

# Что такое звезды

Звезда — это огромный светящийся шар раскаленного газа, в основном водорода, в ядре которого вырабатывается невероятное количество энергии. Поднявшись к поверхности звезды, эта энергия выбрасывается в пространство в виде света, тепла и иных невидимых типов излучения. Из-за огромного количества производимой энергии звезды такие яркие и горячие.

## ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ ЗВЕЗДЫ

Звезды различаются по размеру, но все устроены одинаково. У каждой есть раскаленная центральная часть — ядро, где вырабатывается энергия; один или несколько слоев газа, в которых происходит перенос энергии; раскаленная поверхность и атмосфера.



СОЛНЦЕ

### Обычная звезда

Наше Солнце — обычная звезда, которая кажется нам огромной, потому что находится очень близко. У звезд такого размера обычно есть два слоя, через которые энергия идет от ядра к поверхности: внутренний, в котором энергия переносится в виде электромагнитного излучения, и внешний (конвективный), где раскаленный газ поднимается к поверхности, остывает и вновь опускается. У более крупных звезд эти слои расположены в обратном порядке, а у маленьких может быть только конвективный слой.

## Почему звезды светят

В ядре звезды при очень высокой температуре и огромном давлении происходит термоядерный синтез. Ядра атомов водорода сталкиваются, сливаются в ядра гелия — и в процессе этого высвобождается энергия, которая выбрасывается в пространство в виде света, тепла и иных невидимых глазу типов излучения.



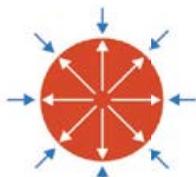
## Звездное равновесие

Обычные звезды, такие как Солнце, находятся в равновесии. Это значит, что их размер, масса и светимость практически не меняются. Когда равновесие нарушается, звезда может превратиться в красный гигант или черную дыру.



### Баланс сил

В обычной звезде сила тяготения к центру равняется силе газового давления наружу.



### Красный гигант

Когда в ядре звезды сгорает водород и начинает гореть гелий, давление наружу усиливается — и звезда растет.



### Черная дыра

Когда массивная звезда умирает, сила тяготения сжимает ее ядро и превращает его в черную дыру.

## ЗВЕЗДНЫЙ СВЕТ

Энергия звезд передается в виде электромагнитного излучения, которое представляет собой волны, движущиеся со скоростью света. Существуют разные виды электромагнитного излучения: видимый свет, рентгеновские лучи, микроволны. У каждого из них своя длина волны и частота. Мы не можем посетить звезды из-за их дальности, но можем многое о них узнать, анализируя приходящее излучение.



Эти звезды выглядят одинаково яркими, но у звезды А светимость больше, чем у Б, просто она находится дальше от Земли.

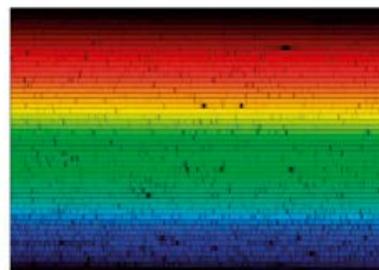
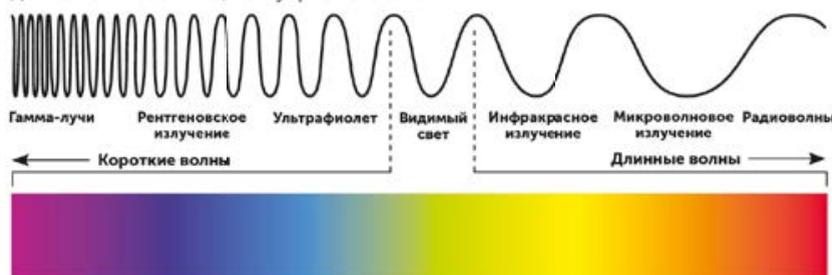
### Яркость звезды

Количество энергии, излучаемое звездой, называется светимостью. А количество света, воспринимаемого наблюдателем, — яркостью. Измеряют ее в звездных величинах. Она зависит от светимости звезды и от расстояния до нее: на большом расстоянии даже звезда высокой светимости может казаться с Земли тусклой. Звезды, видимые невооруженным глазом, имеют яркость от  $-1,5$  звездной величины (самая яркая) до  $+6$  (самая тусклая).



## Электромагнитный спектр

Все виды электромагнитного излучения складываются в спектр. Звезды испускают излучение в самых разных диапазонах электромагнитного спектра. Но только один из диапазонов человек может видеть — это видимый свет. Цвета — это излучение с разной длиной волны: например, у красного света длина волны больше, чем у фиолетового.



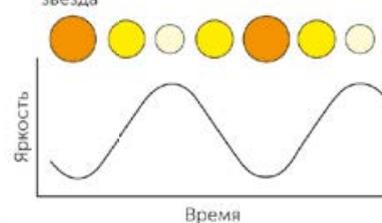
## Излучение звезд

Газ в недрах звезды излучает все длины волн, то есть непрерывный спектр. А каждый элемент в атмосфере звезды поглощает определенную его часть. Анализируя свет звезды с помощью спектрографа, можно увидеть уникальный узор и сделать вывод о составе светила. На изображении выше показан спектр Солнца. По темным полосам поглощенного света можно определить наличие в его атмосфере 67 разных элементов.

## Переменные звезды

Несмотря на стремление звезд к равновесию, размер и светимость некоторых регулярно меняются. Преобладание гравитации сменяется преобладанием газового давления — и звезда циклично увеличивается и уменьшается. Длина этого цикла может составлять от нескольких часов до нескольких лет. Ярче и горячее всего эти звезды становятся при минимальных размерах, а тусклее и холоднее — при максимальных.

Переменная звезда

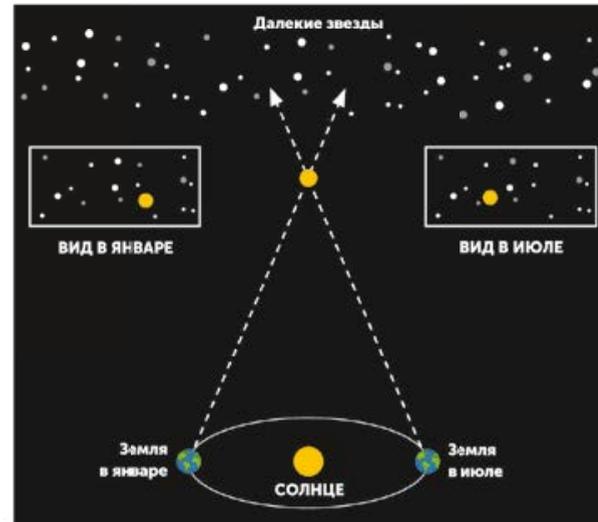


## КАК ДАЛЕКИ ЗВЕЗДЫ

Все звезды, кроме Солнца, находятся невероятно далеко от Земли. Именно поэтому они кажутся нам лишь яркими точками в ночном небе. Для измерения столь больших расстояний введена особая единица — световой год (св. год), то есть расстояние, которое проходит свет в вакууме за один год. Световой год равен примерно 9,5 трлн км.

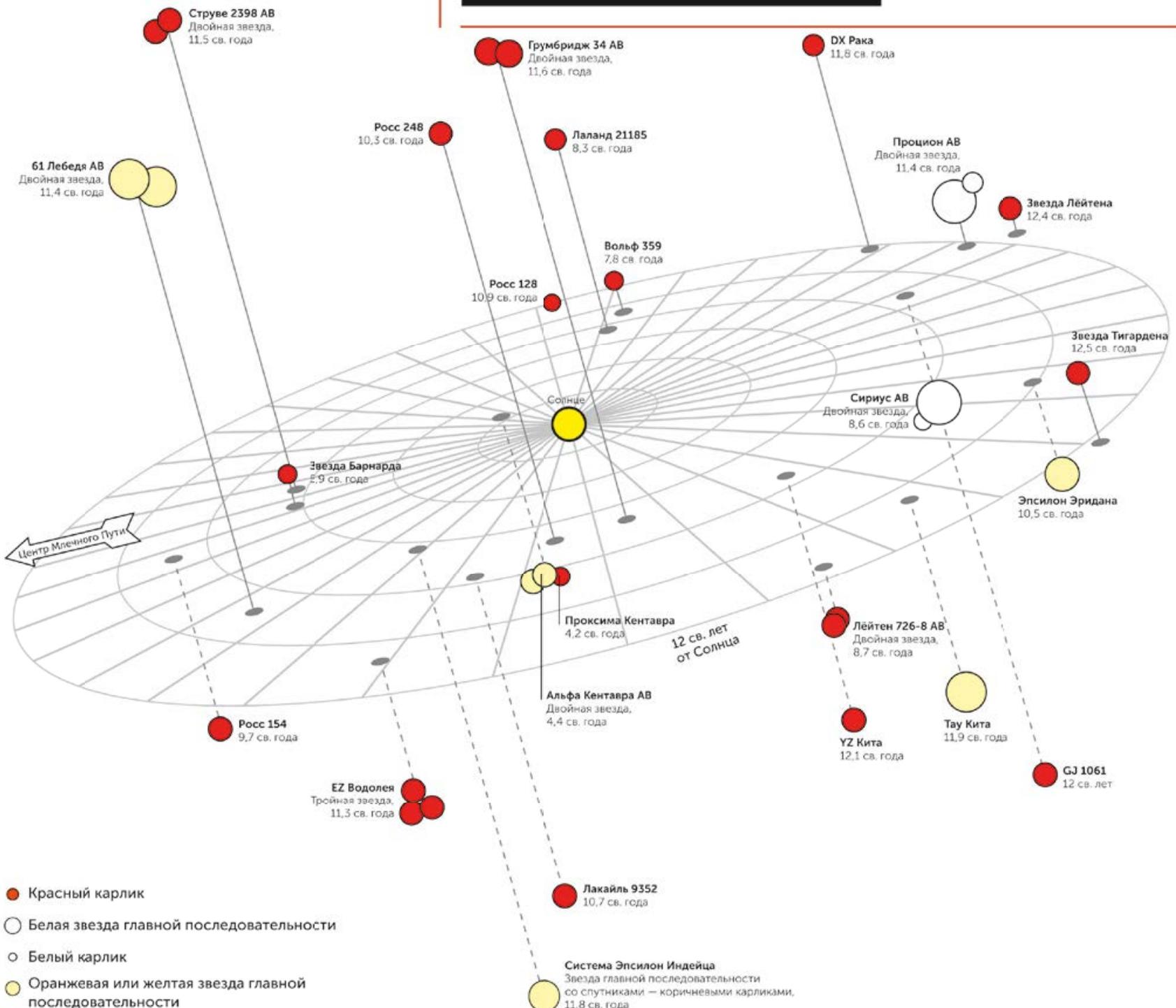
### Ближайшие звезды

В пределах 12,5 св. года от Солнца находятся 33 звезды. Некоторые из них входят в звездные системы, содержащие две или три звезды. Одни из них — маленькие и тусклые, другие — крупные и яркие. На диаграмме внизу показано их расположение относительно Солнца (в центре).



### Измерение расстояний

Существуют разные методы измерения расстояний до звезд. Один из них — наблюдать объект два раза с промежутком в полгода. За это время Земля проходит половину своей орбиты, поэтому видимое положение звезды относительно более далеких светил немного смещается (такой эффект называется параллаксом). По величине смещения можно вычислить расстояние до этой звезды. С помощью такого метода астрономы вычислили, что расстояние до самой близкой к Солнцу звезды — Проксима Кентавра — составляет примерно 4,2 св. года.



# Виды звезд

На ночном небе все звезды похожи на сияющие точки. В действительности они различаются по размеру, цвету, яркости и продолжительности жизни.

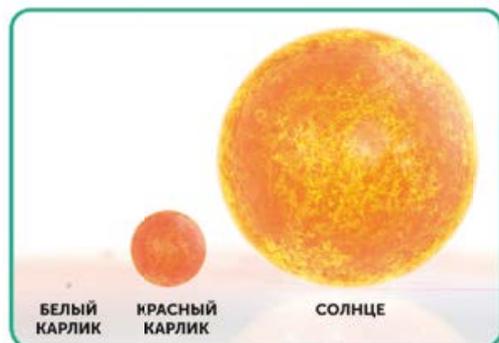
Самые маленькие звезды — это карлики объемом менее тысячной доли Солнца. Самые крупные превосходят его по объему в 8 млрд раз, и они в миллиарды раз ярче мелких. Характеристики звезды в основном зависят от ее массы, то есть от того, сколько вещества она содержит. Чем массивнее звезда, тем она ярче и горячее, но тем короче ее жизнь, ведь топливо в ядрах крупных звезд сгорает намного быстрее. Астрономы разделяют звезды на группы в соответствии с их цветом, размером и яркостью.

## Звезды-гиганты

Самые крупные — старые звезды, которые к концу своей жизни стали огромными и яркими. Звезды-гиганты могут быть в 200 раз больше Солнца и в тысячи раз ярче. Сверхгиганты и гипергиганты бывают до 2000 раз крупнее Солнца и до миллиарда раз ярче.

## Звезды-карлики

Карлики — самая распространенная группа звезд. Они относительно небольшие и тусклые. К этой категории относятся звезды размером чуть больше или чуть меньше Солнца. Карлики бывают желтые, красные и белые. Последние — это крошечные и плотные ядра звезд-гигантов.

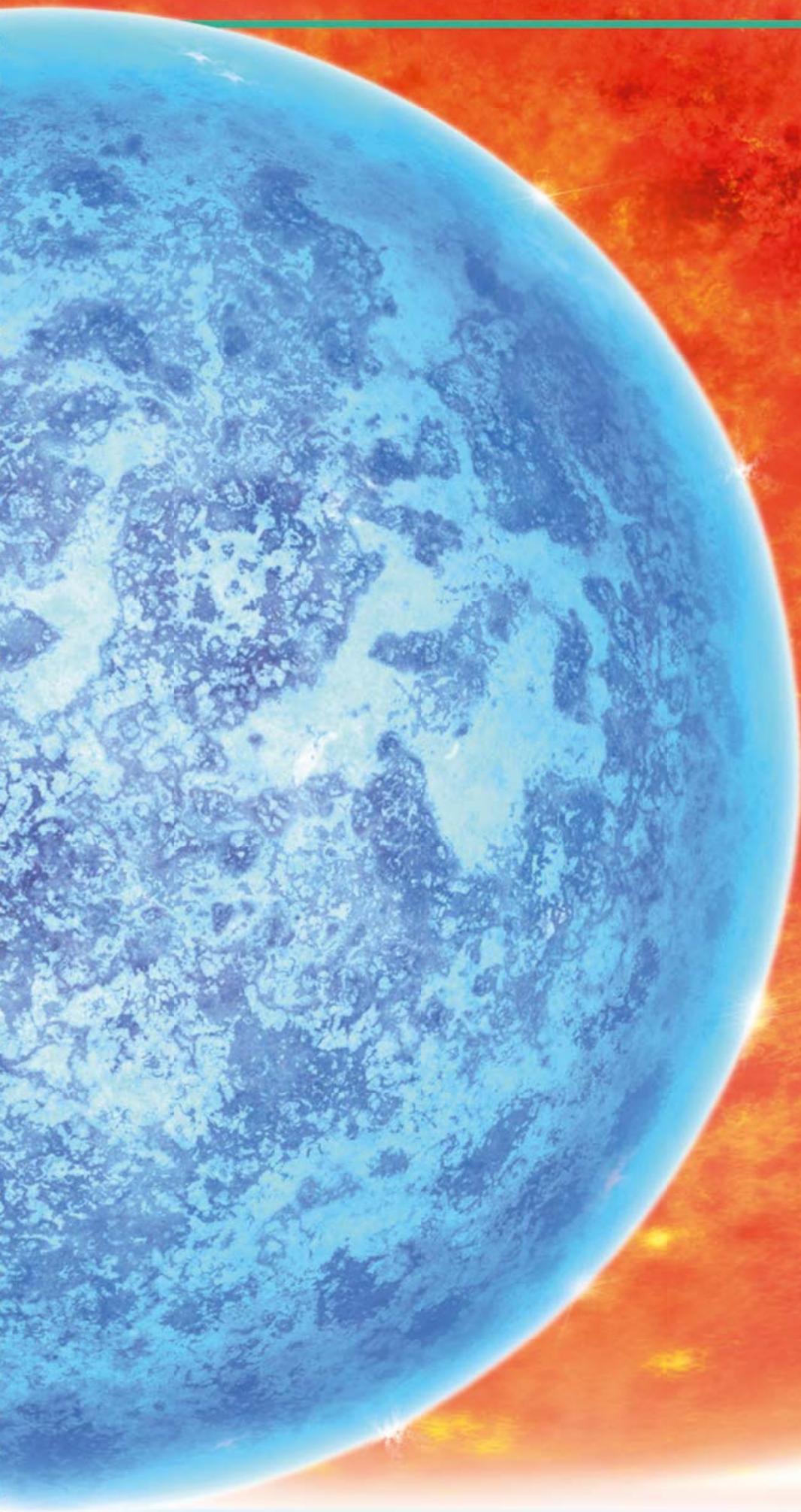


ОРАНЖЕВЫЙ ГИГАНТ

КРАСНЫЙ ГИГАНТ

ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ

[Почитать описание, отзывы и купить на сайте МИФа](#)



ГОЛУБОЙ  
ГИПЕРГИГАНТ

КРАСНЫЙ  
СВЕРХГИГАНТ

## Цвета

Цвет звезды зависит от температуры ее поверхности. Самые горячие светятся голубоватым светом, а более холодные — красным. Например, в телескоп можно увидеть двойную звезду Альбиро: одна светится оранжево-красным, другая — голубым.

Цвет	Температура
Голубой	45 000 °C
Бело-голубой	30 000 °C
Белый	12 000 °C
Желтоватый	8 000 °C
Желтый	6 500 °C
Оранжевый	5 000 °C
Красный	3 500 °C

## Звездная диаграмма

Около ста лет назад астрономы Эйнар Герцшпрунг и Генри Рассел придумали классификацию звезд. На диаграмме по горизонтали отмечена температура звезд, а по вертикали — светимость. Большинство звезд, в том числе Солнце, попало на полосу диаграммы, которую назвали главной последовательности. Там находятся звезды от маленького до среднего размера разных цветов. Другие звезды, в том числе гиганты и карлики, составляют отдельные группы. Это старые звезды, которые принадлежали к главной последовательности миллионы лет назад.



ОРИОН

## Наблюдение за сверхгигантами

Звезды-сверхгиганты можно увидеть в созвездии Орион, названном в честь мифологического охотника Ориона. На его «плече» расположен красный сверхгигант Бетельгейзе — одна из крупнейших звезд Северного полушария, а «нога» Ориона — голубой сверхгигант Ригель.

**Туманность Ориона**

Это яркое газовое облако в 1500 св. лет от Земли — ближайшая к нам область активного звездообразования. Туманность легко увидеть в бинокль, если посмотреть на созвездие Орион, однако она покажется гораздо более блеклой, чем на этом снимке.

**Район Трапеции**

В центре туманности Ориона есть скопление очень ярких, недавно образовавшихся звезд, которое называют Трапедией. Эти звезды в 30 раз массивнее Солнца, а излучаемая ими энергия подсвечивает окружающее их газовое облако.



Это газовое облако отделено от основной части туманности темными полосами пыли и освещено молодой звездой, находящейся в его центре.

**Юные звезды**

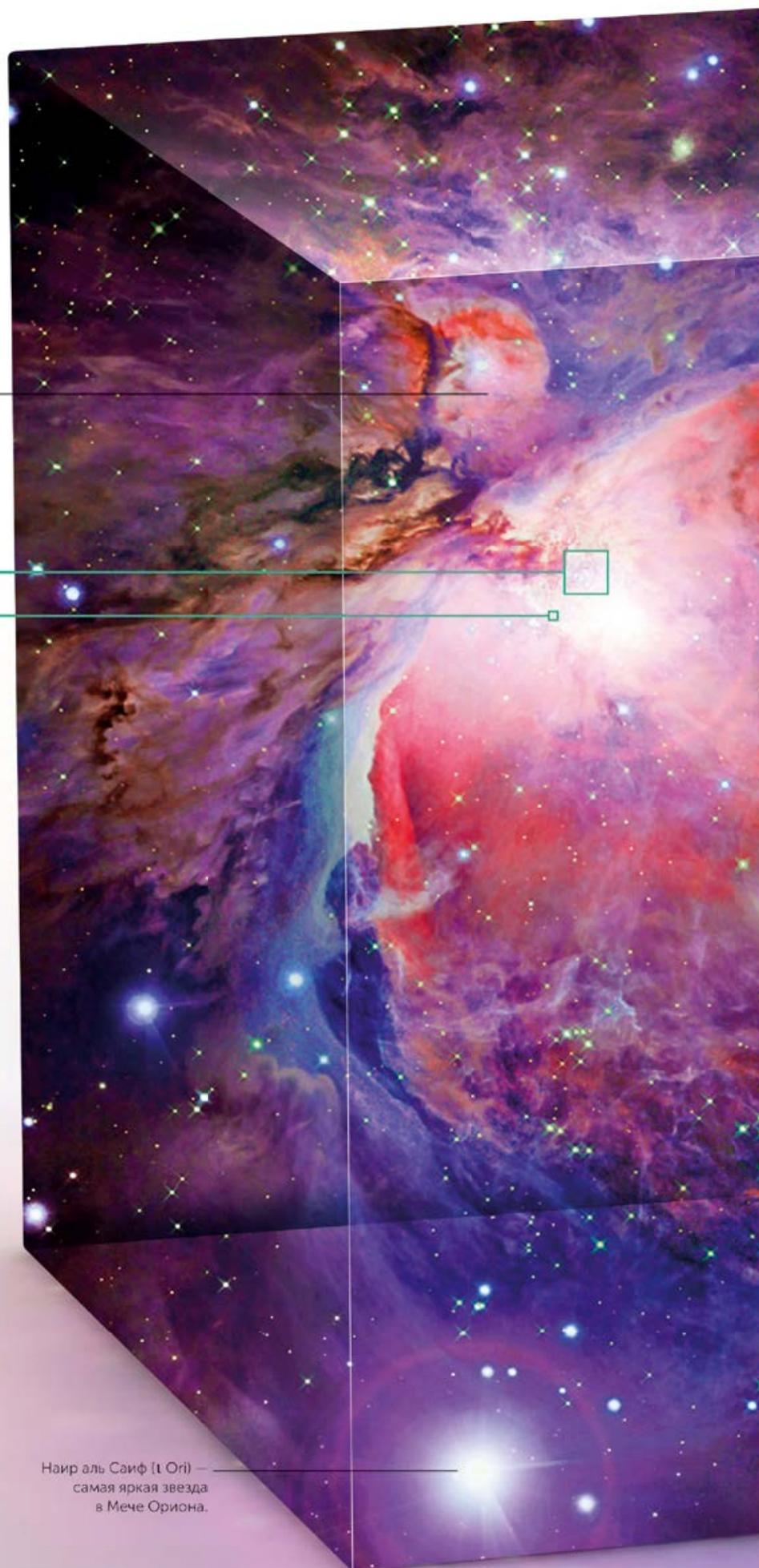
Самые молодые звезды в туманности Ориона всё еще окружены плотными газово-пылевыми дисками — проплидами. Телескоп «Хаббл» сфотографировал 30 таких дисков. В дальнейшем из пыли и газа в них могут сформироваться планеты.



# Рождение звезд

Звезды и планеты образуются из молекулярных облаков в течение миллионов лет.

Пространство в космосе не пустое, оно заполнено межзвездным газом, который в основном состоит из водорода и гелия. Этот газ образует облака разной температуры. В горячих облаках атомы распадаются, а в холодных сохраняют свою целостность и могут соединиться в молекулы. Только в хладном молекулярном облаке огромного размера могут рождаться звезды, потому что гравитация стягивает вещество к центру. Меньшим молекулярным облакам не суждено стать звездами: газовое давление просто оттолкнет вещество из центра в космос. Молекулярные облака в миллионы раз массивнее Солнца, поэтому, как правило, в каждом из них рождается множество звезд.



Наир аль Саиф (1 Ori) — самая яркая звезда в Мече Ориона.



Интенсивное ультрафиолетовое излучение от молодых звезд заставляет атомы газовых облаков светиться. Каждый элемент испускает уникальный цвет. Например, водород светится красным. Цвета на этой фотографии усилены.

Расширяющийся шар с раскаленным газом.

Мощный звездный ветер от новорожденных массивных звезд создает газово-пылевые арки.

Участки водорода и пыли.

Темные участки — это облака пыли, поглощающие свет.

### Как появляется звезда

Звезды рождаются в холодных молекулярных облаках. Когда что-то (взрыв сверхновой или столкновение со звездой) воздействует на них, запускается процесс звездообразования.



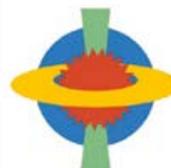
#### Появление сгустков

В облаке, состоящем из холодного газа и пыли, появляются уплотнения — сгустки газа.



#### Сгусток сжимается

При сжатии газ охлаждается, потому что излучает энергию сжатия в космос. Сила тяготения заставляет сгусток сжиматься и притягивать еще больше газа.



#### Вращающийся диск

Когда сгусток уже не может излучать энергию в космос, он нагревается, а вокруг него образуется диск вещества. Вдоль оси диска вырываются струи газа.



#### Зажигается звезда

Когда температура в центре облака достигает 3–4 млн °С, начинается термоядерная реакция — рождается звезда. А остатки вещества обращаются по орбитам вокруг нее.



#### Диск рассеивается

Излучение звезды отталкивает остатки облака, в котором она родилась. Из плотных сгустков на орбитах формируются планеты.

### Области звездообразования

В Галактике много областей звездообразования. На первом изображении внизу — розовая туманность Конская Голова в инфракрасном свете. Туманность Киля (второе изображение), которая вчетверо больше туманности Ориона, известна огромным газово-пылевым столбом под названием Мистическая Гора.



ТУМАННОСТЬ КОНСКАЯ ГОЛОВА



МИСТИЧЕСКАЯ ГОРА В ТУМАННОСТИ КИЛЯ

# Экзопланеты

Экзопланетами называются планеты, обращающиеся вокруг звезд за пределами Солнечной системы. Они бывают самых разных размеров и температур, а некоторые движутся вокруг двойных звезд. Есть и изгнанные из своих систем странники, которые блуждают в темноте по Галактике.

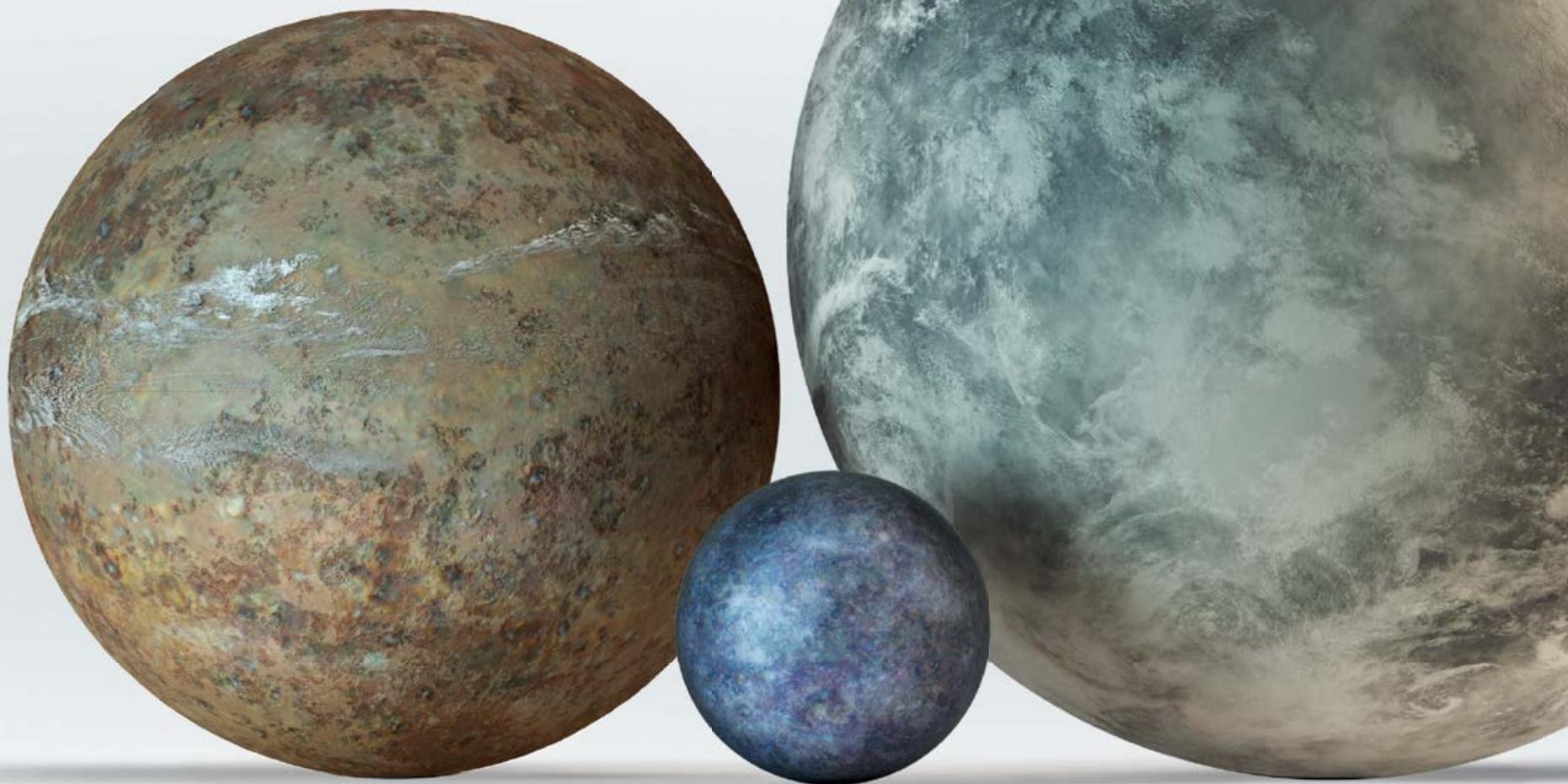
До 90-х гг. XX в. человечеству были известны только восемь планет, удерживаемых притяжением Солнца. Люди предполагали, что вокруг других звезд тоже обращаются планеты, но из-за огромного расстояния проверить это было невозможно. С развитием телескопов астрономы стали замечать небольшие изменения интенсивности света и цвета далеких звезд, свидетельствующие с том, что перед ними проходят планеты. Первую экзопланету открыли в 1995 г. С тех пор были обнаружены сотни внесолнечных систем. В некоторых насчитывается до семи планет. Одни из них небольшие и, вероятно, каменные, как Земля, а другие — гиганты с кольцами в 200 раз шире, чем у Сатурна.

Астрономы считают, что только в нашей Галактике может быть **11 млрд** пригодных для обитания экзопланет, похожих на Землю.

## Система Kepler-62

В 2013 г. космический телескоп «Кеплер» открыл пять экзопланет, обращающихся вокруг звезды Kepler-62, которая находится в 990 св. годах от Земли. На рисунке ниже эти небесные тела изображены в представлении художника: они слишком далеки от нас, чтобы их можно было сфотографировать. Как и всем недавно открытым экзопланетам, планетам системы Kepler-62 присвоены номера, но в дальнейшем они могут получить названия.

Из-за толстой атмосферы планеты Kepler-62d могут закрывать плотные облака.



### Опаленная звездой

Находясь очень близко к звезде, Kepler-62b совершает полный оборот вокруг нее за шесть дней. На планете слишком жарко для жизни: температура поверхности достигает 475 °С.

### Размером с Марс

Kepler-62c имеет приблизительно такой же размер, как у Марса. Температура ее поверхности 300 °С.

### Крупнейшая планета

Размер планеты Kepler-62d позволяет предположить, что ее силы тяготения достаточно, чтобы удержать вокруг себя толстую атмосферу.



### Зона жизни

Две планеты в системе Kepler-62 обращаются в зоне жизни — области с наиболее благоприятными условиями для возникновения жизни земного типа. Ученые считают, что для этого необходимы жидкая вода, плотная атмосфера, магнитное поле, химическое разнообразие и достаточное количество энергии от звезды.



### Первая фотография экзопланеты

Этот снимок был сделан в 2004 г. На нем впервые запечатлена экзопланета, которая выглядит как коричневая клякса рядом с яркой родительской звездой. Она находится в 211 св. годах от Земли и относится к типу горячих юпитеров — раскаленных газовых гигантов с массой, как у Юпитера.

Kepler-62e — скорее всего, каменная планета с толстой атмосферой, возможно покрытая океанами или льдом.



### Далекие миры

Зная расположение планеты, звезд и других небесных тел вокруг нее, можно представить, как выглядит ее ночное небо. Например, так может выглядеть система Kepler-62 с планеты Kepler-62f: близко в небе висит Kepler-62e, а остальные три планеты виднеются в отдалении.

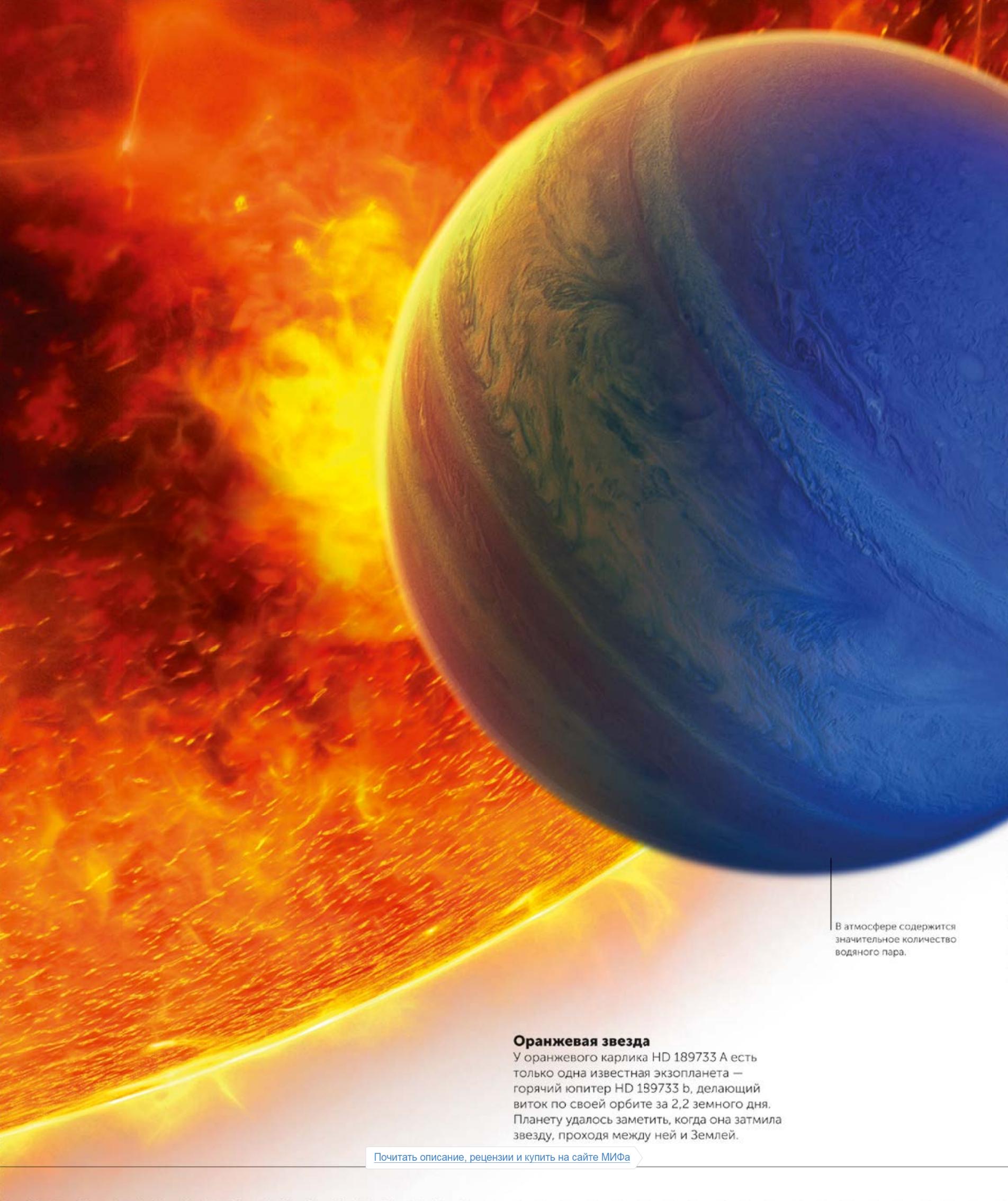


### Похожая на Землю

Из всех известных планет наиболее похожа на Землю Kepler-62e. Температура на поверхности держится в районе 0 °C, а значит, здесь могут быть жидкая вода, облачная атмосфера и даже жизнь.

### Холодная Земля

Kepler-62f похожа на 62e, но она холоднее. На поверхности могут быть вода и лед. Год на планете длится 267 земных суток, а сила тяжести, вероятно, превышает земную.



В атмосфере содержится значительное количество водяного пара.

### **Оранжевая звезда**

У оранжевого карлика HD 189733 A есть только одна известная экзопланета — горячий юпитер HD 189733 b, делающий виток по своей орбите за 2,2 земного дня. Планету удалось заметить, когда она затмила звезду, проходя между ней и Землей.

[Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа](#)



Температура атмосферы, превышающая 1000 °С, непригодна для жизни.

### Голубая планета

В представлении художника так выглядит один из ближайших горячих юпитеров, HD 189733 b, находящийся в 63 св. годах от Земли. Своим темно-голубым цветом он обязан большому количеству силикатных частиц в атмосфере, которые при огромной температуре превращаются в стеклянный дождь.

Каждую секунду с поверхности HD 189733 b испаряется несколько тысяч тонн водорода.

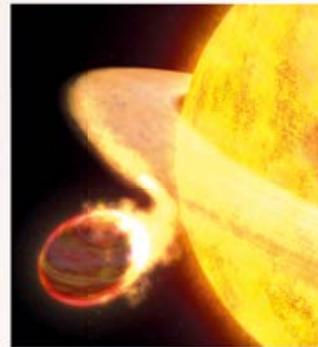
# Горячие юпитеры

Многие экзопланеты относятся к типу горячих юпитеров: это газовые гиганты размером с Юпитер или крупнее, однако намного горячее его, поскольку находятся близко к своим звездам.

Орбиты горячих юпитеров пролегают на расстоянии от 2 до 75 млн км от их звезд — это куда меньше, чем от Юпитера до Солнца (780 млн км). Из-за такого небольшого расстояния на горячих юпитерах могут быть экстремальные погодные условия: свирепый ветер, жара, способная плавить металл, и дожди из стекла. Ученые считают, что изначально эти гиганты располагались дальше от своих звезд, но позже приблизились к ним. Такой вывод делается исходя из того, что рядом со звездой не хватило бы материала для образования такой огромной планеты.

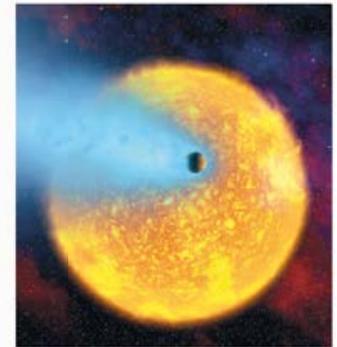
### Смерть горячих юпитеров

Судьба горячих юпитеров незавидна. Некоторых поглощают их же родительские звезды. Другие выгорают, оставляя после себя лишь каменистое или металлическое ядро.



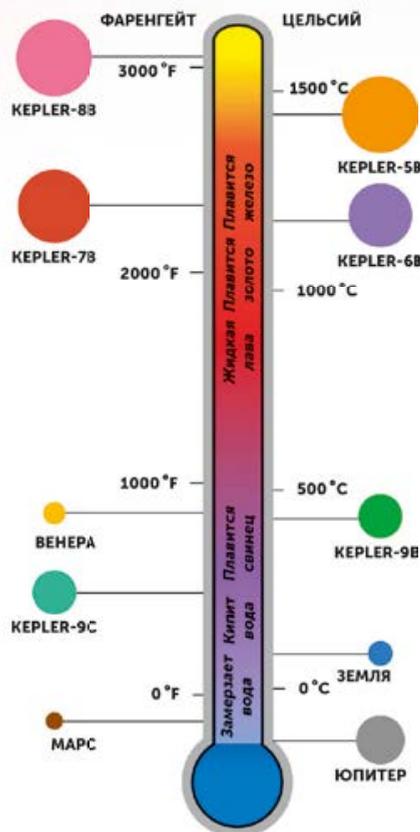
#### Жертва силы тяготения

Горячий юпитер WASP-12 обращается так близко к своей звезде, что она поглощает его.



#### Потеря атмосферы

Из атмосферы планеты HD 209458 b испаряются тысячи тонн водорода в секунду, вытягиваясь в длинный шлейф.

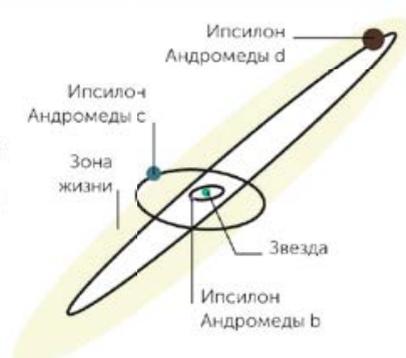


### Температура горячего юпитера

Температуру на некоторых горячих юпитерах, например на Kepler-5b и Kepler-7b, определил космический телескоп «Кеплер». На этой диаграмме она сравнивается с поверхностной температурой четырех планет Солнечной системы. Некоторые экзопланеты горячее жидкой лавы и расплавленного железа.

### Безумные орбиты

Ипсилон Андромеды b был одним из первых горячих юпитеров, открытых астрономами. Это одна из четырех планет, обращающихся вокруг звезды в 44 св. годах от нас. На этой схеме хорошо видно, насколько разные у экзопланет орбиты.



**Рождение звезды**

Облака звездообразования разбросаны по спиральным рукавам Млечного Пути и по другим галактикам. В зависимости от массы молекулярного облака из него образуются разные типы звезд, и у каждого свой эволюционный путь.

**КРАСНЫЙ КАРЛИК****Малые звезды**

Самые маленькие звезды (не более четверти массы Солнца) — относительно холодные и тусклые. Их называют красными карликами. Такие звезды могут светить сотни миллиардов лет. Но со временем они начинают сжиматься и всё больше нагреваются, пока не израсходуют весь запас водородного топлива. После этого они постепенно превращаются в голубые карлики, затем — в белые с гелиевым ядром, а потом — в холодные и безжизненные черные карлики.

**Средние звезды**

Звезды примерно той же массы, что и Солнце, живут от нескольких миллиардов до десятков миллиардов лет. К концу жизни они превращаются в красные гиганты, после чего спокойно умирают: внешние слои разрушаются и формируют облако вещества, которое называется планетарной туманностью.

**Красный сверхгигант Бетельгейзе может взорваться сверхновой в ближайшие 100 тыс. лет.**

**Массивные звезды**

Звезды с самой высокой массой — более чем в восемь раз превышающей массу Солнца — обладают очень короткой жизнью, которая длится не более нескольких сотен миллионов лет. Обычно это белые или голубые звезды, которые со временем краснеют и умирают эффектнее всех прочих.

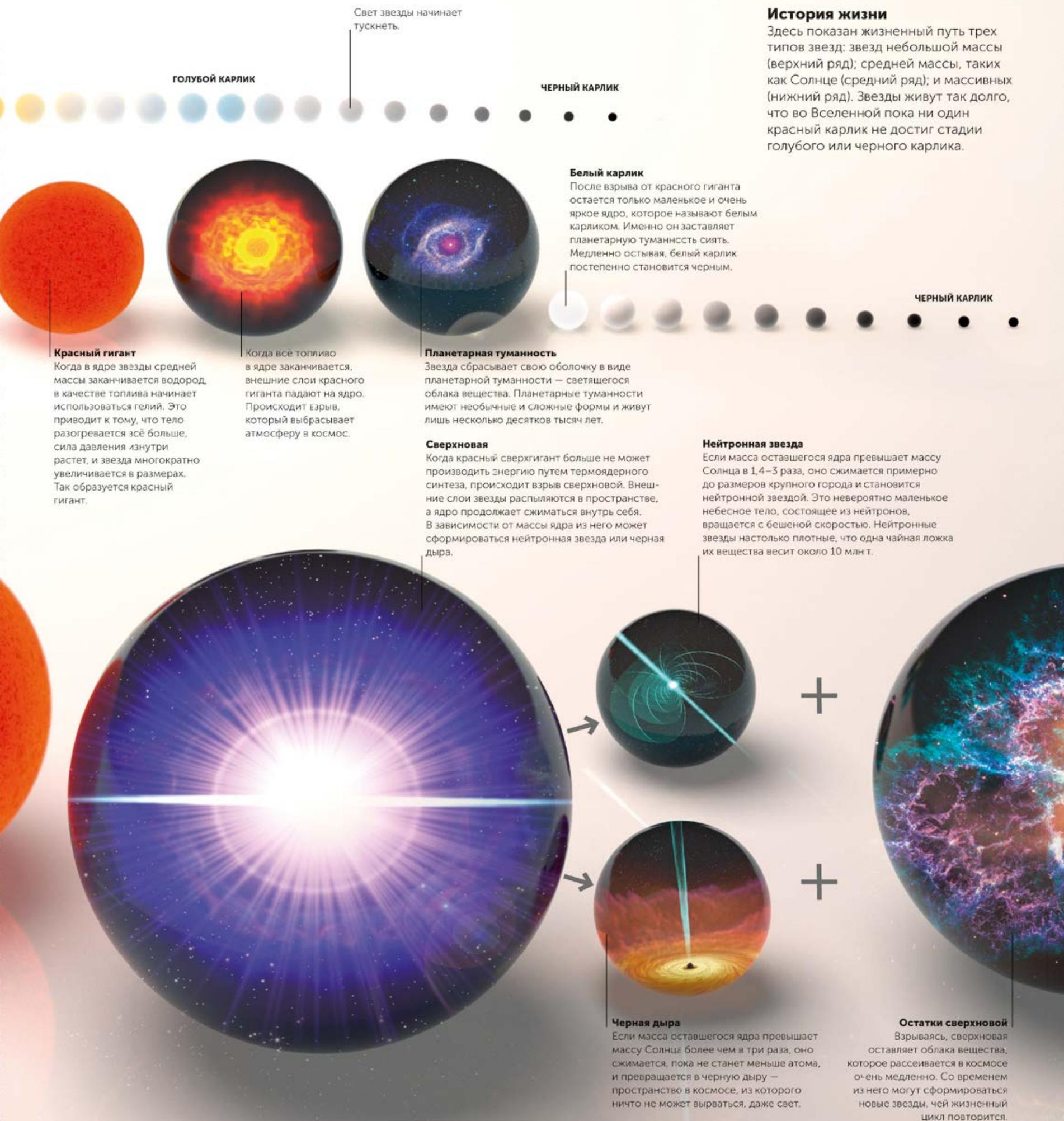
**Красный сверхгигант**

После истощения водорода в ядре у массивной звезды возникают условия для производства энергии при слиянии атомов гелия. Когда гелий заканчивается, начинают создаваться все более тяжелые элементы, вплоть до железа. Параллельно этому процессу происходит увеличение звезды в размерах: она превращается в красный сверхгигант. Со временем ядро становится железным и больше не может гореть, чтобы уравновесить направленную внутрь силу тяготения. Тогда звезда резко сжимается и взрывается сверхновой.

# Жизнь и смерть звезд

Звезды, как и всё в нашем мире, рождаются и умирают. Несмотря на наличие некоторых белых пятен, общая картина жизненного цикла звезды давно известна людям.

Масса играет решающую роль в судьбе звезды. От нее зависит, какой путь ждет звезду: станет ли она карликом, обычной звездой или гигантом. Если масса слишком мала, то протозвезда не сможет поддерживать термоядерную реакцию в ядре и стать звездой; такие небесные тела называют субзвездами, или коричневыми карликами. Однако масса предопределяет судьбу звезды не полностью: на эволюцию могут влиять скорость вращения или взаимодействие с другими телами.





[Почитать описание, рецензии  
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

