

# Паразиты неба

Новые **землеподобные** планеты, где возможна **ЖИЗНЬ**

**20** новых экзопланет, вращающихся вокруг тусклых маленьких звёзд, обнаружил космический телескоп «Кеплер». Пять из них — внутри зоны обитаемости. То есть там, где может быть жидкая вода и собственно жизнь. Команда «Кеплера» сообщила об этом на совместной встрече отделения планетных исследований Американского астрономического общества и Европейского планетного конгресса.

■ АЛЕКСЕЙ ТОРГАШЁВ

Новые планеты — размером с Землю, иногда чуть меньше, иногда больше, как Нептун (такие называют суперземлями). Они вполне подходят для того, чтобы там обитать даже нам, не сгибаясь от непомерного притяжения и не улетая в пространство от необычайной лёгкости. Вращаются они вокруг совсем мелких звёзд — оранжевых и красных карликов классов K и M. Эти звёзды — паразиты, мешающие учёным наблюдать что-то значительное. Так, во всяком случае, окрестила их **Кортни Дрессинг**, астроном из Калтеха, презентовавшая открытие. Они действительно повсеместны: до трёх четвертей звёзд в Галактике — именно красные карлики. Около 250 находятся близко, в преде-



**Кортни Дрессинг**, астроном.

Планетная система **TRAPPIST-1**. Художник изобразил холодную звезду и три планеты, по размерам похожие на Землю.

лах 30 световых лет от нашего Солнца (которое по сравнению с ними просто огромно, раз в десять больше). Сама Кортни, молодая и симпатичная, настаивает на том, чтобы обитаемые планеты искали близ таких тусклых звёзд. В последние годы это становится тем, что сейчас называют трендом или мейнстримом.

Итак, красные карлики. Слабенькие звёзды, которые по массе бывают меньше десяти процентов солнечной, а температура фотосферы у них — 3500 кельвинов и ниже, что почти вдвое меньше, чем у Солнца. Однако гипотетически они могут прожить ещё триллионы лет, что уходит за горизонт самого буйного воображения. Вся Вселенная началась лишь 13,8 млрд лет назад. За это время родились и умерли многие звёзды, а карлики намерены существовать в сотни раз дольше. Никто из физиков не возьмётся предсказать, что случится с миром за столь долгий срок, но если всё останется «как раньше», то жизнь у звёзд класса М может зародиться с большой вероятностью. Если уже не зародилась.

В поисках инопланетной жизни надежды землян чередуются с разочарованиями. Никто не пишет посланий земному разуму от внеземного, нигде мы не видим явных следов хотя бы примитивных организмов. Надежались на Марс — почти перестали. Сейчас надеемся на Европу, спутник Юпитера. Но больше всего надежд, конечно, на экзопланеты.

Первую экзопланету открыл польский астроном Александр Вольщан в 1990 году. Он высчитал, что у одной из нейтронных звёзд есть две планеты больше Земли: одна в 3,4 раза, другая — в 2,8. С тех пор открыли множество планет у других звёзд, и на сегодня вместе с кандидатами (пока не подтверждёнными сигналами) их известно около пяти тысяч. Тогда в чём сенсация? В том, что сразу несколько планет оказались и похожи на Землю размером, и в зоне обитаемости. Такие открытия пока ещё редки, хотя есть ощущение, что вот оно, началось. Например, летом землеподобную планету нашли у ближайшей к нам звезды — красного карлика Проксимы Центавра. Её вычислили по наблюдениям обсерватории Ла-Силья в Чили.

Но главным поставщиком новостей о мирах за пределами Солнечной системы остаётся телескоп «Кеплер». Почему в последнее время он стал находить так много планет размером с Землю и суперземель? На этот вопрос нашему журналу ответил Роман Рафиков, профессор астрофизики Кембриджского университета (Великобритания) и Института передовых исследований (Принстон, США):

— Я бы не сказал, что это недавняя тенденция. «Кеплер» их открывал практически с начала миссии, а это уже лет пять. Первыми, конечно, он обнаружил большие планеты вроде Юпитера, которые дают самый сильный сигнал при прохождении по диску звезды. Транзитный сигнал от планеты типа Земли значительно, раз в 100, слабее, поэтому для таких событий нужно отследить много транзитов, чтобы набрать статистику. Это заняло какое-то время, но с самого начала миссии «Кеплер» выдавал и планеты типа Нептуна, и близкие по размерам к Земле.

Наблюдения звёзд с массой меньше Солнца хороши тем, что при транзите маленькая планета закрывает большую часть диска звезды, чем при транзите звезды типа Солнца. А именно относительное падение яркости звезды является сигналом при транзите. Поэтому там всегда легче обнаружить даже маленькие планеты. Есть специальные проекты, например MEarth, которые специализируются именно на таких системах.

Есть ли там жизнь? Вопрос на нынешней стадии исследований делится на два. Первый: возможна ли она там в принципе? Второй: способны ли мы её обнаружить?

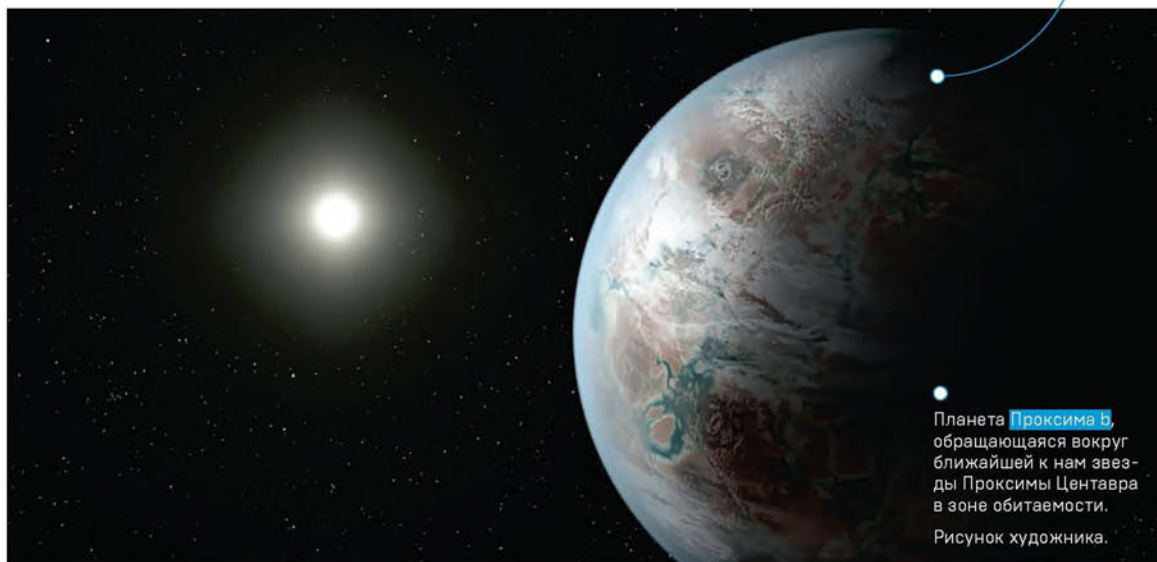
Начнём с первого. **Зона обитаемости** — понятие довольно примитивное. Это всего лишь область вокруг звезды, в пределах которой вода на поверхности планеты может существовать в жидкой форме. Не слишком близко, чтобы вода не обратилась в пар, и не слишком далеко, чтобы не замёрзла. Есть вода — идут биохимические



Роман Рафиков, профессор астрофизики.

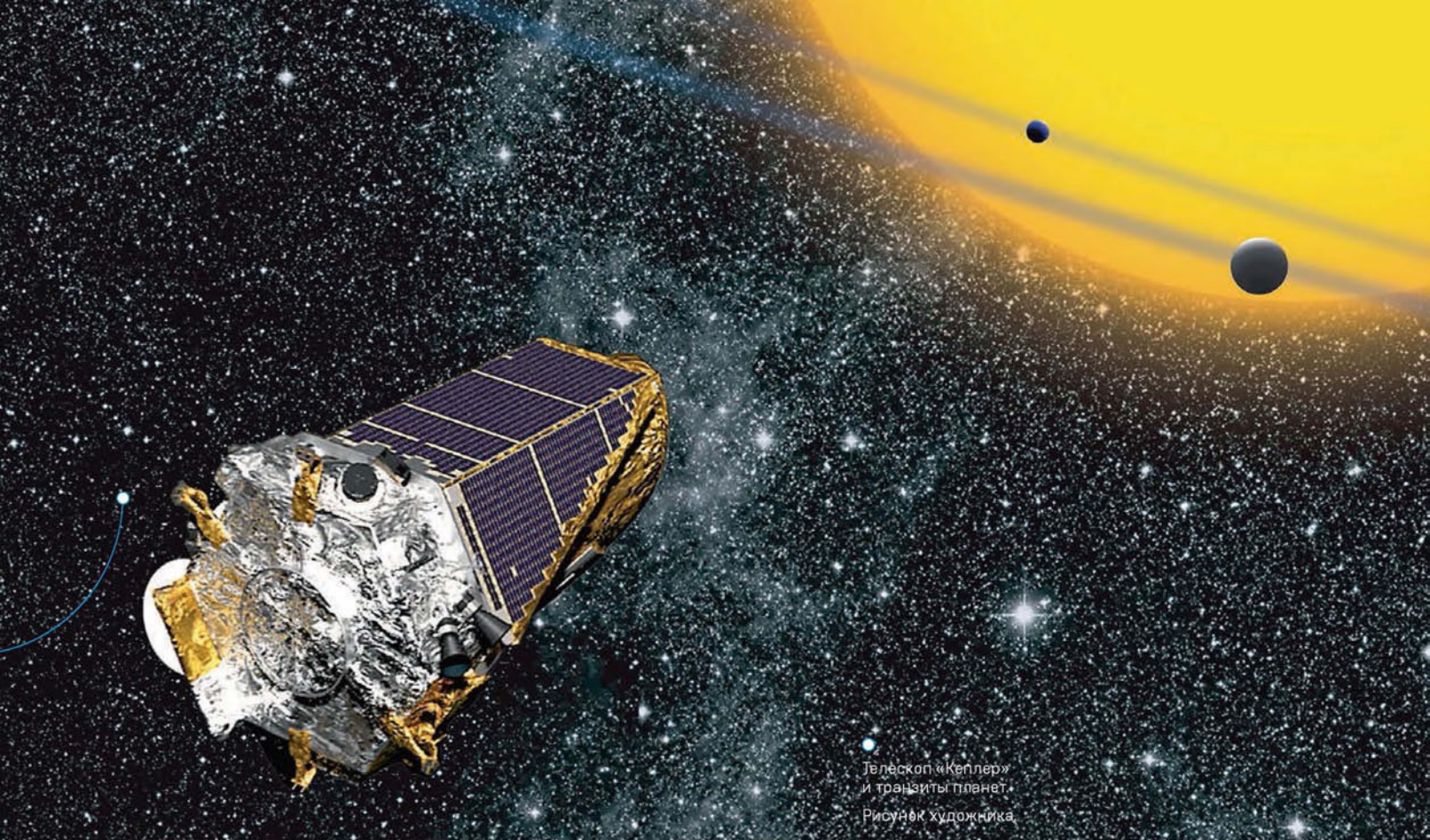
## ЗОНА ОБИТАЕМОСТИ

Область вокруг звезды, в пределах которой вода на поверхности планеты может существовать в жидкой форме. То есть температура поверхности должна быть не ниже 0 и не выше 100 °С. Как на Земле.



Планета **Проксима b**, обращающаяся вокруг ближайшей к нам звезды Проксимы Центавра в зоне обитаемости.

Рисунок художника.



Телескоп «Кеплер» и транзиты планет.  
Рисунок художника.



Космический телескоп «Джеймс Уэбб» **JWST**. Сегмент зеркала из бериллия с золотым покрытием.



Знаменитая обсерватория «Хаббл» на орбите.

### «КЕПЛЕР»

Космическая обсерватория NASA, предназначенная для поиска экзопланет методом транзита. Измеряет изменение яркости звёзд в Галактике. Инструмент — высокоточный фотометр. Когда планета частично затмевает звезду, «Кеплер» фиксирует сигнал.

**Запущен** 7 марта 2009 года. Обращается по гелиоцентрической орбите, сходной с земной. Период обращения вокруг Солнца — 372,53 суток. Постепенно удаляется от Земли и в 2016 году находится на расстоянии более 160 млн км от неё. 11 мая 2013 года потерял ориентацию в пространстве из-за отказа двух маховиков из четырёх. Несколько месяцев спустя инженеры нашли способ ориентировать аппарат давлением солнечного света. Была объявлена миссия «Кеплер-2», которая продолжается в настоящее время.

На сегодня «Кеплером» найдено **2 330** планет и ещё **4 706** занесено в список кандидатов. Это две трети всех известных экзопланет.

Самая молодая из известных экзопланет — **K2-33b**. Её возраст всего 5–10 млн лет.

Рисунок художника.

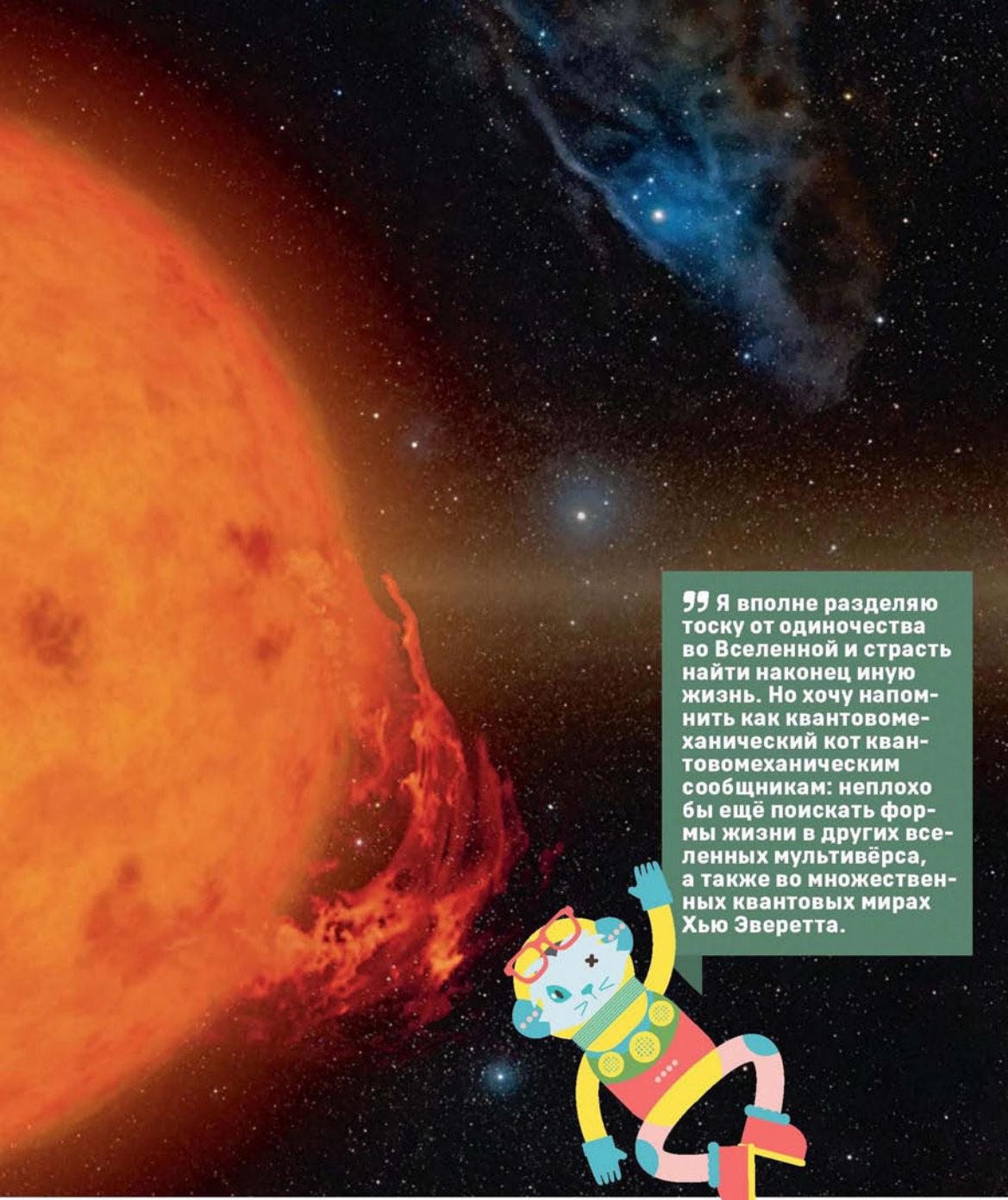
реакции в клетках. Мы ввели это понятие по той простой причине, что никакой другой жизни, кроме земной, не видели. Посему ищем подобную.

Красные карлики — звёзды неяркие, холодные. Зона обитаемости у них гораздо ближе, чем у Солнца. Если бы мы жили там, Земле пришлось бы переехать внутрь орбиты Меркурия, чтобы получить достаточно тепла. И возникли бы проблемы. Самая очевидная — радиация: рентгеновское излучение, мощные вспышки. От этого может защитить лишь атмосфера и, в случае вспышек, магнитное поле. Другая проблема — тяготение близкого светила. Его приливные силы могут затормозить вращение планеты так, как Земля затормозила Луну (отчего наш спутник всегда повернут к нам одним боком). Тогда на одной стороне планеты всегда был бы жаркий день, а на другой мёрзлая космическая ночь. Возникновению жизни такие условия, понятно, не способствуют, но есть вариант, при котором планета попадёт в резонанс с гравитацией звезды и всё же будет вращаться, как это случилось с Меркурием. Третья про-

блема — звёздный ветер: потоки заряженных частиц, вылетающих из красного карлика, могли просто сдуть атмосферу в пространство за миллиарды лет.

Существуют модели, позволяющие обходить перечисленные сложности. А раз есть модели, то где-то в Галактике они могли реализоваться. Особенно если учесть количество мелких звёзд и планет вокруг них (по современным оценкам, их десятки, если не сотни миллиардов).

Допустим, на одной из этих планет есть жизнь, похожая по биохимии на земную. По каким признакам её найти? Ответ такой: сначала доказать наличие жидкой воды и атмосферы, а затем искать биомаркеры, первый из которых — свободный кислород. Дело в том, что кислород в атмосфере может появиться почти исключительно в результате фотосинтеза живыми организмами. Физические и химические процессы его, конечно, тоже создают, но не в таких количествах. Должны совпасть несколько условий, чтобы этот газ появился сам по себе. В общем, если в атмосфере есть кислород, то шансы



“ Я вполне разделяю тоску от одиночества во Вселенной и страсть найти наконец иную жизнь. Но хочу напомнить как квантовомеханический кот квантовомеханическим сообщникам: неплохо бы ещё поискать формы жизни в других вселенных мультивёрса, а также во множественных квантовых мирах Хью Эверетта.

## КАК ОТКРЫВАЮТ ПЛАНЕТЫ

ЕСТЬ ТРИ ОСНОВНЫХ СПОСОБА ОБНАРУЖИТЬ ПЛАНЕТУ У ЧУЖОЙ ЗВЕЗДЫ.

**Первый:** метод транзита. Планета проходит перед диском звезды и затмевает её. Современные инструменты способны отследить изменение яркости всего в тысячные доли процента. Для сравнения: Юпитер, проходя по диску Солнца, затмевает его примерно на один процент.

**Второй:** увидеть смещение звезды под действием гравитации планеты. Когда планета находится перед звездой, она приближает её к нам, когда позади — оттягивает. Спектрометром можно измерить, как меняется расстояние.

**Третий:** прямо наблюдать свет самой планеты. Подходит для больших и молодых планет, разогретых силой собственной гравитации. Они горячие и светятся. Чтобы найти такие, нужно очистить поле зрения от света звезды. Это достигается с помощью специальной аппаратуры.

Из более экзотических способов обнаружения экзопланет следует отметить **микрولينзирование и астрометрию**.

на обитаемость сильно возрастают. Пока таких планет не нашли. Можно ли в принципе исследовать их атмосферы? Отсюда — земными телескопами и обсерваториями ближнего космоса?

— Что-то, оказывается, можно уже сейчас, — говорит Роман Рафиков. — Например, недавно обнаруженная система TRAPPIST-1 содержит три планеты с размером порядка Земли, обращающихся на коротких орбитах — полтора и два дня для двух внутренних планет — вокруг карликовой звезды. Её масса составляет 8 %, а радиус — 11 % от солнечной, светимость в 2 000 раз меньше, чем у Солнца. При этом звезда находится в 40 световых годах от нас, весьма недалеко.

Недавно международная группа исследователей использовала космический телескоп «Хаббл» для изучения атмосфер этих планет методом трансмиссионной спектроскопии. В этом методе наблюдения проводятся во время транзита — измеряется поглощение звёздного света в атмосфере планеты на длинах волн, соответствующих химическим элементам в ней. Это очень

сложное наблюдение, потому что задействуется лишь малая часть атмосферы на лимбе планеты. Чтобы усилить сигнал, наблюдатели дождались, когда обе внутренние планеты — которые сидят в зоне обитаемости — прошли по диску звезды одновременно. Их комбинированный сигнал и был измерен. Красивая идея.

Результат показал, что эти планеты не могут содержать протяжённые водородные атмосферы без облаков. Но остаются другие возможности — например, сильно облачная атмосфера типа венерианской или атмосфера из водяного пара. Так что простор для дальнейших исследований этой планетной системы огромен.

В будущем новый американский инфракрасный телескоп JWST (его планируют ввести в действие в 2018 году) сделает такие наблюдения более-менее рутинными. Ну что? Держим кулаки. Ждём. 🐾