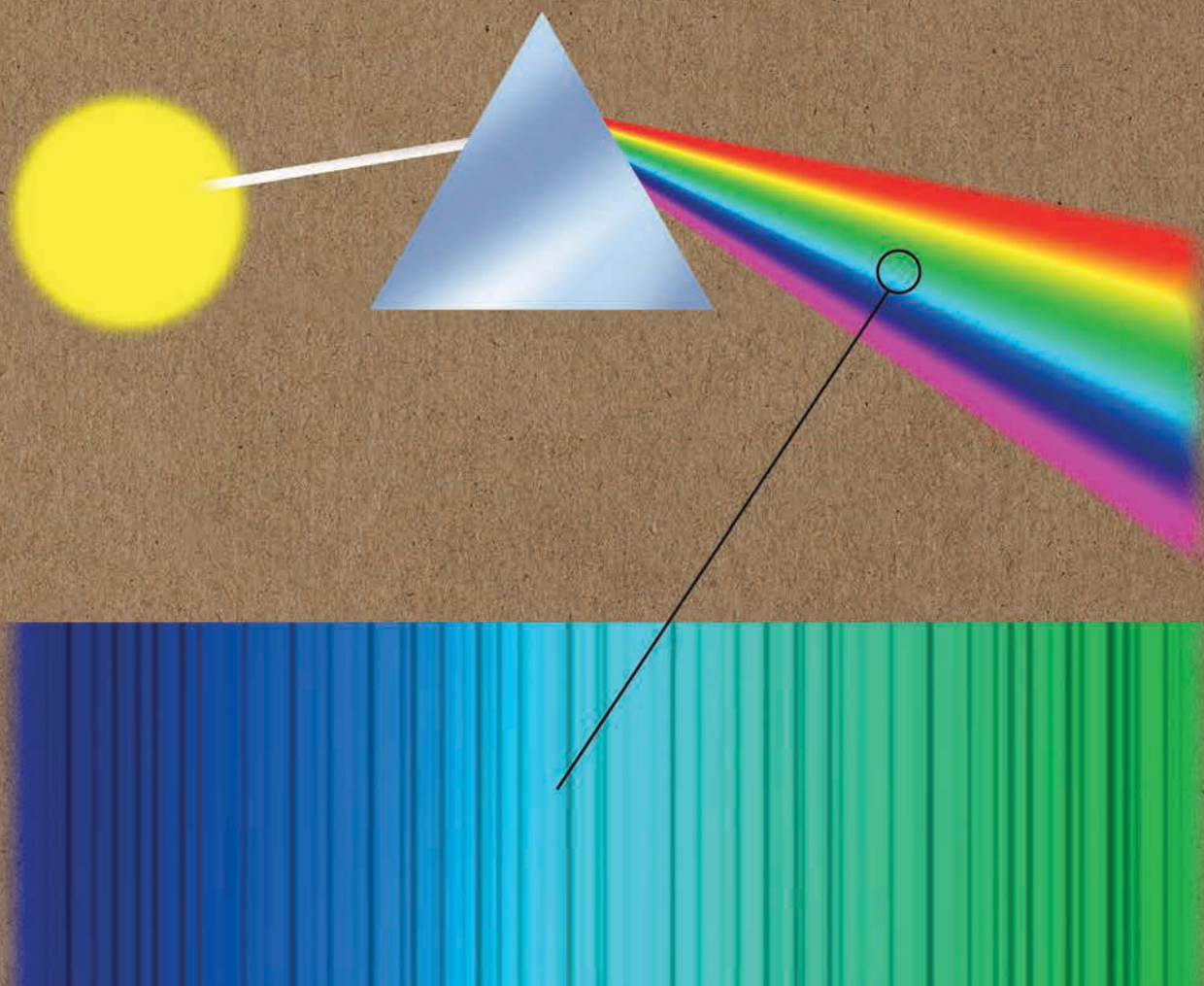
Английский физик  
СЕСИЛИЯ ПЕЙН-  
ГАПОШКИНА  
1900–79

Английский и американский  
астрофизик

### АВТОР СТАТЬИ

Закори К. Берта

**Спектр звездного света представляет собой непрерывную радугу, но некоторые участки в нем отсутствуют, что указывает на поглощение этих волн атомами и молекулами в звезде или межзвездном пространстве.**



# ГРАВИТАЦИЯ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Гравитация — фундаментальная сила Вселенной, потому что именно этим взаимодействием объясняются движение астрономических объектов.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Любое изменение силы притяжения, которая воздействует на космический объект, приводит к возникновению приливных сил.

На Земле в ближайшей к Луне и в самой дальней от нее точке образуются приливные волны. Приливные силы, возникающие между парой сближающихся галактик, выталкивают из них огромные потоки звезд и газа; звезды, проходящие слишком близко от черной дыры, под действием приливных сил могут полностью разрушиться.

В семнадцатом веке английский физик и математик Исаак Ньютон ввел понятие гравитации как невидимой силы, действующей на объект на расстоянии. Согласно его закону всемирного тяготения, всякое тело во Вселенной воздействует на любое другое тело: чем больше его масса, тем сильнее сила притяжения. Гравитация придает массе вес и определяет, в каком направлении будет двигаться тело, если его отпустить. Простой принцип определяет поведение всех объектов в ближнем космосе. От него зависит орбитальное движение всех планет и их спутников; благодаря этому принципу космические агентства успешно запускают автоматические зонды, с помощью которых исследуют Солнечную систему. Закону всемирного тяготения подчиняется движение звезд в нашей Галактике и галактик внутри скоплений, таких как Местная группа. В 1915 году физик Альберт Эйнштейн расширил наше представление о гравитации, разработав Общую теорию относительности, объясняющую, как гравитация и масса ведут себя при скоростях, приближающихся к скорости света. Но мы больше знаем об эффектах гравитации, чем о самой гравитации — до сих пор остается загадкой, как она связана с квантовой теорией.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЛУНА  
страница 20

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК  
страница 88

ЭЛЛИПСЫ И ОРБИТЫ  
страница 120

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ  
страница 126

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ИСААК НЬЮТОН  
1642–1727

Английский физик

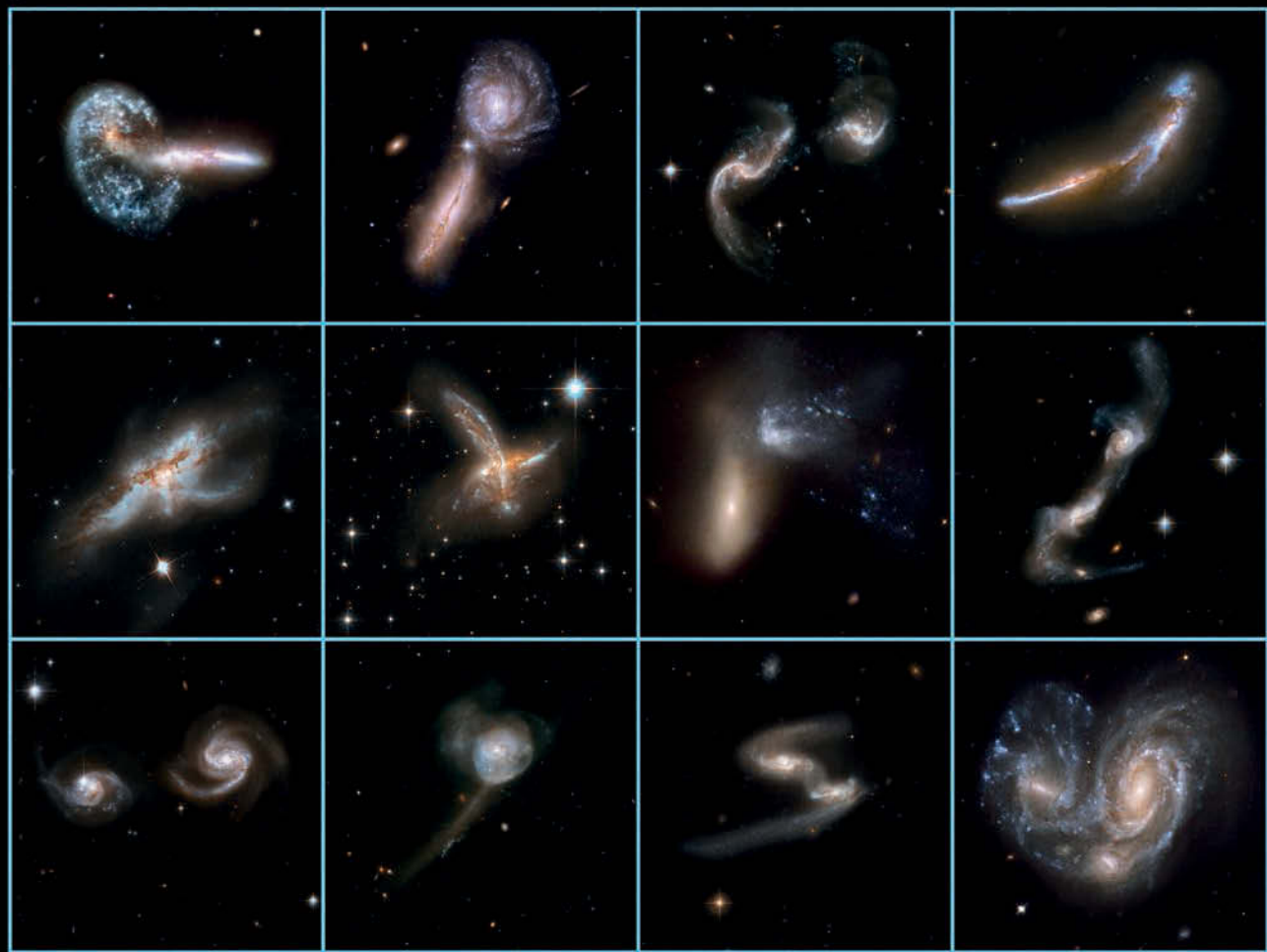
АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН  
1879–1955

Родившийся в Германии и живший в Швейцарии и Америке физик-теоретик

АВТОР СТАТЬИ  
Энди Фабиан

**Когда галактики проходят рядом друг с другом, сила притяжения между ними приводит к образованию «приливных» хвостов из газа и звезд.**





# ОТНОСИТЕЛЬ- НОСТЬ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Теория относительности описывает, как относительные скорости наблюдателя и объекта влияют на измеряемую длину, наблюдаемое время и действие гравитации.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Выводы, сделанные на основе теории относительности, пока что подтверждались в ходе каждого эксперимента, призванного проверить ее основные постулаты. В отличие от теории всеобщего тяготения Ньютона, теория относительности может объяснить аномалии в орбитальном движении Меркурия, вызванные гравитационными линзами эффекты и замедление времени в сильном гравитационном поле.

В своей Специальной теории относительности Альберт Эйнштейн утверждал, что на измеряемые длину и интервалы времени влияют относительные скорости наблюдателя и наблюдаемых явления или объекта. Так, например, для неподвижного наблюдателя движущиеся с очень быстрой скоростью часы замедляются, а их размеры кажутся меньше, чем размеры таких же часов в состоянии покоя. Но, несмотря на это, скорость света и законы физики остаются неизменными для всех наблюдателей, как бы быстро они ни двигались. Исходя из этого, Эйнштейн вывел свое знаменитое уравнение  $E = mc^2$ , в котором установлена связь между массой и энергией. Происходящие в недрах звезд атомные реакции действительно приводят к высвобождению энергии из массы. В 1915 году Эйнштейн развил свои мысли и создал Общую теорию относительности, в которой рассматривается ускоренное движение между наблюдателем и наблюдаемым объектом. Гравитация в ней уже объясняется как искажение пространства-времени под влиянием массы. Таким образом, распределение материи во Вселенной влияет на общую геометрию пространства.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ  
страница 56

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

ГРАВИТАЦИЯ  
страница 124

ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА  
страница 128

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ХЕНДРИК ЛОРЕНЦ  
1853–1928

Нидерландский физик

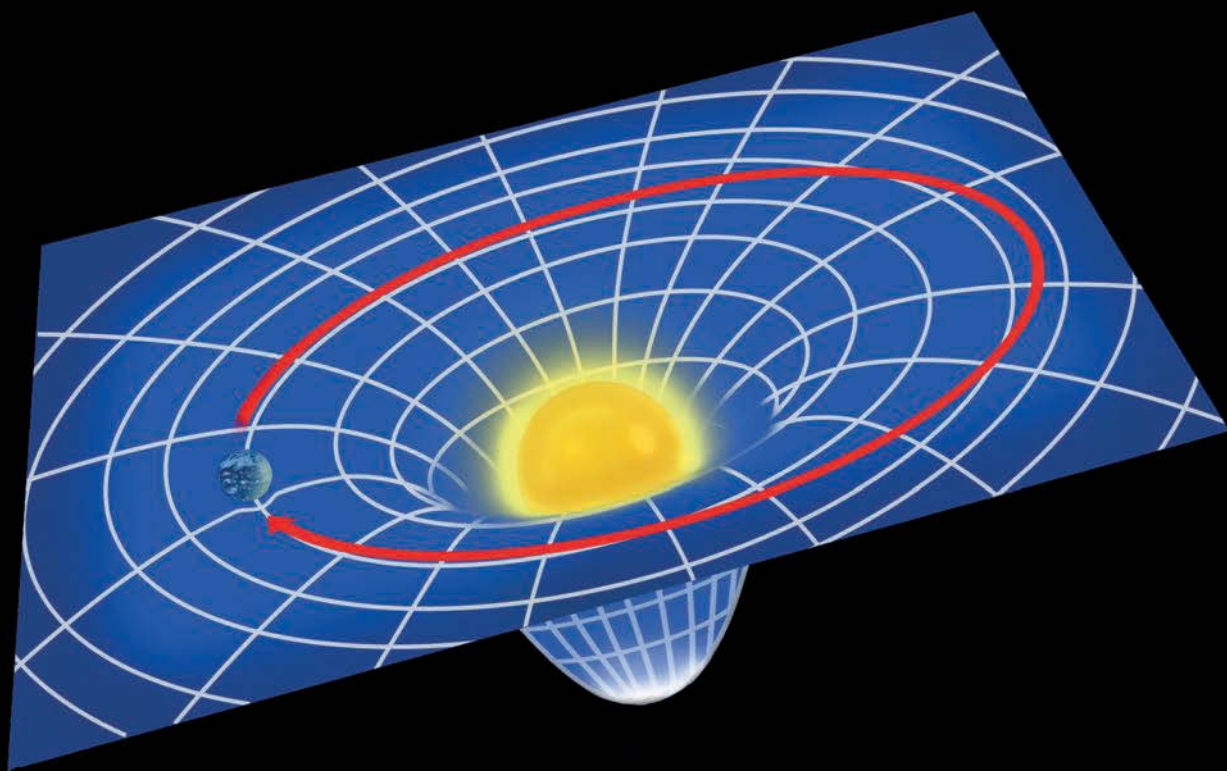
АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН  
1879–1955

Родившийся в Германии  
и живший в Швейцарии  
и Америке физик-теоретик

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**В окрестности  
массивных объек-  
тов, таких как  
планеты, звезды  
и галактики, про-  
странство искривля-  
ется подобно  
глубокому колодцу.**





# ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

По всей Вселенной разбросаны гравитационные линзы — массивные астрономические объекты, искажающие лучи света, который идет от расположенных позади них звезд.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Астрономы, наблюдающие за яркостью миллионов звезд на ночном небе, иногда замечают всплески яркости, вызванные гравитационными «микролинзами» звезд или планет в нашей Галактике. Движущиеся в пространстве звезды и планеты иногда оказываются перед более далекими звездами и направляют их свет на земные телескопы, многократно увеличивая их видимые размеры на небольшой промежуток времени.

На Земле оптические линзы используют для фокусировки света, который преломляется, проходя через границу воздуха и стекла. В вакууме свет распространяется по прямой, не отклоняясь от своей первоначальной траектории. Но что случится, если луч света пройдет рядом с очень массивным объектом? Согласно Общей теории относительности Альберта Эйнштейна сильное гравитационное поле, вызванное массой, искривляет пространство; если пространство искривляется, то искривляется и проходящий по нему луч света. Скопления галактик, масса которых в 1 000 000 000 000 000 раз превышает массу Солнца, действуют как мощные «гравитационные линзы», усиливая свет, идущий из более дальних галактик, и иногда искажая их вид и превращая в красивые арки на ночном небе. Некоторые гравитационные линзы расположены весьма удачно и увеличивают видимые размеры далеких объектов, помогая тем самым нашим телескопам. Благодаря им астрономы могут исследовать молодые галактики, находящиеся на ранней стадии образования на краю наблюдаемой Вселенной. Кроме скоплений галактик гравитационными линзами могут быть и объекты поменьше, от мощных сверхмассивных черных дыр до маленьких планет.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ  
страница 110

ГРАВИТАЦИЯ  
страница 124

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ  
страница 126

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ФРИЦ ЦВИКИ  
1898–1974

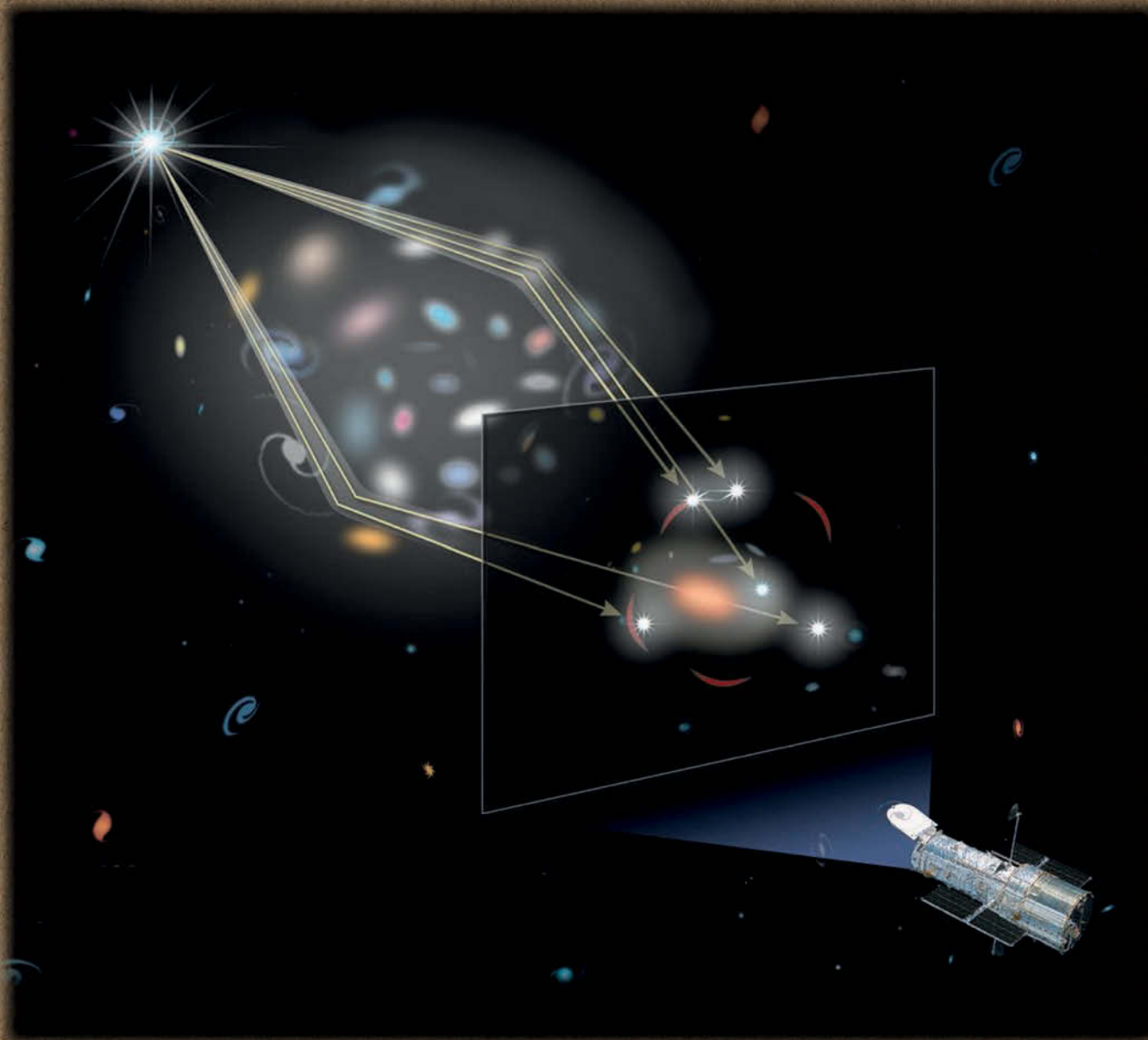
Швейцарский астроном  
БОГДАН ПАЧИНСКИЙ  
1940–2007

Польский астроном и ведущий исследователь гравитационных линз и микролинз

### АВТОР СТАТЬИ

Закори К. Берта

**Скопление галактик  
искривляет лучи света  
от далеких объектов  
и создает их увели-  
ченные изображения,  
которые мы наблюда-  
ем с помощью  
телескопов.**



14 февраля 1898 года  
Родился в Варне,  
Болгария

1904

Отправлен в Швейца-  
рию для обучения;  
впоследствии учился  
в Цюрихе, в Швейцар-  
ской высшей техниче-  
ской школе (ETHZ)

1925

Эмигрирует в США, где  
работает в Калифорний-  
ском технологическом  
институте по программе  
фонда Рокфеллера

1933

Выдвигает предположе-  
ние о существовании  
темной материи

1934

Вводит термин «сверх-  
новая»; публикует  
(в соавторстве с Валь-  
тером Бааде) работу  
«Космические лучи  
сверхновой»

1935

Вместе с Бааде одним  
из первых использует  
телескоп Шмидта

1937

Утверждает, что  
скопления галактик  
и туманности могут  
действовать как галакти-  
ческие линзы, предска-  
занные Эйнштейном

1942

Назначен профессором  
астрономии в Калифор-  
нийском технологиче-  
ском институте

1943–61

Исследователь-кон-  
сультант и директор  
инженерной корпора-  
ции «Аэроджет»

1946

Публикует работу  
«О возможности  
запускаемых с Земли  
метеоров»

1949

Удостоен Президент-  
ской медали свободы  
за исследование  
ракетных двигателей

1961–68

Вместе с коллегами  
составляет шеститом-  
ный «Каталог галактик  
и скоплений галактик».  
Удостоен звания  
почетного профессора  
Калифорнийского  
технологического  
института (1968)

1969

Публикует «Открытие,  
изобретение, исследо-  
вание посредством  
морфологического  
анализа»

1971

Публикует за свой счет  
«Каталог избранных  
компактных галактик»

1972

Удостоен Золотой  
медали Королевского  
астрономического  
общества

8 февраля 1974 года  
Умирает в Пасадене;  
похоронен в Моллисе,  
Швейцария





# ФРИЦ ЦВИККИ

**Фриц Цвикки**, прославившийся как «отец темной материи», родился в Болгарии в семье швейцарца и чешки; получил образование в престижной Швейцарской высшей технической школе в Цюрихе, а всю свою карьеру провел в Соединенных Штатах, по большей части в Калифорнийском технологическом институте. Там он стал первым в мире астрофизиком, совместив свои познания в физике с увлечением астрономией. Это был независимый оригинальный мыслитель, идеи которого многие современники встречали с насмешкой, но впоследствии многие из этих идей легли в основу современных представлений о Вселенной: предположения о существовании темной материи, нейтронных звезд, гравитационных линз, объяснение процесса образования сверхновых. Те же его идеи, что не нашли признания в научном сообществе (ядерные гоблины, перемещение Солнечной системы и изменение ее планет, создание искусственных метеоров), до сих пор пользуются популярностью в научной фантастике.

Цвикки не просто мыслил нестандартно, он активно старался раздвигать границы мышления. Он разработал морфологический анализ — метод научного исследова-

ния, задуманный еще Гёте. Такой метод основан на сборе всех данных, казалось бы совершенно не связанных между собой, и распределении их в матрице, позволяющей перебирать все возможные пути решения проблемы, пусть даже самые неожиданные и нелогичные. Ходит история о том, что он однажды приказал своему ассистенту стрелять в воздух, чтобы устранить турбулентные потоки перед объективом телескопа; в данном случае метод не сработал, но это прекрасная иллюстрация его радикального подхода к решению проблем.

Блестящую научную репутацию Цвикки несколько омрачало его бесцеремонное отношение к коллегам и студентам; будучи убежденным гуманистом, в общении с людьми он вел себя далеко не идеально, совершенно не терпел глупости, всегда был уверен в своей правоте и критиковал всех подряд, даже Оппенгеймера. Незадолго до своей смерти он все еще яростно полемизировал с некоторыми своими бывшими учениками по поводу довольно едкого предисловия к «Каталогу избранных компактных галактик» (1971), в котором изображал себя героем-одиночкой, а других — недалекими подхалимами и льстецами.

# КРотовые норы

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Кротовая нора — гипотетический туннель, соединяющий участки пространства-времени, как внутри Вселенной, так и между параллельными Вселенными.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Предполагается, что кротовые норы должны быть нестабильными, и это ограничивает возможность использования их для путешествия в пространстве и времени. Они могут закрываться так быстро, что через них вообще не пройдет никакая материя. Некоторые ученые считают, что горловину кротовой норы можно держать открытой, если заполнить ее экзотической материей с «антигравитацией», которую еще называют возможным кандидатом на роль темной энергии Вселенной.

Общая теория относительности Альберта Эйнштейна допускает существование черных дыр, которые служат мостом между различными участками Вселенной или выходом в другую Вселенную. Такой мост принимает форму трубы («кротовой норы»), соединяющей различные точки в пространстве-времени. Если пространство упростить до двумерной модели и представить в виде согнутого листа, то кротовую нору можно изобразить в виде открытого туннеля, кратчайшего пути между двумя его половинами. На прохождение такого туннеля будет затрачено гораздо меньше времени, чем на прохождение расстояния между его конечными точками в обычном пространстве, и поэтому такие кротовые норы могли бы позволить путешествовать со сверхсветовой скоростью. Если один вход заставить перемещаться с большой скоростью, а другой оставить на месте, то время в стационарном входе будет течь медленнее, согласно Специальной теории относительности Эйнштейна. Тогда можно было бы войти в движущийся вход и выйти из туннеля еще до того, как в него вошли, то есть путешествовать во времени. Но такие кротовые норы до сих пор носят исключительно гипотетический характер и не возникают естественным образом из тех черных дыр, что образуются в результате гибели массивной звезды.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
страница 70

ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ  
страница 112

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ  
страница 126

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН  
1879–1955

Родившийся в Германии и живший в Швейцарии и Америке физик-теоретик

НАТАН РОЗЕН  
1909–95

Американский и израильский физик

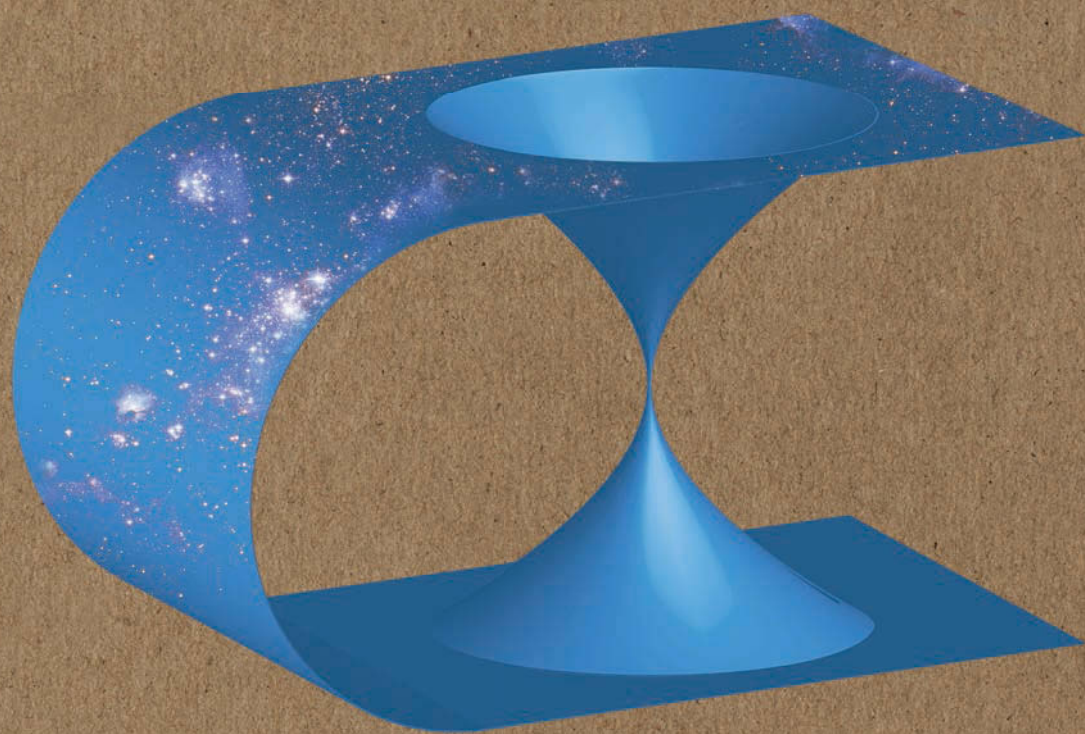
ДЖОН АРЧИБАЛЬД УИЛЕР  
1911–2008

Американский физик-теоретик

### АВТОР СТАТЬИ

Энди Фабиан

**Кротовую нору можно представить в виде туннеля между различными участками пространства-времени во Вселенной.**





**ДРУГИЕ МИРЫ** 

## ДРУГИЕ МИРЫ ГЛОССАРИЙ

**51 Пегаса** — звезда в созвездии Пегаса, находящаяся в 50,9 световых годах от Земли. Вокруг нее по орбите обращается планета 51 Пегаса b — первая из обнаруженных экзопланет.

**CJ 1214 b** — экзопланета, открытая в 2009 году и обращающаяся вокруг звезды CJ 1214, расположенной примерно в 40 световых годах от Солнца в созвездии Змееносца. Представляет собой пример «суперземли», то есть она больше Земли по размерам и по массе, но меньше газовых гигантов нашей Солнечной системы. Планета CJ 1214 b считается подходящим кандидатом на то, чтобы называться «планетой-океаном» (планетой, поверхность которой полностью покрыта водой). Данные наблюдений космического телескопа Хаббла заставляют предположить, что значительная доля массы CJ 1214 b приходится на воду.

**HD 209458 b** — экзопланета, обращающаяся вокруг звезды HD 209458, расположенной примерно в 150 световых годах от Солнца в созвездии Пегаса. Стала первой экзопланетой, обнаруженной благодаря ее транзиту перед своей звездой, и первой планетой с исследованной атмосферой. Ее орбита находится настолько близко от звезды, что год на ней длится всего 3,5 земных суток, а температура на поверхности достигает 1000 °C.

**Астробиология** — занимается разработкой и проверкой гипотез, связанных с существованием внеземной жизни. Кроме того астробиологи исследуют механизмы возникновения жизни на Земле. Экзобиология занимается более узкой областью — исследованием условий, пригодных для возникновения и существования гипотетических существ на дальних планетах.

**Астрофизика** — занимается изучением физики Вселенной, в том числе физических свойств астрономических объектов и их взаимодействия между собой.

**«Викинг»** — космическая программа НАСА по изучению Марса. Два космических аппарата, «Викинг-1» и «Викинг-2», были запущены в августе и в сентябре 1975 года и опустились на Марс в июле и сентябре 1976 года.

**Внеземная жизнь** — жизнь, зародившаяся за пределами нашей планеты. Этим термином могут обозначаться любые гипотетические формы жизни, от одноклеточных организмов до более знакомых нам по научной фантастике «инопланетян».

**Газовая оболочка** — совокупность газов, удерживаемых вместе гравитацией. Газовые оболочки образуют туманности. Атмосферу Земли также иногда называют газовой оболочкой.

**Геофизика** — изучение физики Земли и ее атмосферы.

**Кеплер 10 b** — экзопланета, обращающаяся вокруг звезды Кеплер 10, расположенной примерно в 564 световых годах от Солнца в созвездии Дракона. Звездную систему, в которой находятся по меньшей мере две планеты, получившие названия Кеплер 10 b и Кеплер 10 c, удалось обнаружить с помощью астрономического спутника НАСА «Кеплер».

**«Кеплер»** — астрономический спутник НАСА, запущенный с целью обнаружения экзопланет класса «суперземля» в зонах обитания своих звезд. Зона обитания — это зона, в которой планеты теоретически могут иметь атмосферу с давлением, подходящим для существования жидкой воды на поверхности; как следствие, на таких планетах может зародиться жизнь.

**«Кьюриосити»** — марсоход НАСА, запущенный 26 ноября 2011 года в рамках программы «Марсианская научная лаборатория» и опустившийся на поверхность Марса 6 августа 2012 года.

**Макроскопический** — противоположность микроскопическому. Макроскопический объект можно наблюдать невооруженным глазом, тогда как микроскопический объект можно наблюдать лишь с помощью микроскопа.

**Возмущение** — изменение пути планеты или крупного небесного тела под влиянием силы притяжения других тел, таких как другие планеты, естественные спутники или даже атмосфера — всего, что воздействует на обычную траекторию движения тела.

**Планеты-океаны** — гипотетические планеты, поверхность которых полностью покрыта водой.

**Протопланетный диск** — вращающийся диск из газа и пыли, окружающий недавно сформировавшуюся звезду.

**Суперземли** — экзопланеты с массой в диапазоне от массы Земли ( $5,9722 \cdot 10^{24}$  кг) до массы Нептуна ( $102,4 \cdot 10^{24}$  кг). Масса Нептуна больше массы Земли в 17,5 раза.

**Транзит** — прохождение планеты перед своей звездой. Во время транзита астрономы могут определить состав атмосферы планеты.

**Углерод** — химический элемент, встречаемый во всех формах жизни. Это четвертый по распространенности элемент во Вселенной после водорода, гелия и кислорода.

**Экзопланеты** — планеты за пределами Солнечной системы.



# ИНОПЛАНЕТЯНЕ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Одиноки ли мы во Вселенной? На этот вопрос человечество не ответило до сих пор.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Трудно предсказать, как именно выглядят инопланетяне, если они вообще существуют. Обычно жизнь определяют как самоорганизующуюся систему, поддерживающую свое существование, реагирующую на внешнее окружение и эволюционирующую с каждым поколением. Как мы сейчас понимаем, легче всего это достигается на основе химических соединений с атомами углерода в жидкой воде, но вполне возможно, что наши представления о жизни ограничены, потому что мы знакомы только с одной ее формой.

Чем больше мы узнаем об окружающей нас Вселенной, изучение которой началось еще тогда, когда люди считали Землю центром мироздания, тем больше мы понимаем, что в нашей Солнечной системе нет ничего необычного. Очередными вехами на этом пути стали недавнее открытие экзопланет и догадки о том, что похожие на Землю планеты встречаются довольно часто. Вполне может случиться и так, что жизнь — такая, какой мы ее знаем, основанная на соединениях распространенных атомов и молекул, — это тоже довольно частое явление во Вселенной. Но человечество пока не получило доказательств существования внеземной жизни, как в Солнечной системе, так и за ее пределами. Нет никаких доказательств и того, что существа, принадлежащие к иной форме жизни, посещали нашу планету. Исходя из этого простого факта можно сделать вывод, что высокоразвитые внеземные цивилизации, желающие установить контакт с другими цивилизациями, крайне редки, что парадоксально, ведь в космосе много «других Земель», а техническое развитие, как кажется, ускоряется по экспоненте. Одно из объяснений этого парадокса может заключаться в том, что высокоразвитые цивилизации имеют недолгий срок жизни.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**ЗЕМЛЯ**  
страница 18

**ЭКЗОПЛАНЕТЫ**  
страница 142

**В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ**  
страница 148

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

**ЭНРИКО ФЕРМИ**  
1901–54

Американский физик итальянского происхождения

**ФРЭНК ДРЕЙК**  
1930

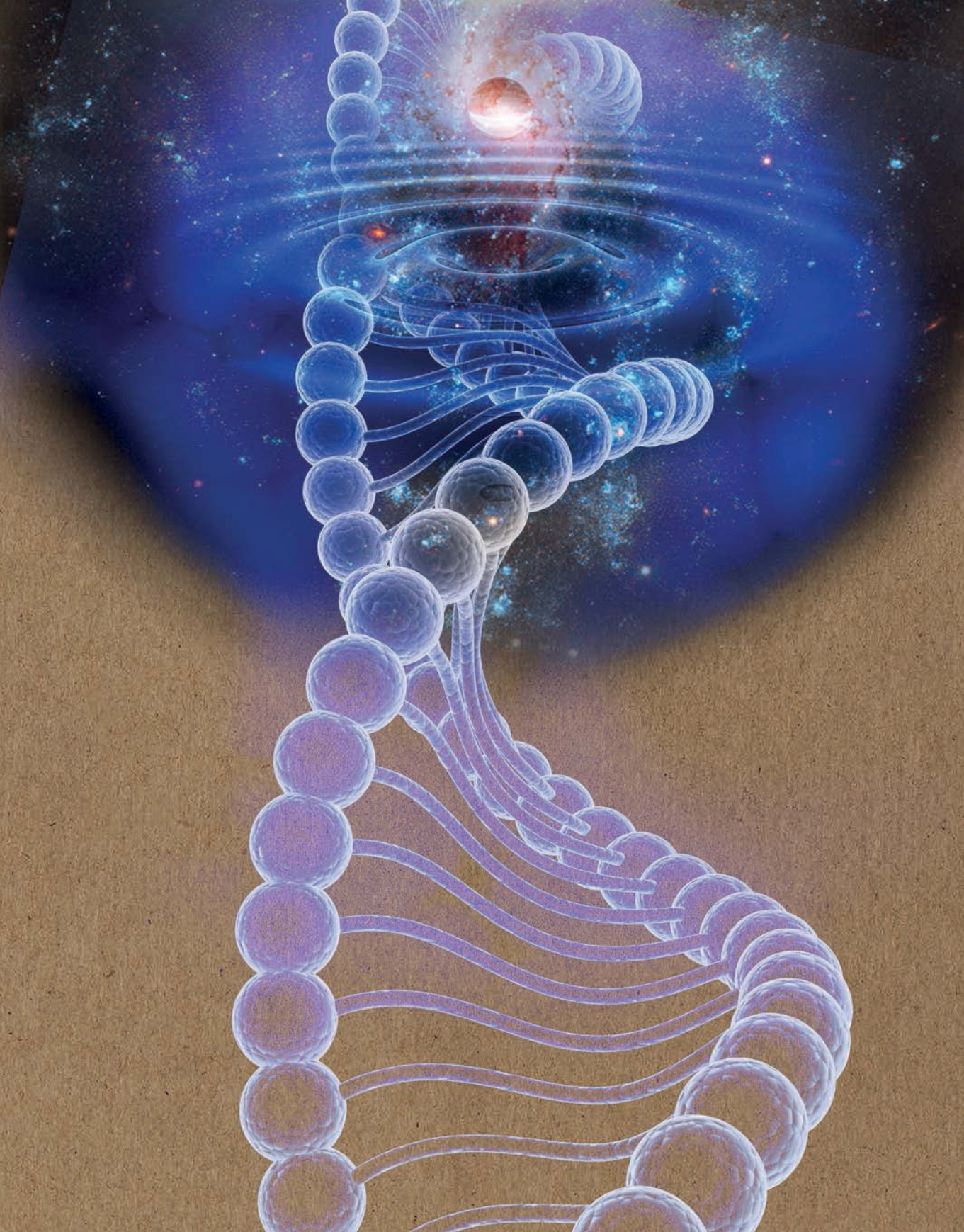
Американский астроном и астрофизик

**ДЖИЛЛ ТАРТЕР**  
1944

Американский астроном и астробиолог

**АВТОР СТАТЬИ**  
Франсуа Фрессен

**Жизнь на Земле основана на молекулах ДНК. Будет ли жизнь на других планетах также основана на репликации сложных молекул?**





9 ноября 1934 года  
Родился в Бруклине,  
штат Нью-Йорк

1954  
Получает степень  
бакалавра искусств  
в Чикагском университете

1955  
Получает степень бака-  
лавра физики в Чикаг-  
ском университете  
(и магистра в 1956)

1960  
Получает степень  
доктора астрономии  
и астрофизики в Чикаг-  
ском университете

1960–62  
Член братства Милле-  
ра в Калифорнийском  
университете

1962  
Космический аппарат  
«Маринер-2», запущен-  
ный НАСА к Венере,  
подтверждает гипотезу  
Сагана о том, что  
на поверхности этой  
планеты сухо и жарко

1962–68  
Работает в Смитсонов-  
ской астрофизической  
лаборатории в Кем-  
бридже, штат Массачу-  
сетс, читает лекции  
в Гарварде

1971  
Работает в Корнелльском  
университете в Итаке,  
штат Нью-Йорк

1972  
Становится профессором  
Корнелльского универси-  
тета, директором лабо-  
ратории по изучению  
планет и (до 1981 года)  
заместителем директора  
Центра радиофизики  
и космических исследо-  
ваний

1972  
НАСА запускает  
космический аппарат  
«Пионер-10», на борту  
которого находится  
пластина с посланием  
внеземным цивилизациям

1977  
Удостоен медали НАСА  
«За общественные  
заслуги»

1978  
Получает Пулитцеров-  
скую премию в области  
нехудожественной  
литературы за книгу  
«Драконы Эдема.  
Рассуждения об эволю-  
ции человеческого  
мозга»

1979  
Публикация книги  
«Мозг Брока. Рассужде-  
ния о романах науки»

1980  
Соавтор и ведущий  
документального теле-  
сериала «Космос. Пер-  
сональное путешествие»

1982  
В журнале Science орга-  
низовал сбор подписей  
под петицией, требую-  
щей учреждения Инсти-  
тута поиска внеземных  
цивилизаций (SETI)

1984  
Учрежден Институт SETI;  
Саган становится членом  
его совета директоров

1985  
Пишет роман «Кон-  
такт», по которому  
позже был поставлен  
фильм (1997)

1990  
Удостоен медали Эрстеда

1994  
Удостоен медали Наци-  
ональной академии наук  
«За вклад в обществен-  
ное благосостояние»

1995  
Пишет книгу «Голубое  
пятнышко. Взгляд  
на космическое  
будущее человечества»

1996  
Пишет книгу «Мир, пол-  
ный демонов. Наука,  
как свеча во тьме»

20 декабря 1996 года  
Умирает в Сиэтле

1997  
Посмертно публикуется  
книга «Миллиарды  
и миллиарды. Мысли  
о жизни и смерти  
на краю тысячелетия»





# КАРЛ САГАН

**Астроном, астрофизик,** космолог и автор многочисленных книг, Карл Саган неустанно проповедовал то, что любил больше всего на свете, и ему нравилось быть в центре общественного внимания (иногда к досаде и даже к раздражению некоторых его коллег). Саган, согласно его собственным воспоминаниям, заинтересовался звездами еще в возрасте пяти лет, и восхищение перед звездами сочеталось в нем с преданностью строго научному методу, который заключается в том, чтобы сохранять объективность, подвергать все сомнению и искать доказательства различных гипотез. Он даже разработал «Детектор чепухи» — набор рекомендаций по выявлению абсурдных утверждений и разоблачению шарлатанов — и советовал пользоваться им во всех случаях.

Саган активно занимался популяризацией науки в средствах массовой информации. В 1980-х годах снялся в документальном сериале, заслужившем международное признание, в котором говорил о космосе, каким его представляли ученые в то время. Он также написал и выпустил более 20 книг, предназначенных для широкой публики. Вместе с тем он не забывал и о «профессиональной карьере» — работал преподавателем и занимался научной деятельностью, в основном, в Корнелльском университете. Возможно, ему очень повезло в том, что его карьера началась

в то же время, когда и космическая программа НАСА; начиная с 1950-х годов его часто привлекали в качестве эксперта (даже когда он еще только готовился к защите докторской диссертации); он инструктировал астронавтов программы «Аполлон» и проводил эксперименты по управлению роботизированными космическими кораблями. Что касается теоретической деятельности, то он размышлял о температуре на Юпитере и Венере (позже его догадки подтвердились), о смене сезонов на Марсе, о наличии воды на Титане (спутнике Сатурна). Он также одним из первых серьезно задумался о воздействии человечества на климат Земли и (во время «холодной войны») о катастрофических последствиях ядерной зимы.

Более всего, пожалуй, известны его работы по экзобиологии (изучению подходящих условий для возникновения жизни на других планетах) и по поиску внеземной разумной жизни. Он пропагандировал использование радиотелескопов для обнаружения сигналов искусственного происхождения. Следуя своим принципам, он подвергал серьезной критике сообщения о наблюдениях НЛО и встречах с пришельцами и к концу жизни пришел к мнению, что вероятность того, что Землю посещали разумные существа с других планет, крайне мала. Но это вовсе не значит, что их не существует.

# ЭКЗОПЛАНЕТЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Экзопланеты — это планеты за пределами Солнечной системы; было открыто множество таких планет, что дало толчок поискам других форм жизни во Вселенной.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Обнаружить «другие Земли» крайне сложно. Нашу планету практически невозможно обнаружить при помощи космических зондов уже на границе Солнечной системы. Тем не менее астрономы изучают свойства этих планет по гравитационному воздействию, которое они оказывают на звезды, вокруг которых обращаются, или по уменьшению яркости звезд, когда перед ними проходят эти планеты.

О том, что вокруг многих звезд, точно так же, как и вокруг Солнца, вращаются свои планеты, люди строили догадки на протяжении нескольких веков, но существование дальних планет было научно подтверждено только в конце XX века. В 1995 году швейцарский астрофизик Мишель Мейор и его студент Дидье Келоз зафиксировали гравитационные возмущения объекта массой с Юпитер, обращающегося по орбите вокруг звезды 51 Пегаса. С тех пор астрономы обнаружили около тысячи экзопланет. Количество найденных планет, скорее всего, ограничивается только техническими возможностями телескопов. Некоторые из планет обращаются вокруг двойных звезд; другие не «привязаны» ни к одной звезде и свободно перемещаются в пространстве. Далекие планеты могут быть самыми разными: это и жаркие миры с расплавленной лавой на поверхности, и каменные планеты-гиганты, масса которых в несколько десятков раз превышает массу Земли, и совершенно черные планеты, и планеты, полностью покрытые водой. Появилось даже новое направление в науке на стыке астрофизики, геофизики и биологии, занимающееся поисками планет, аналогичных Земле по своим физическим условиям.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

СВЕРХЗЕМЛИ  
И ПЛАНЕТЫ-ОКЕАНЫ  
страница 146

В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ  
страница 148

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ДЖОРДАНО БРУНО  
1548–1600

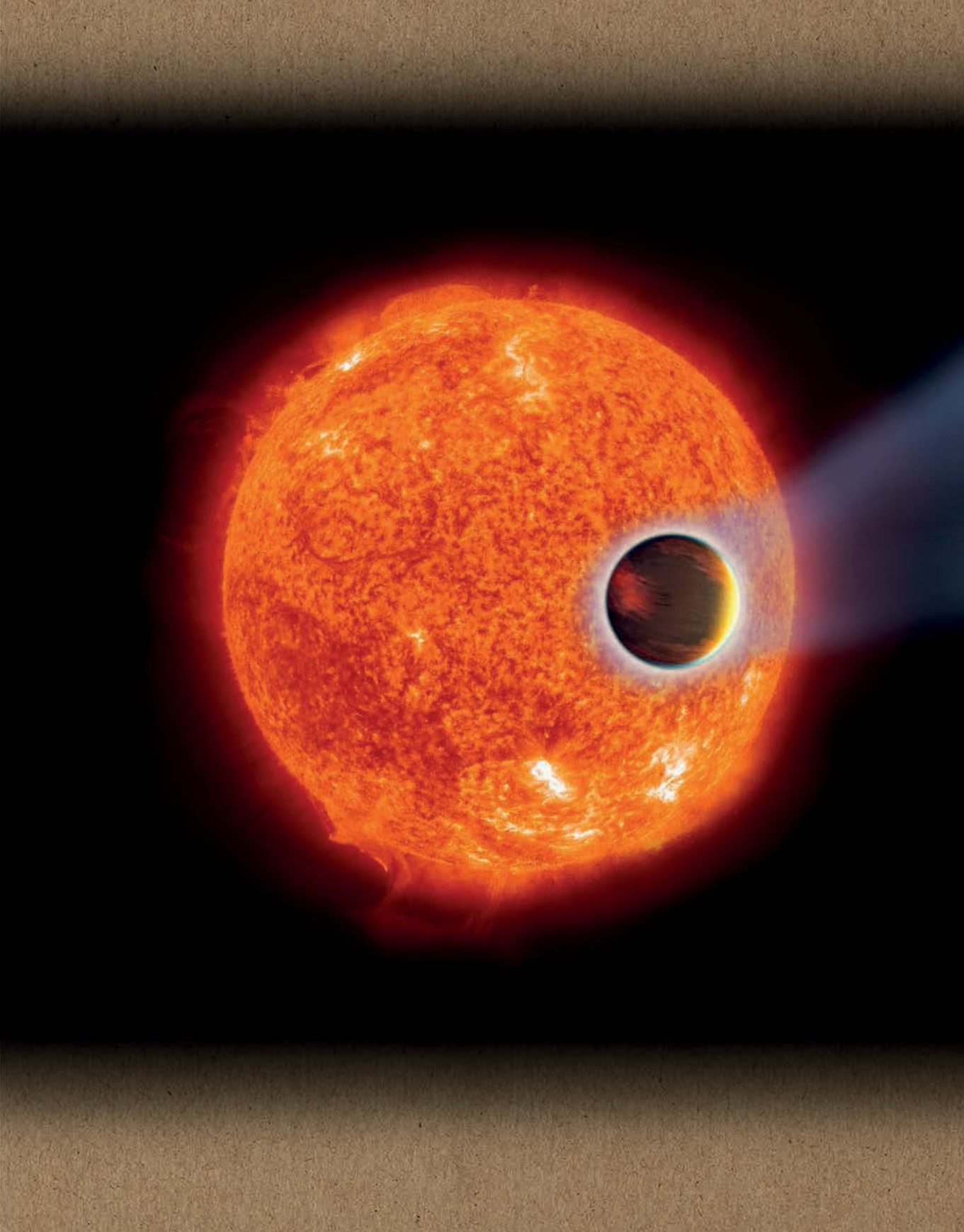
Итальянский астроном, приговоренный инквизицией к сожжению на костре за утверждение, что во Вселенной существует множество обитаемых планет

МИШЕЛЬ МЕЙОР  
и ДИДЬЕ КЕЛОЗ  
1942 и 1966

Швейцарские астрофизики, первооткрыватели экзопланет

АВТОР СТАТЬИ  
Франсуа Фрессен

**51 Пегаса стала первой звездой солнечного типа, у которой была обнаружена планета, по размерам сопоставимая с Юпитером.**





# ГОРЯЧИЕ ЮПИТЕРЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Условия на первых из обнаруженных внеземных планет весьма суровы — разогреты до температуры самой горячей планеты Солнечной системы.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Когда планета проходит перед звездой, астрономы могут определить не только ее размеры, но и состав ее атмосферы. Часть света звезды проходит через атмосферу планеты, которая оставляет в нем свой спектроскопический отпечаток. С помощью спектрометра можно узнать, какие молекулы содержатся в атмосфере планеты, и таким образом получить представление о ее составе.

Представьте себе, что Юпитер перенесли с его далекой орбиты совсем близко к Солнцу, даже ближе, чем орбита Меркурия, и теперь он находится в нескольких солнечных радиусах от поверхности Солнца. На таком небольшом расстоянии гигант совершал бы полный оборот вокруг Солнца за несколько земных дней. Мощная сила притяжения сплющила бы его и заставила вращаться вокруг своей оси синхронно с вращением по орбите, так что он всегда был бы повернут одной стороной к Солнцу, а другая оставалась бы во тьме. Энергия звезды разогревала бы его атмосферу до тысячи градусов, а сильные ветры распределяли бы эту энергию и по ночной стороне. В нашей Солнечной системе такой планеты нет, и астрономы долгое время считали, что такие планеты вообще не могут существовать, пока не открыли их возле других звезд. Планета HD 209458 b представляет собой как раз такой «горячий юпитер», и обнаружили ее благодаря транзиту, или прохождению перед звездой. Транзиты не только доказывают, что дальние планеты существуют на самом деле, но заодно и позволяют определить размеры планет по тому, насколько уменьшается яркость звезды во время этого явления.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

МЕРКУРИЙ  
страница 14

ЮПИТЕР  
страница 24

ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ  
страница 56

### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

ТИМОТИ БРАУН  
1950

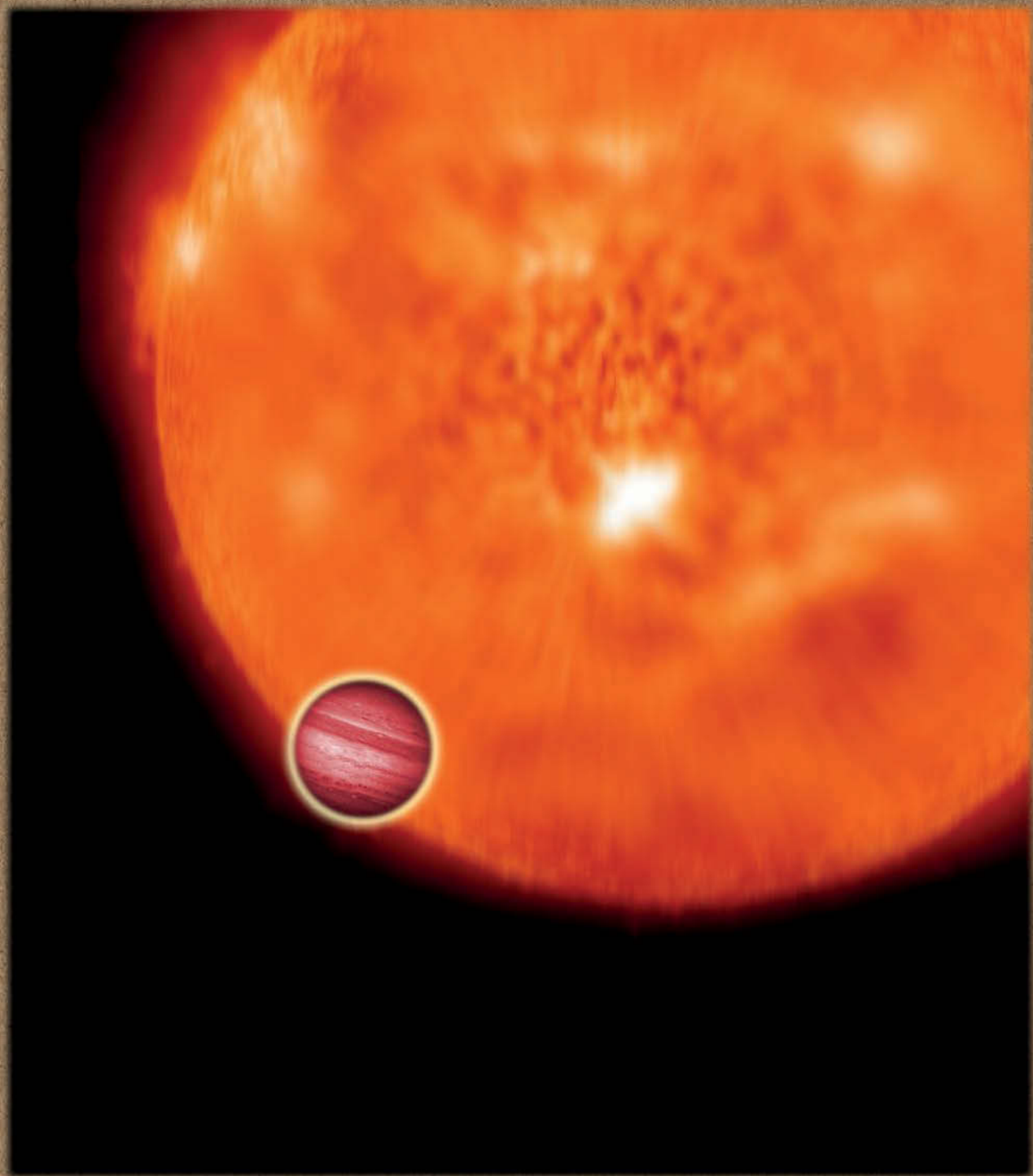
Американский астроном, вместе с Давидом Шарбонно первым обнаруживший планету методом транзита и определивший состав атмосферы «горячего юпитера» HD 209458 b

ДАВИД ШАРБОННО  
1974

Канадско-американский астроном

АВТОР СТАТЬИ  
Закори К. Берта

**Пример планеты из класса «горячих юпитеров»; на этом изображении сохранен масштаб как размеров планеты и звезды, так и расстояния между ними.**



# СУПЕРЗЕМЛИ И ПЛАНЕТЫ- ОКЕАНЫ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Экзопланеты, размеры которых немного превышают размеры Земли, могут иметь самый разный состав.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Если суперземля становится слишком большой на ранней стадии своего образования, то может начаться процесс, называемый аккрецией, когда планета притягивает к себе газ из протопланетного диска и превращается в газовый гигант. Предполагается, что в плотной газовой оболочке такой планеты вряд ли возникнет жизнь. Какой наибольший размер должна иметь планета, чтобы на ней смогла зародиться жизнь, — вот один из самых частых вопросов, который задают себе исследователи экзопланет.

Из всех планет, что движутся по орбитам вокруг Солнца, ни одна по своим размерам не стоит между размерами Земли и Нептуна. Но поскольку астрономы умеют определять размеры планет, вращающихся вокруг других звезд, по уменьшению их яркости во время транзита, мы знаем, что таких планет в нашей Галактике очень много. При этом следует иметь в виду, что эти планеты называют «суперземлями», только исходя из их величины; в остальных отношениях они могут вовсе не походить на нашу планету. Одна из таких экзопланет — Кеплер 10 b, которая настолько плотнее Земли, что, предположительно, состоит из расплавленного камня и железа. Плотность же экзопланеты CJ 1214 b, напротив, меньше плотности Земли, и она, возможно, состоит из горячего водяного пара, смешанного с другими газами, — это водный мир, или планета-океан. Кеплер 10 b и CJ 1214 b обе находятся близко от своих звезд, и температура на них высока, но другие суперземли, расположенные на более удаленных орбитах, могут иметь твердую кору, плотную водородную атмосферу, передвигающиеся континенты, подобно земным, или же полностью быть покрытыми океанами глубиной в несколько сотен километров.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**ЗЕМЛЯ**  
страница 18

**УРАН И НЕПТУН**  
страница 30

**ЭКЗОПЛАНЕТЫ**  
страница 142

**ГОРЯЧИЕ ЮПИТЕРЫ**  
страница 144

**В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ**  
страница 148

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

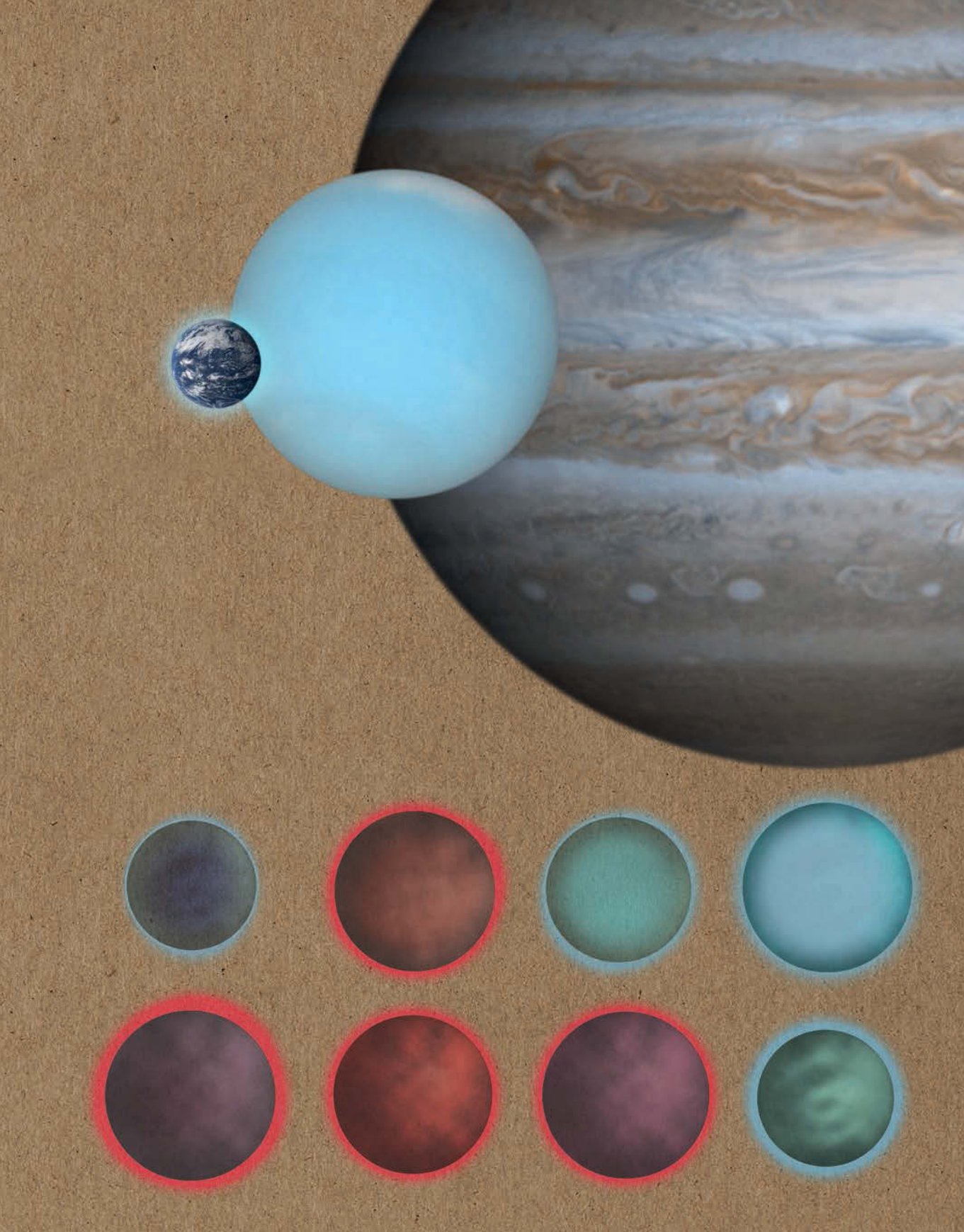
**САРА СИГЕР**  
1971

Канадско-американский астрофизик и ведущий исследователь планет класса «суперземля»

**АВТОР СТАТЬИ**  
Закори К. Берта

**Все, что мы знаем о недавно открытых сверхземлях, — это их размеры: больше Земли, но меньше таких гигантов, как Нептун или Юпитер.**





# В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Современные технологии позволяют находить планеты, похожие на Землю; остается узнать, насколько условия на них походят на земные.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Альфа Центавра — ближайшая к Земле звездная система, и к 2020 году мы, скорее всего, узнаем, есть ли в ней планета, похожая на Землю. Следующим шагом будет послать в эту систему космический аппарат, который может сделать снимки с большим разрешением. Такой грандиозный проект, пожалуй, потребует объединения усилий международных организаций и нескольких поколений ученых, и, прежде чем аппарат достигнет Альфы Центавра, пройдет много времени. Но для человечества это будет поистине уникальный опыт.

Последние технологические достижения позволили астрономам находить планеты размером с Землю, вращающиеся по орбитам вокруг звезд, но мы до сих пор не знаем, насколько часто они встречаются во Вселенной и сколько из них могут поддерживать жизнь. Это крайне малые и удаленные объекты, представляющие собой, по сути, крохотные каменные шарики рядом с огромными огненными шарами, масса которых в миллион раз больше, но которые даже на сделанных самыми мощными телескопами снимках выглядят как крохотные точки. Тем не менее такие планеты можно находить с помощью двух методов. Динамический метод заключается в обнаружении отклонений в движении звезды, на которую влияет притяжение планеты, или в обнаружении колебаний яркости звезды, вызываемых тем, что перед ней периодически проходит планета, обращающаяся вокруг этой звезды по орбите. Метод прямого наблюдения заключается в том, чтобы блокировать свет звезды, который мешает наблюдать за ее окрестностями, после чего можно будет обнаружить крайне слабые источники отраженного света поблизости от этой звезды.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**ЗЕМЛЯ**  
страница 18

**СПЕКТР СВЕТА**  
страница 122

**ЭКЗОПЛАНЕТЫ**  
страница 142

**ЖИЗНЬ НА ДРУГИХ  
ПЛАНЕТАХ**  
страница 150

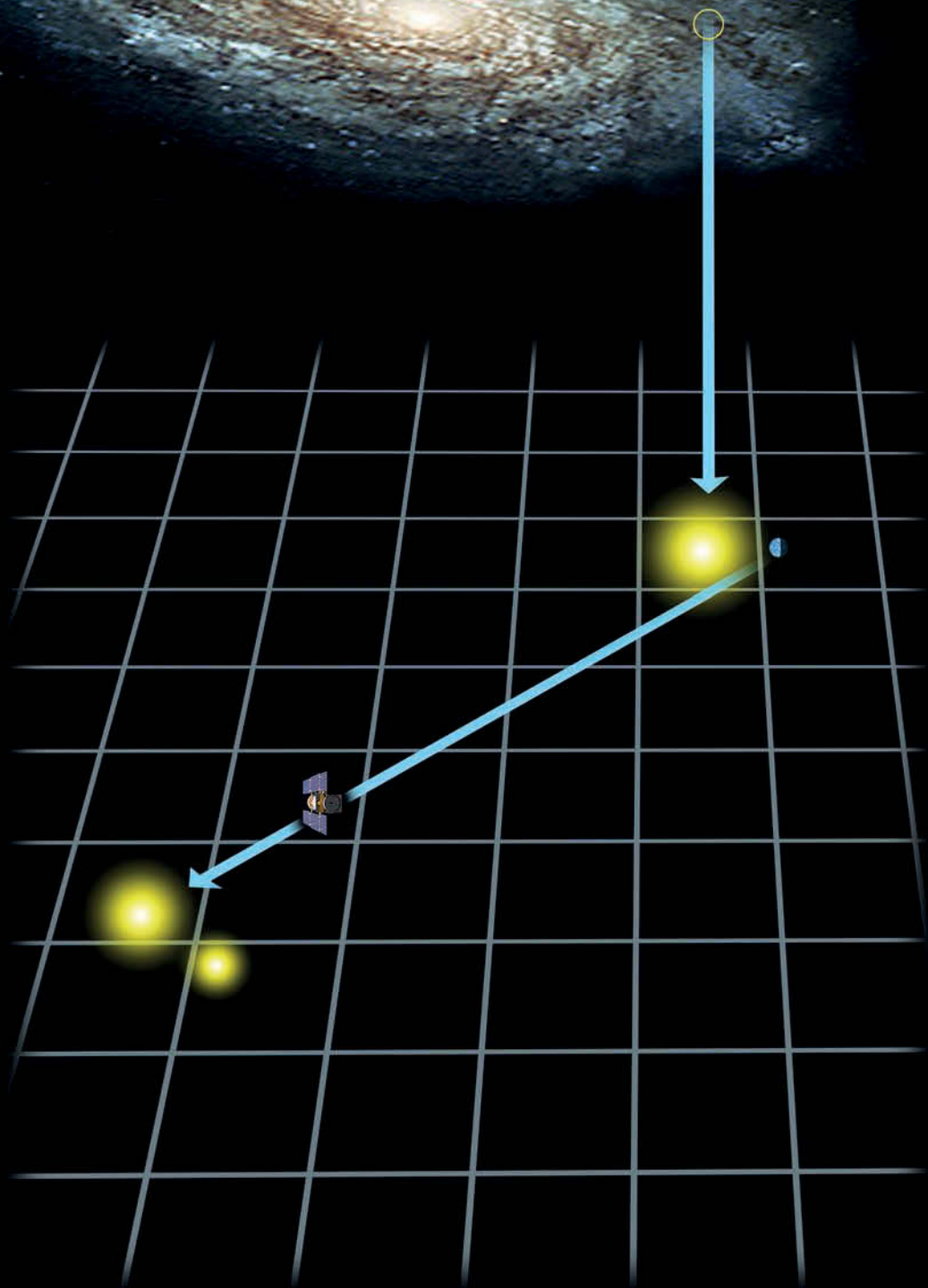
### БИОГРАФИИ ЗА 3 СЕКУНДЫ

**БЕРНАР ЛИО**  
1897–1952  
Французский астроном  
**ДЖЕФФРИ МЭРСИ**  
1954

Американский астроном, пионер  
в области открытия экзопланет

**АВТОР СТАТЬИ**  
Франсуа Фрессен

**Альфа Центавра А — звезда, близкая по своим характеристикам к Солнцу, из-за чего не утихают споры о том, может ли в ее системе находиться планета, на которой есть жизнь.**





# ЖИЗНЬ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ

## Астрономия за 30 секунд

### 3-СЕКУНДНЫЙ ОБЗОР

Астробиология занимается поиском следов жизни за пределами Земли.

### 3-МИНУТНЫЙ АНАЛИЗ

Поиски внеземных цивилизаций заключаются в том, чтобы обнаружить следы высокоразвитых технологичных цивилизаций или отправить сообщения, которые могут принять такие цивилизации. С помощью больших радиотелескопов астрономы пытаются уловить сигналы, которые можно было бы принять за послания разумных существ с других планет, но пока что таких сигналов обнаружено не было.

Поиски жизни на других планетах начались в конце девятнадцатого века, когда наблюдатели обнаружили на Марсе «каналы»; позже оказалось, что это оптическая иллюзия, возникавшая из-за несовершенства инструментов того времени. В 1970-х годах космический аппарат «Викинг» провел ряд биологических экспериментов на поверхности Марса, но не обнаружил никаких следов жизни. Несмотря на то что за последние полвека было много сообщений о том, что Землю посещали неопознанные летающие объекты (НЛО), единственное имеющееся у нас четкое изображение летающего блюда — это фотография перелетного модуля марсохода «Кьюриосити», отправленного НАСА к Марсу в 2011—2012 годах. Его задача заключается в том, чтобы определить, пригодны ли условия на этой планете для существования жизни и существовала ли она там когда-нибудь вообще. Астрономы также не исключают возможности того, что жизнь можно обнаружить и на других объектах Солнечной системы, таких как спутник Юпитера Европа. Но гораздо больше надежд они возлагают на «другие земли», обращающиеся вокруг далеких звезд.

### ПОХОЖИЕ ТЕМЫ

**ЗЕМЛЯ**  
страница 18

**ИНОПЛАНЕТЯНЕ**  
страница 138

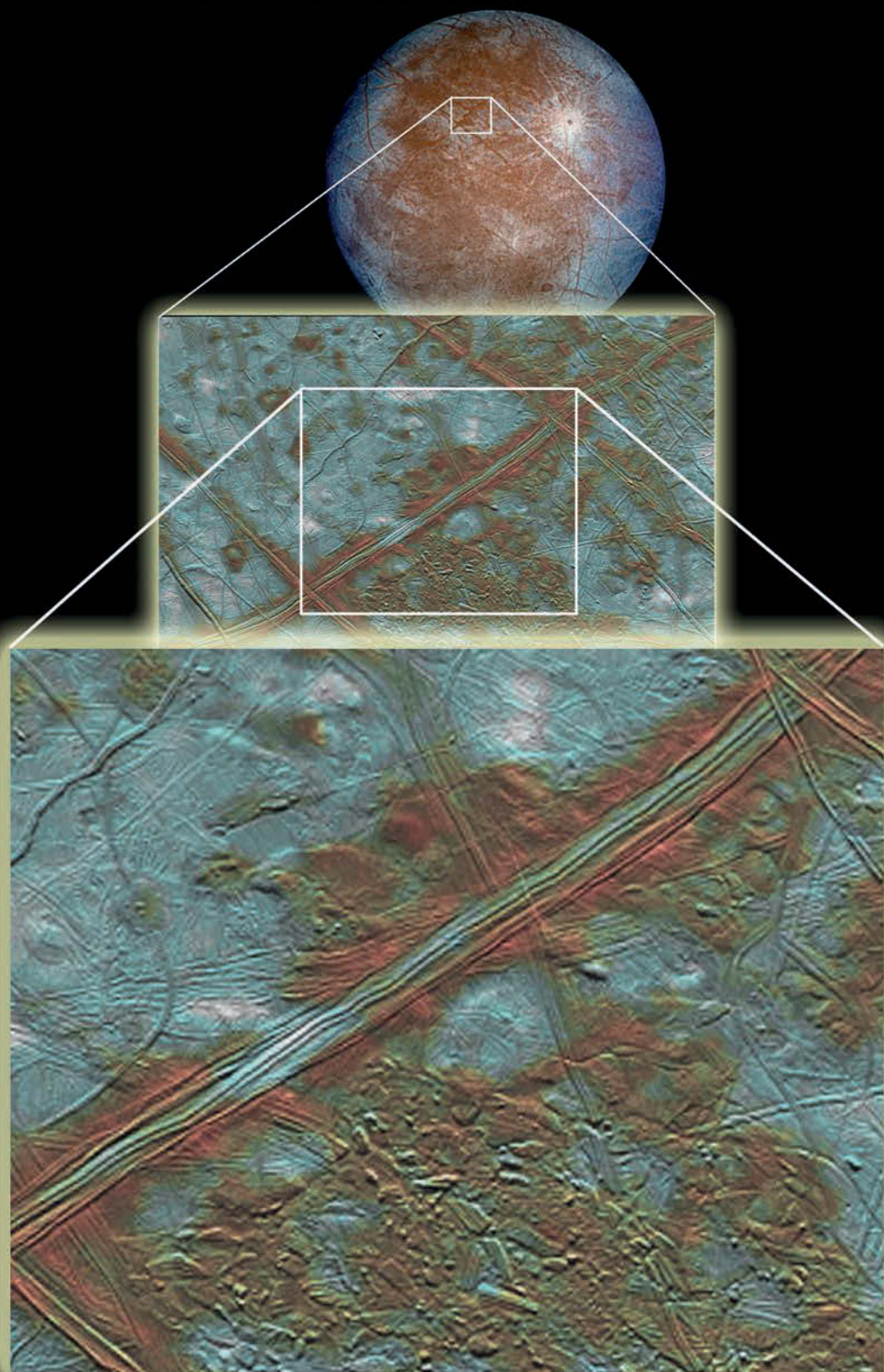
**В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ**  
страница 148

### БИОГРАФИЯ ЗА 3 СЕКУНДЫ

**КАРЛ САГАН**  
**1934–96**  
Американский астроном, астрофизик и писатель

**АВТОР СТАТЬИ**  
Франсуа Фрессен

**На ледяной поверхности Европы, спутника Юпитера, обнаружены трещины, которые говорят о возможном существовании океана под поверхностью, в котором могла бы возникнуть жизнь.**





# ПРИЛОЖЕНИЯ





## ИСТОЧНИКИ

### КНИГИ

*DK Illustrated Encyclopedia of the Universe*  
ed., Martin Rees  
(Dorling Kindersley, 2011)

*Exoplanets*  
Sara Seager  
(University of Arizona Press, 2010)

*Exploring the X-Ray Universe*  
Frederick D. Seward & Philip A. Charles  
(Cambridge University Press, 2010)

*Firefly Encyclopedia of Astronomy*  
Paul Murdin  
(Firefly, 2004)

*An Introduction to Modern Astrophysics*  
Bradley W. Carroll & Dale A. Ostlie  
(Pearson, 2006)

*Mapping the Universe*  
Paul Murdin  
(Carlton Publishing, 2012)

*Mirror Earth: The Search for Our Planet's Twin*  
Michael D. Lemonick  
(Walker Books, 2012)

*Oxford Dictionary of Astronomy*  
ed., Ian Ridpath  
(Oxford University Press, 2012)

*Planetary Sciences*  
Imke de Pater & Jack Lissauer  
(Cambridge University Press, 2001)

*Secrets of the Universe*  
Paul Murdin  
(University of Chicago Press, 2009)

*Space: From Earth to the Edge of the Universe*  
Carole Stott, Robert Dinwiddie & Giles Sparrow  
(Dorling Kindersley, 2010)

*Strange New Worlds: The Search for Alien Planets and Life Beyond Our Solar System*  
Ray Jayawardhana  
(Princeton University Press, 2011)

*Universe*  
Roger A. Freedman & William J. Kaufmann  
(W. H Freeman, 2010)

*Universe: The Definitive Visual Guide*  
Carole Stott & Martin Rees  
(Dorling Kindersley, 2012)

*Unveiling the Edge of Time: Black Holes, White Holes, Wormholes*  
John Gribbin  
(Crown Publications, 1994)

## ВЕБ-САЙТЫ

<http://www.nasa.gov>

Сайт Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (НАСА) — ведомства, принадлежащего федеральному правительству США и осуществляющего гражданскую космическую программу. НАСА делится с другими национальными управлениями и международными организациями данными, полученными от системы наблюдения Земли, обсерваторий, спутников и космических телескопов.

<http://apod.nasa.gov/apod/>

Астрономическая картинка дня посвящена разнообразным темам, связанными с астрофизикой и космонавтикой и объясняется профессиональным астрономом, обновляется раз в сутки.

<http://kepler.nasa.gov>

Сайт программы НАСА «Кеплер», в рамках которой на орбиту был выведен космический телескоп «Кеплер», предназначенный для поиска экзопланет.

<http://www.esa.int>

Сайт Европейского космического агентства — межправительственной организации, в которую в настоящее время входят 19 государств. Европейское космическое агентство принимает участие в обслуживании Международной космической станции, содержит космодром во Французской Гвиане и разрабатывает космические спутники.

<http://www.russianspaceweb.com>

Сайт на английском языке, посвященный исследованиям Федерального космического агентства «Роскосмос» — правительственной организации, осуществляющей космическую программу России. Также на сайте представлены материалы об истории освоения космоса.

## О СОЗДАТЕЛЯХ КНИГИ

### РЕДАКТОР

**Франсуа Фрессен** — научный сотрудник Гарвардского университета в штате Массачусетс. Родился в городе Лилль во Франции, получил степени магистра и доктора астрофизики в Парижском университете. Занимается поиском и исследованием планет у других звезд. Принимает участие в программе «Кеплер», целью которой является поиск похожих на Землю планет, на которых теоретически возможна жизнь. Глава статистических исследований, с помощью которых определяют распространенность таких планет и их положение относительно своих звезд. Основатель проекта A STEP, согласно которому предлагается использовать Купол С в Антарктике в качестве астрономической обсерватории. Вместе с коллегами на основе данных, полученных телескопом НАСА «Кеплер», обнаружил большинство самых маленьких экзопланет, известных на сегодняшний день. В декабре 2011 года открыл две планеты размером с Землю, обращающиеся вокруг других звезд.

### ПРЕДИСЛОВИЕ

**Мартин Рис** — член Тринити-колледжа и почетный профессор космологии и астрофизики Кембриджского университета. Обладатель почетного титула «королевский астроном», на протяжении десяти лет руководивший Институтом астрономии в Кембридже (2004–2012). В 2005 году был избран в палату лордов; в 2005–2010 годах был президентом Королевского общества. Иностраннный член Национальной академии наук, Американской академии искусств и наук, Американского философского общества, почетный член Российской академии наук, Папской академии наук и нескольких других академий. Был президентом Британской ассоциации содействия развитию науки (1994–1995) и Королевского астрономического общества (1992–1994). В настоящее время профессор Рис — член Принстонского института перспективных исследований, Кембриджского фонда Гейтса и многих других научных сообществ и организаций, имеющих отношение к образованию, исследованию космоса и контролю над распространением оружия.



**Даррен Бэскилл** — астрофизик Сассекского университета в Брайтоне, руководитель курса по физике и астрономии. Также внештатный астроном Лондонской королевской обсерватории в Гринвиче, лектор в планетарии и преподаватель курсов по астрономии.

**Закори К. Берта** изучает экзопланеты — планеты, обращающиеся вокруг других звезд. Принимает активное участие в поисках других планет и в изучении их атмосфер, пытаясь найти ответ на старый вопрос: «Есть ли жизнь на других планетах?» Студент магистратуры Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кембридже, штат Массачусетс.

**Кэролин Кроуфорд** — преподаватель астрономии в лондонском Грешем-колледже и лектор в кембриджском Эммануэль-колледже. Ранее занималась исследованиями самых массивных галактик во Вселенной, расположенных в центрах скоплений галактик. Руководит общественной программой в Кембриджском институте астрономии, провела несколько сотен презентаций для широкой публики. В 2009 году была удостоена награды UKRC за популяризацию науки. Регулярно принимает участие в программах национальных и местных радиостанций Великобритании.

**Энди Фабиан** — профессор Королевского общества, занимающийся исследовательской работой в Институте астрономии Кембриджского университета. Руководитель группы исследователей, изучающих скопления галактик, черные дыры и их взаимодействие с помощью рентгеновского излучения. В 2008–2010 годах был президентом Королевского астрономического общества; в настоящее время член Королевского общества. Занимался наблюдением космического рентгеновского излучения с помощью приборов, устанавливаемых на борт ракет, запускаемых с полигона Вумера в Австралии, и составлял карту Кластера Персея (скопления галактик в созвездии Персея) на основе данных космической рентгеновской обсерватории «Чандра». В настоящее время планирует провести анализ данных, которые получит японско-американский космический рентгеновский телескоп *Astro-H*.

**Пол Мердин** — астроном, занимающийся исследованием сверхновых, черных дыр и нейтронных звезд, сотрудник Института астрономии Кембриджского университета. Работал в Британском национальном космическом центре и в правительственных агентствах, финансирующих астрономические исследования. Также занимается популяризацией астрономии, читает лекции и ведет программы на радио и телевидении.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

51 Пегаса 136, 142  
61 Лебеда 116, 118

GJ 1214b 136  
HD 209458b 136  
MOND 93  
VY Большого Пса 60

### А

аккреция 116  
Альгол 52  
«Аполлон», программа 12  
астеризм 76  
астероиды 42–43, 116

### Б

белые карлики 53, 62–63  
Бёрнелл, Джоселин Белл  
66–67  
Бессель, Фридрих 118  
Большое красное пятно  
24  
Большой взрыв 92,  
94–95, 99, 100  
Браге, Тихо 120

### В

взрыв новой 53, 58  
«Викинг», космический  
аппарат 150  
«Вояджер-2» 30  
Вселенная 90–113  
расширяющаяся 96–97  
Возмущение 137

### Г

газовая оболочка 136  
газовый гигант 12  
галактика 74, 82, 108, 112  
Галактика Андромеды  
74

Галактика Треугольника  
75  
другие галактики  
86–87  
классификация 99  
линзовидная  
галактика 74  
Млечный Путь 82–83  
Скопление Девы 75  
спиральная галактика  
75  
эллиптическая  
галактика 74

Галилео Галилей 24,  
26–27  
Галле, Иоганн Готфрид 30  
Галлея, комета 34, 46

гамма-всплески 52,  
106–107  
гелиосейсмология 36  
гелиоцентрическая теория  
45

геофизика 136  
Гершель, Уильям 30,  
84–85  
гипергиганты (звезды) 60  
гиперновая 93, 106  
горячие юпитеры  
144–145  
гравитационная линза  
128–129  
гравитация 117, 120,  
124–125

### Д

двойные звезды 56–57, 85  
дегазация 12  
диаграмма Герцшпрун-  
га — Расселла 54, 60  
динамический метод 148

диффузные области  
звездообразования 74  
длина волны 102, 122

### З

звезды 35  
главная последова-  
тельность 52  
двойные звезды 56–57,  
85  
звезды-гиганты 52–54,  
60–61  
карликовые звезды 54  
нейтронная звезда 53,  
64, 68, 106  
переменные звезды  
58–59  
пульсары 64–65, 67  
пульсирующая звезда  
58, 67  
сверхгиганты 54, 60  
Солнце 36–37  
цвет и яркость звезд  
54–55

Земля 18–19  
вода 18  
приливные силы 20  
тектонические плиты 18  
зона конвекции 34

### И

инопланетяне 136, 138–  
139, 141, 150–151  
инфляция 93  
инфракрасное излучение  
85

### К

карликовые звезды 54  
карликовые планеты  
40–41

Каррингтон, Ричард 38  
квазары 93, 108–109  
Келоз, Дидье 142  
Кеплер 10b 137  
Кеплер, Иоганн 120  
«Кеплер», программа 137  
кольца планет 13, 28  
кома 34, 46  
кометы 46–47, 74, 80  
Комета Галлея 34, 46  
короткопериодические  
кометы 35  
Коперник, Николай  
44–45, 118  
космическое  
рентгеновское  
излучение 104–105  
космология 92  
красное смещение 99,  
117  
кротовые норы 132–133  
«Кьюриосити», марсоход  
136, 150

### Л

линзовидная галактика 74  
Луна 20–21  
лунные моря 12, 20

### М

магнитное поле 22, 38  
макроскопический 137  
Марс 22–23, 150  
межзвездная среда 74  
Мейор, Мишель 142  
Меркурий 14–15  
Мессье, Шарль 80, 88  
Местная группа 117  
метеорит 13, 42, 48  
метеорные потоки 13,  
35, 48

метеоры 13, 48–49  
метод прямого  
наблюдения 148  
Мира 52, 58  
Мичелл, Джон 70  
Млечный Путь 82–83, 86  
молекулярные облака  
78–79

**Н**  
Нептун 30–31  
Ньютон, Исаак 120, 124

**О**  
облако Оорта 35  
околоземные объекты 42  
Олимп, гора 22  
орбиты 14, 120–121

**П**  
параллакс 118  
парсеки 118–119  
переменные звезды  
58–59  
период обращения 35  
Персеиды, метеорный  
поток 35, 48  
планеты, см. отдельные  
планеты  
карликовые планеты  
40–41  
планеты-океаны 137,  
146–147  
Плеяды 75  
последовательность  
Хаббла 99  
постоянная Хаббла 93, 96  
пояс Койпера 34  
Проксима Центавра 117  
пространство-время 117  
протопланета 13

протопланетный диск 35,  
42, 137  
Птолемей, Клавдий 76  
пульсары 64–65, 67  
пульсирующая звезда  
58, 67

**Р**  
радиозвезды 93  
радиотелескоп 67  
рассеянные звездные  
скопления 75  
реголит 13  
реликтовое излучение 92,  
100–101  
рентгеновское излучение  
104

**С**  
Саган, Карл 18,  
140–141  
Сатурн 28–29  
суперземли 137,  
146–147  
сверхновые 53, 68–69,  
106  
остаток 53, 68  
свет 102–103  
и метод прямого  
наблюдения 148  
световые годы 93,  
118–119  
сине-красное смещение 116  
система Птолемея 45  
скопления галактик 88–89  
созвездия 76–77  
солнечная вспышка 38  
солнечная корона 35, 38  
Солнечная система 85  
солнечные пятна 35, 36  
солнечный ветер 38–39

Солнце 36–37  
спектр света 122–123  
стандартная свеча  
75, 86

**Т**  
темная материя 92,  
110–111, 131  
темная энергия 92,  
112–113  
теория гравитации  
(всемирного  
притяжения) 14, 126,  
132  
теория относительности  
126–127  
теория стационарной  
Вселенной 93  
термоядерная реакция 34  
Титан 23  
транзит 137, 144  
транснептуновые объекты  
40  
туманность 53, 62, 75,  
78–79  
Туманность Бабочка 52  
диффузные области  
звездообразования 74  
Туманность Ориона 75  
планетарная туманность  
53  
Туманность Кольцо 53

**У**  
углерод 136  
Уран 30–31, 85

**Ф**  
фотосфера Солнца 35  
фундаментальные  
взаимодействия 92

**Х**  
Хаббл, Эдвин 96, 98–99

**Ц**  
Цвикки, Фриц 130–131  
Церера 40, 42  
цефеиды 74

**Ч**  
черные дыры 52, 56, 68,  
70–71, 106, 108, 132

**Ш**  
шаровое скопление 74

**Э**  
Эйнштейн, Альберт 112,  
124,  
экзобиология 141  
экзопланеты 136,  
142–143, 144, 146  
экологическая ниша 13  
эллипсы 116, 120–121  
Эрида 40–41

**Ю**  
Юпитер 24–25



## БЛАГОДАРНОСТИ

### АВТОРСТВО ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Издатель благодарит следующие организации за любезно предоставленное разрешение использовать их изображения в данной книге.

Мы по мере сил мы постарались определить авторство всех иллюстраций, но если кто-то здесь не упомянут, то приносим свои искренние извинения.

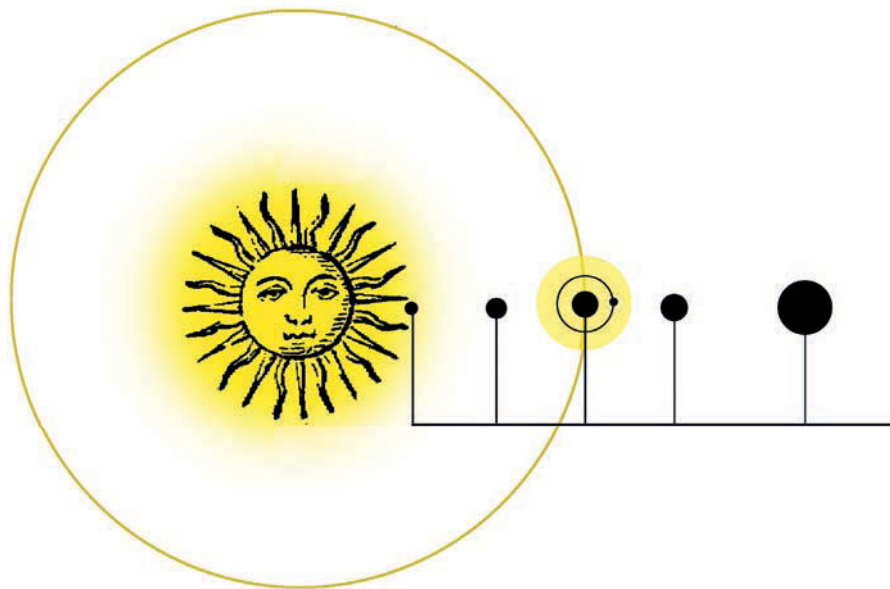
Большинство иллюстраций предоставлены Европейским космическим агентством (ESA) и НАСА (с любезного разрешения [nasaimages.org](http://nasaimages.org))

Corbis/Bettmann: 98; Colin McPherson: 66.

Fotolia: 26.

Getty Images/Evelyn Hofer/Time Life Pictures: 140.

Science Photo Library: 30, 81.



**Какая температура на Венере? Как отличить пульсар от переменной звезды и квазара? Вселенная одна или их много? Какое место занимает наше Солнце среди других звезд? Как составляют карту реликтового излучения? И самый главный вопрос: одиноки ли мы во Вселенной? В книге, которую вы держите в руках, даются ответы на эти и другие подобные вопросы. На ночное небо смотрят все, но не все знают, как оно устроено. Теперь и вы прикоснетесь к его тайнам.**

В книге **«Астрономия за 30 секунд»** доступным и понятным для всех землян языком описаны космические явления самого грандиозного масштаба. Каждое из 50 поразительных открытий в области астрономии излагается всего лишь в двух страницах, примерно в 300 словах, с красочными иллюстрациями. Эта книга — ваш личный путеводитель по Вселенной, написанный учеными и исследователями, которые держат руку на пульсе современной науки и лично открывают тайны жизни, космоса и всего сущего. Добро пожаловать в увлекательный мир астрономии!

**Редактор книги — Франсуа Фрессен**, сотрудник Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кембридже, штат Массачусетс, и один из ученых, занимающихся исследованиями в рамках проекта НАСА «Кеплер». Доктор Фрессен открыл первые планеты размером с Землю, обращающиеся по орбитам вокруг других звезд.

ISBN 978-5-386-06585-0



9 785386 065850



РИПОЛ  
КЛАССИК

МЕРКУРИЙ  
ВЕНЕРА  
ЗЕМЛЯ  
ЛУНА  
МАРС  
ЮПИТЕР  
САТУРН  
УРАН И НЕПТУН  
СОЛНЦЕ  
СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР  
ЭРИДА, ПЛУТОН И КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ  
АСТЕРОИДЫ  
КОМЕТЫ  
МЕТЕОРЫ  
ЦВЕТ И ЯРКОСТЬ ЗВЕЗД  
ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ  
ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ  
ГИГАНТСКИЕ ЗВЕЗДЫ  
БЕЛЫЕ КАРЛИКИ  
ПУЛЬСАРЫ  
СВЕРХНОВЫЕ  
ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ  
СОЗВЕЗДИЯ  
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА И ТУМАННОСТИ  
ОБЪЕКТЫ МЕССЬЕ  
МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ  
ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ  
СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК  
БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ  
РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ  
РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ  
ЗА ПРЕДЕЛАМИ ВИДИМОГО СВЕТА  
КОСМИЧЕСКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ  
ИЗЛУЧЕНИЕ  
ГАММА-ВСПЛЕСКИ  
КВАЗАРЫ  
ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ  
ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ  
СВЕТОВЫЕ ГОДЫ И ПАРСЕКИ  
ЭЛЛИПСЫ И ОРБИТЫ  
СПЕКТР СВЕТА  
ГРАВИТАЦИЯ  
ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ  
ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЛИНЗЫ  
КРОТОВЫЕ НОРЫ  
ИНОПЛАНЕТЯНЕ  
ЭКЗОПЛАНЕТЫ  
ГОРЯЧИЕ ЮПИТЕРЫ  
СУПЕРЗЕМЛИ И ПЛАНЕТЫ-ОКЕАНЫ  
В ПОИСКАХ ДРУГОЙ ЗЕМЛИ  
ЖИЗНЬ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ