

ПОИСК ДВОЙНИКОВ ЗЕМЛИ

Новые открытия планет за пределами Солнечной системы воспринимаются теперь как нечто само собой разумеющееся. **Стюарт Кларк** выясняет, стоим ли мы на пороге обнаружения планеты, в точности похожей на нашу собственную.

ТО, ЧТО НАЧИНАЛОСЬ как тонкий ручеек открытий планет в середине 1990-х годов, превратилось сейчас в бурный поток. На нынешний момент обнаружено более 800 планет, обращающихся вокруг звезд за пределами Солнечной системы, и это число продолжает расти.

Но астрономам недостаточно просто подсчитывать новые миры, они хотят знать, каково это — стоять на поверхности одной из таких планет. В конце концов, эти миры, обращающиеся вокруг других звезд, — экзопланеты, как их называют, — могут быть устроены очень по-разному. Некоторые из них целиком покрыты водой, в то время как другие, как предсказывают ученые, могут полностью состоять из алмазов. Но самая интригующая возможность — существование мира, такого же, как наш собственный, — двойника Земли, который мы вполне можем обнаружить в ближайшее время.

«Люди часто спрашивают меня, как я считаю, отыщем ли мы планету похожую на нашу Землю? И я всегда отвечаю: «Абсолютно точно — да», — говорит Сара Сигер (Sara Seager), профессор Массачусетского технологического института (MIT, США), входящая в число ведущих мировых экспертов по экзопланетам. — А когда они спрашивают меня, когда же мы отыщем двойника Земли, я объясняю, что всё это зависит от многих факторов и вообще это долгая история».

Уже в этом году вершина горы Серро-Армазонес в Чили будет скрыта под строительство телескопа, способного обнаружить двойни-

ка Земли. Этот телескоп — E-ELT (European Extremely Large Telescope, Европейский Чрезвычайно Большой Телескоп) — станет самым зорким глазом, направленным в небо. Его зеркало диаметром почти 39 м в четыре раза больше зеркал крупнейших из действующих телескопов. Новый супертелескоп позволит не только обнаружить до сих пор не замеченные планеты по характерным «покачиваниям» звезд под влиянием гравитации планет, но также сделает доступным изучение свойств ближайших к нам экзопланет по анализу отраженного ими света.

Характеристики такого отраженного света могут рассказать, какие газы содержатся в атмосфере планеты; таким образом можно выяснить, есть ли там океаны и служат ли они

«Изучение свойств землеподобной планеты, обращающейся вокруг звезды, похожей на Солнце, — это весьма заманчивая перспектива»

Д-р Джо Лиске, астроном из Европейской южной обсерватории

160 млрд планет у других звезд насчитывают только в нашей галактике Млечный Путь. Такой вывод сделали авторы одной из статей, опубликованной в январе 2012 года.

вместилищем жизни (см. врезку «Телескоп, который может разглядеть иные миры»).

Возможности астрономов по исследованию атмосфер экзопланет сейчас очень ограничены. Изучаются в основном планеты, которые значительно крупнее Земли, при этом приходится полагаться на данные по прохождению («транзитам») планет перед диском звезды (тогда звездный свет проходит через атмосферу планеты). Такое случается нечасто. Гигантское составное зеркало E-ELT позволит астрономам видеть не только родительскую звезду, но и слабый свет тех ее планет, что сопоставимы по своим размерам с Землей.

«Чтобы разделить звезду и планету, вам требуются невероятно четкие изображения, и получить их можно только с помощью невероятно большого телескопа, такого как E-ELT, — отмечает доктор Джо Лиске (Joe Liske) из Европейской южной обсерватории, который занимается проектированием E-ELT. — Возможность изучить характеристики планеты, подобной Земле, обращающейся вокруг звезды, похожей на Солнце, — это весьма заманчивая перспектива и одна из причин, по которой астрономическое сообщество в Европе столь активно поддерживает этот проект».

ПРЕТЕНДЕНТ

Но E-ELT стоимостью 1 млрд евро — не единственный проектируемый супертелескоп. Другая международная коллаборация, в которую входят астрономы из США, Китая и Индии, а также представители других стран, планирует построить телескоп с диаметром зеркала 30 м на вершине горы Мауна-Кеа на Гавайях — потухшем вулкане, который извергался последний раз 4–6 тыс. лет назад.

Хотя такой Тридцатиметровый телескоп (Thirty Meter Telescope, TMT) несколько меньше, чем E-ELT, участники этого проекта всё же надеются, что он сможет раньше европейских конкурентов обнаружить биомаркеры — газы в атмосферах экзопланет, похожих на Землю, указывающие на присутствие жизни. Постройку TMT планируют закончить в 2018 году, на четыре года раньше E-ELT.

Нынешний лидер среди охотников за экзопланетами — космический телескоп NASA «Кеплер» (Kepler). Он запущен в марте 2009 года и постоянно наблюдает за маленьким пятном неба, где находятся свыше 100 тыс. звезд нашей галактики. В этой области он и обнаруживает экзопланеты, фиксируя снижения яркости звезд во время «транзитов».

«Кеплер» уже добился изрядных успехов, став автором 116 открытий новых миров и более чем 2,3 тыс. «подозреваемых» планет, которые требуют дальнейших исследований. Конечно, «Кеплер» просто детектирует планеты, а не изучает их характери-



В горном районе Серро-Армазонес в Чили, где находится семейство телескопов Европейской южной обсерватории, скоро появится новичок — E-ELT



ВТОРОЙ ДОМ

Характеристики, которым должна соответствовать планета, чтобы быть двойником Земли

- ☒ **Нахождение в зоне обитаемости**
Зона обитаемости — это область, где планета находится на подходящем расстоянии от звезды и, следовательно, имеет такую температуру поверхности, что там может существовать жидкая вода в открытых водоемах. Эта дистанция зависит от свойств как звезды, так и самой планеты.
- ☒ **Почти круговая орбита**
Это означает, что планета всегда будет получать примерно одинаковое количество световой энергии от своей центральной звезды. Большая часть живых организмов на Земле зависит от постоянного притока энергии.
- ☒ **Стабильная звезда**
Бури и вспышки на Солнце приводят к всплескам опасного излучения в космосе.
Магнитное поле Земли в основном защищает нас от этих катаклизмов, но, если бы активность Солнца значительно повысилась, это могло бы приводить к глобальным катастрофам.
- ☒ **Звезда, похожая на Солнце**
Солнце — хороший компромисс между достаточным количеством энергии, ста-

бильностью и общим временем существования звезды. Срок жизни Солнца, по оценкам, составляет 10 млрд лет — этого времени достаточно, чтобы жизнь могла возникнуть и эволюционировать в развитые формы.

- ☒ **Земная масса**
Масса планеты, близкая к земной, даст гравитацию, достаточную, чтобы удерживать пригодные для дыхания газы.
Однако Венера имеет массу, почти равную земной, но там идут дожди из серной кислоты, а на поверхности жарче, чем в печи, и она необитаема.
- ☒ **Тектоническая активность**
Земная кора обновляется в ходе смены геологических эпох благодаря движению литосферных плит. Это позволяет вернуть в атмосферу необходимый для жизни углерод, который был связан в породах.
- ☒ **Крупный спутник**
Гравитационное взаимодействие с Луной стабилизирует ось вращения Земли.
В отсутствие Луны земная ось за миллионы лет «гуляла» бы в больших пределах, как это происходит с Марсом, что приводило бы к постоянным климатическим катастрофам.

ТРИ ЛУЧШИХ ПРЕТЕНДЕНТА

Планеты, которые больше всего похожи на Землю (среди открытых на данный момент)

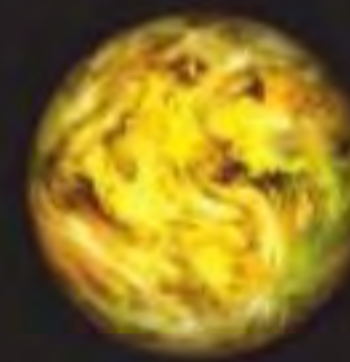
KEPLER-22B



Эта планета была провозглашена «новой Землей», когда о ее открытии с помощью космического телескопа «Кеплер» было объявлено в декабре 2011 года. Это первая

найденная транзитная планета, чья орбита находится в зоне обитаемости у похожей на Солнце звезды. Она расположена в 600 световых годах от Земли, ее диаметр составляет примерно 2,4 земного. Несмотря на некоторое сходство с Землей, весьма вероятно, что ее поверхность покрыта водой, поскольку весь лёд на ней растаял.

GLIESE 581 G



Этот мир находится всего лишь в 22 световых годах от Земли. Как считают, эта планета в 3–4 раза тяжелее нашей и находится точно в середине зоны обитаемости. Проблема, однако, состоит в том, что не все группы астрономов, анализировавшие данные о ней, считают, что она вообще существует.

Ее родительская звезда — красный карлик, который является хозяином еще по меньшей мере четырех планет, существование которых не оспаривается. Одна из этих планет находится на внешней границе зоны жизни.

GLIESE 667 Cc



Вторая планета звезды Gliese 667Cc делает один оборот по орбите вокруг нее за четыре недели. Эта близость компенсируется значительно более слабым излучением самой

звезды, которая в три раза легче Солнца и представляет собой красный карлик. Планета же — суперземля с массой, в 4–5 раз превышающей массу нашей планеты. Расстояние до нее — 22 световых года, что относительно недалеко. Сама звезда является компонентом тройной звездной системы.

ТЕЛЕСКОП, КОТОРЫЙ МОЖЕТ РАЗГЛЯДЕТЬ ДРУГИЕ МИРЫ

Европейский супертелескоп E-ELT должен будет изучать специально выбранные для него звезды, чтобы найти планеты, похожие на нашу. E-ELT конструировался с таким расчетом, чтобы найти применение в поисках двойника Земли. Его огромное зеркало, шириной с олимпийский бассейн, будет собирать свет, отразившийся от поверхности миров, расположенных в сотнях триллионов километров от нас. Если этот свет проходит через атмосферу экзопланеты, молекулы газов поглощают фотоны определенных длин волн, оставляя в нем свои «отпечатки пальцев».

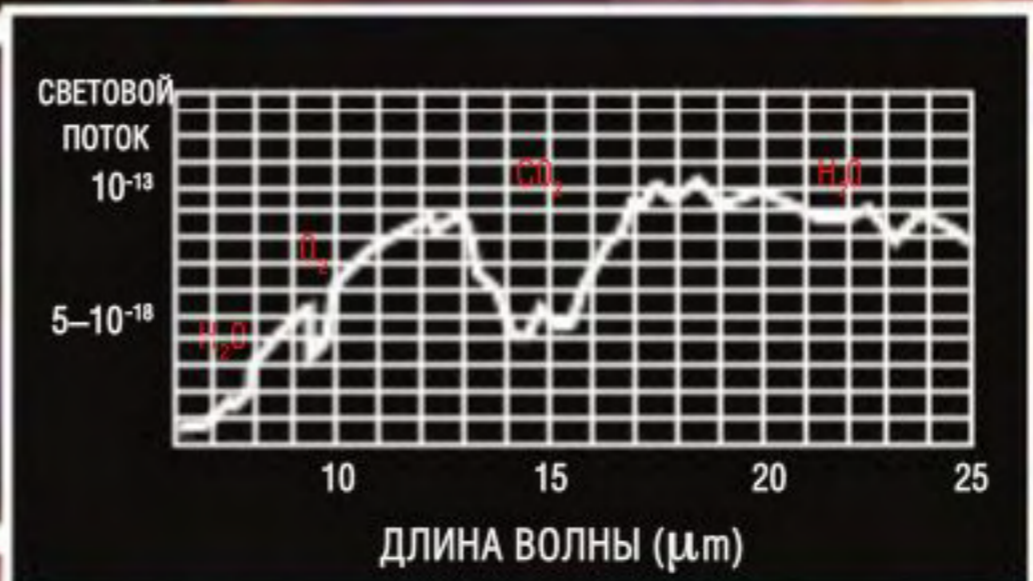
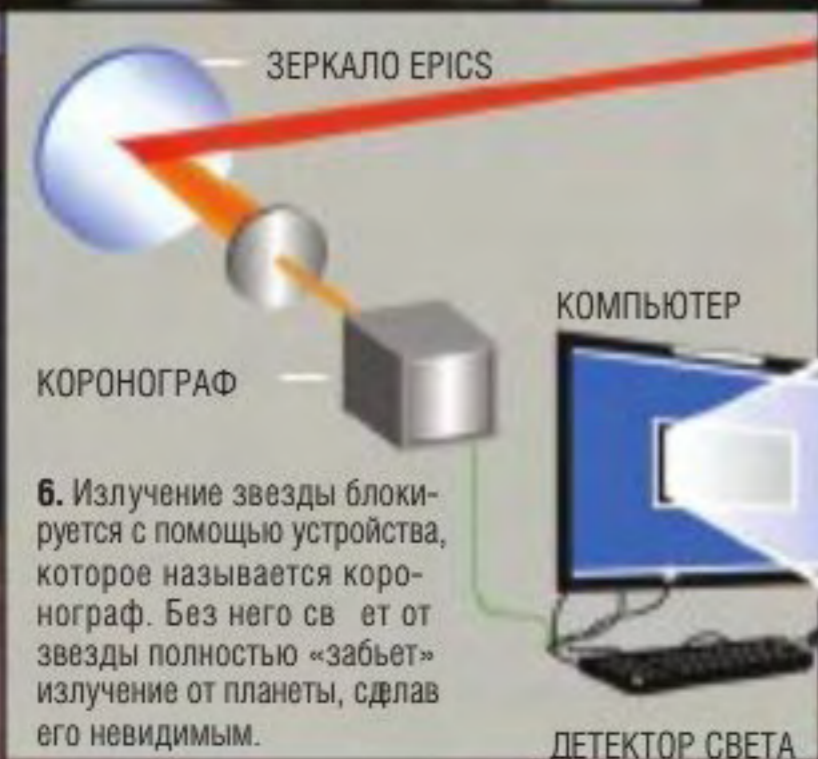
Эти признаки позволят составить представление о том, на что может быть похожа планета. Большое количество водяного пара укажет на наличие океанов, в то время как присутствие кислорода, метана и оксида азота может быть важным свидетельством в пользу существования жизни.

Телескоп будет смонтирован в почти идеальном месте для астрономических наблюдений — в пустыне Атакама, самой засушливой области на Земле, где большую часть дней в году на небе нет ни облачка. Кроме того, здесь относительно низкий уровень турбулентности атмосферы, от которой зависит мерцание звезд и искажения, расплывчатость картинки. При спокойной атмосфере легче провести разделение света, исходящего от звезды, и света от ее планеты. Однако искажения всё же присутствуют, поэтому и здесь будет применяться адаптивная оптика (быстро подстраиваемые под условия наблюдений подвижные элементы зеркал) и «искусственные звезды» (высвечиваемые с помощью лазеров в атмосфере для коррекции настроек).

3. Лазер, установленный на телескопе E-ELT, заставляет светиться атомы натрия, находящиеся в атмосфере на высоте около 90 км. Эта «путеводная звезда» имеет правильную форму, и ученые измеряют ее искажения под воздействием атмосферы.

4. Свет от экзопланеты и ее звезды поступает от телескопа на инструментальную платформу, где каждый прибор имеет размеры небольшой комнаты.

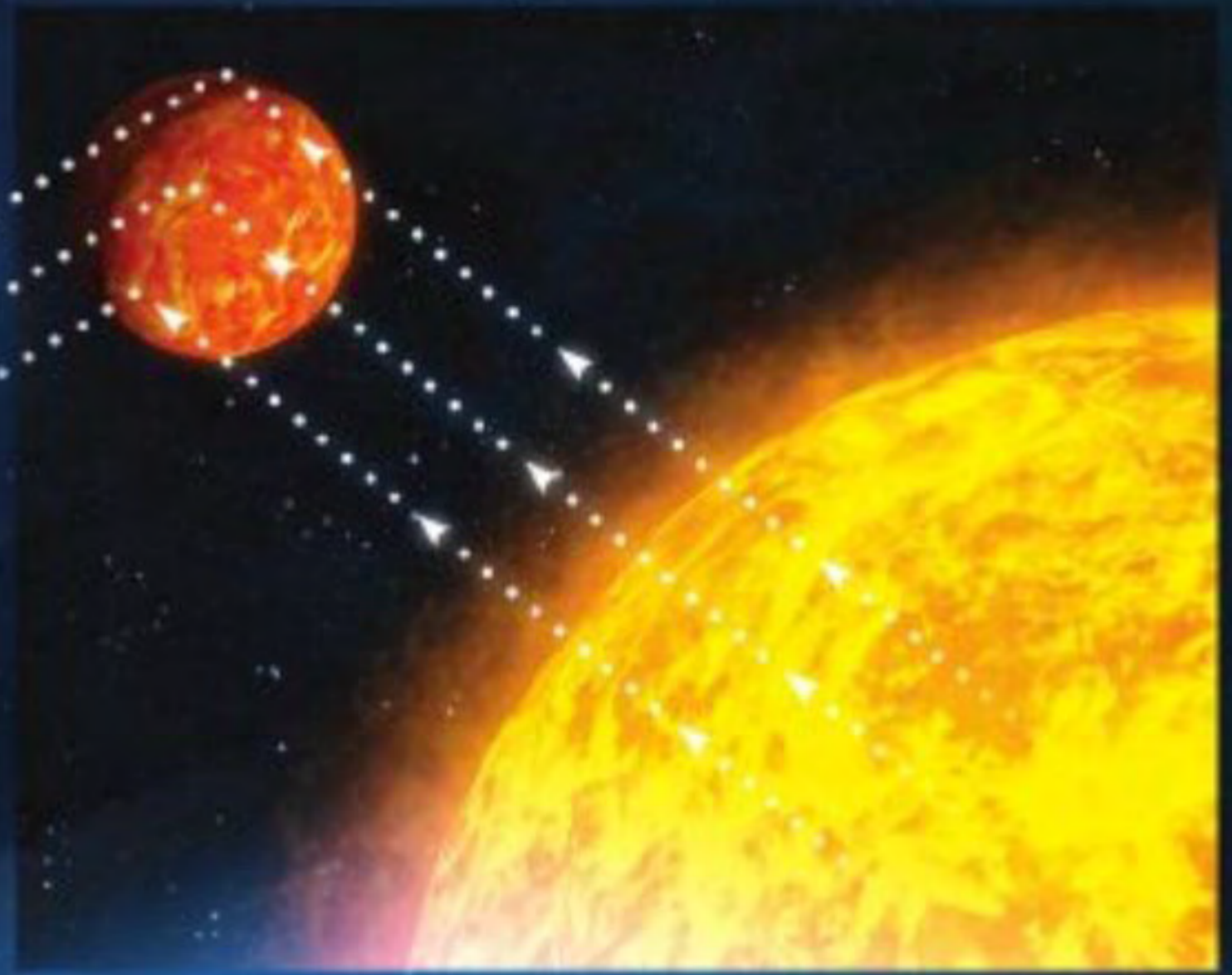
5. Зеркала камеры-спектрографа для съемки экзопланет (EPICS, Exo-Planet Imaging Camera and Spectrograph) способны менять форму более чем 1 тыс. раз в секунду, чтобы скорректировать воздействие атмосферной турбулентности на проходящий свет. Этот метод коррекции основан на анализе поведения «искусственной звезды», создаваемой лазером.



7. Поглощение света молекулами атмосферы планеты обнаруживается в виде провалов на графике на экране компьютера, которые показывают, свет каких длин волн был поглощен. Исследуя изменения в излучении, отраженном планетой, можно получить данные о том, какую часть ее поверхности занимает суша и что находится на ней. Периодические повышения яркости, например, могут указывать на регионы, покрытые льдом.

PAUL WESTON, MAGICTORCH

2. Свет от планеты многие годы путешествует сквозь космос вместе со светом звезды, оставаясь неискаженным. В последние секунды странствия атмосфера Земли воздействует на этот свет, размывая изображение.



1. Свет от звезды падает на планету, обращающуюся вокруг нее, и отражается от поверхности. Часть света поглощается молекулами атмосферы планеты, а остальное уходит в космос.

ОХОТНИКИ ЗА ВНЕЗЕМНЫМ РАЗУМОМ

Одиноки ли мы во Вселенной? Это можно выяснить не только с помощью анализа газов в атмосферах экзопланет



Антенная решетка Аллена обшаривает ночное небо в поисках признаков разумной жизни

SETI

Астроном Джерри Эйман (Jerry Ehman), работавший на радиотелескопе «Большое Ухо» (Big Ear) в штате Огайо (США), в 1977 году поймал странный сигнал, имевший признаки искусственного происхождения и пропавший 72 секунды спустя. Больше его услышать не удалось. Сигнал «Wow!», названный так по слову, которое Эйман написал на компьютерной распечатке, — самый похожий на послание инопланетян из всего, что мы слышали.

Частная организация — Институт поиска внеземного разума (SETI Institute) в Калифорнии, — возможно, будет более удачливой в поисках. В настоящее время она нацелена на изучение планетных систем, найденных «Кеплером», особенно тех, где есть планеты в зоне обитаемости, и надеется услышать сообщения от них, отправленные в космос. Поиски были прерваны в апреле 2011 года, когда бюджетные трудности вынудили главного партнера проекта — Калифорнийский университет в Беркли (США) — прекратить финансирование телескопа, который они совместно использовали, — Антенной решетки Аллена (Allen Telescope Array, ATA). Но институт нашел финансирование и возобновил работу в декабре 2011 года.



Добыча полезных ископаемых на астероидах

Инфракрасные телескопы могут помочь в обнаружении технологически развитых цивилизаций. Д-р Дункан Форган (Duncan Forgan) из Эдинбургского университета (Великобритания) исследует инфракрасное излучение, исходящее от поясов астероидов, и полагает, что так можно найти следы горных работ. Тепло и пыль, сопровождающие добычу полезных ископаемых, можно обнаружить такими инфракрасными телескопами, как «Гершель» (Herschel). А исследование спектральных характеристик облаков пыли может показать, какие драгоценные металлы в них содержатся (например, платина).



Огни городов

Другой способ поиска жизни — искать свет от инопланетных городов. Идью выдвинули Абрахам Лёб (Abraham Loeb) из Гарвардского университета и Эдвин Тёрнер (Edwin Turner) из Принстонского университета (США). Город диаметром 50 км, как Токио, излучает достаточно света, чтобы заметить его в современный телескоп, даже если бы он был на Плутоме. Космический телескоп с зеркалом в 100 раз больше зеркала «Хаббла» мог бы увидеть городскую иллюминацию на планетах у других звезд. Но космический телескоп «Джеймс Вебб» (James Webb) с зеркалом 6,5 м не будет запущен до 2018 года, поэтому мы не увидим инопланетных городов еще долгое время.

«Забудьте о поисках близнецов Земли и сконцентрируйтесь на попытках отыскать ее двоюродных сестер»

Профессор Сара Сигер (Sara Seager) из MIT, одна из ведущих специалистов мира по экзопланетам

ки, но Сигер уверена, что по крайней мере одна из звезд в поле зрения этого телескопа — хозяйка планеты размером с Землю, причем на орбите, сопоставимой с земной. «Это содержится в данных «Кеплера», — говорит она. — Мы не можем пока найти ее, потому что не завершили анализ всех данных».

В идеальном случае телескопы E-ELT и TMT можно использовать для изучения света, отраженного от планет, которые были найдены «Кеплером», чтобы обнаружить следы присутствия океанов, суши и жизни. Но здесь есть тонкость. «Кеплер» был создан, чтобы изучать плотно заполненную звездами область. Это давало определенную гарантию того, что он обнаружит достаточно много экзопланет. Но в его поле зрения попадают в основном планеты, расположенные в диапазоне от 600 до 3 тыс. световых лет от Земли.

С другой стороны, E-ELT и TMT будут исследовать более близкую к Земле зону. Например, E-ELT способен изучить характеристики атмосфер только тех экзопланет, которые расположены не далее 30 световых лет от нас. Поэтому оба наземных супертелескопа сконцентрируются скорее всего не на изучении многочисленных находок «Кеплера», а на поисках двойников Земли у значительного числа близких звезд. Это может привести к разочарованиям, ведь чем область исследования ближе к Земле, тем меньше там суммарное число звезд и тем меньше вероятности обнаружить звезды, похожие на Солнце. Но E-ELT и TMT не единственная наша надежда. Будущие космические телескопы также могут исследовать экзопланеты. Они способны будут видеть дальше, поскольку избавлены от искажений, связанных с воздействием атмосферы Земли.

Кроме того, многие разрабатываемые исследовательские космические аппараты, в отличие от телескопа «Джеймс Вебб» (James Webb), предназначены специально для изучения атмосфер экзопланет. Сейчас ESA рассматривает возможность запуска в 2024 году космического телескопа EChO (Exoplanet Characterisation Observatory), который будет работать в видимом и инфракрасном диапазонах.

Наконец, самыми эффективными проектами по поискам близнецов Земли могли бы стать программа NASA под названием «Детектор планет земного типа» (Terrestrial

ЗА и ПРОТИВ: Удастся ли в ближайшие 25 лет обнаружить признаки, указывающие на присутствие жизни на других планетах?



Д-р Джо Лиске (Joe Liske)
Европейская южная обсерватория,
Гархинг, Германия



«Нам потребуется немного времени, чтобы обнаружить похожую на Землю планету достаточно близко, чтобы ее мог наблюдать E-ELT, но если поблизости существует подходящая планета с твердой поверхностью, то, я думаю, на ней есть жизнь. Жизнь на Земле возникла настолько быстро после того, как появились подходящие условия, что это, похоже, достаточно обычный процесс. Как только условия оказываются более-менее подходящими, возникает жизнь. И E-ELT будет способен впервые обнаружить признаки существования внеземной жизни».



Д-р Дэйв Шпигель (Dave Spiegel)
Принстонский университет, Нью-Джерси (США)



«Я не уверен, что это произойдет в течение следующих 25 лет. Раннее появление жизни на Земле не является указанием на степень распространенности жизни. Трудно делать заключения, исходя из единственного примера. Мы должны исследовать другие подобные Земле планеты, но я не думаю, что первое поколение инструментов, которые будут это делать, окажется достаточно чувствительным, чтобы точно определить, есть ли на них жизнь. Это действительно очень сложные наблюдения».

798 шестиугольных зеркал, каждое размером 1,4 м, составят 39-метровое главное зеркало европейского телескопа E-ELT.

7 телескопов

уже находятся на горе Серро-Армазонес в Чили, где будет размещен и европейский телескоп E-ELT. В отличие от остальных, его установят на самой вершине горы.

Planet Finder, TPF) и миссия Европейского космического агентства по другому названию «Дарвин» (Darwin). Оба представляют собой совокупности космических аппаратов, которые работают в связках, собирая свет от ближайших экзопланет с твердой поверхностью. Цель — поиски следов жизни, биомаркеров. Космические агентства вместе работали над проектами, но отказались от них, когда бюджеты превысили сумму в 1,5 млрд евро. Если проект EChO предусматривает прохождение планеты перед диском ее материнской звезды, чтобы получить данные об атмосфере, то TPF мог бы напрямую исследовать экзопланетную атмосферу.

Но хотя эти проекты исключены из официальных программ космических агентств, они не забыты учеными. «Мы не оставляем надежд на реализацию TPF», — подчеркивает Сигер. Она отмечает, что в последнее время многие факторы, в частности миниатюризация спутников и появление частных компаний, предлагающих услуги космических запусков, способствуют снижению стоимости выведения аппаратов на орбиту. «Я думаю, что в течение пяти лет мы сможем вернуться к проекту TPF», — говорит она.

ПРИЗНАКИ ЖИЗНИ

Самый волнующий аспект поисков двойников Земли — это возможность обнаружить жизнь на другой планете, и Сигер знает, как увеличить наши шансы отыскать ее. «Забудьте на время об охоте на близнецов Земли и сосредоточьтесь на поисках ее двоюродных сестер», — говорит она.

Всё больше работ посвящено проблемам существования жизни вне Земли. И всё чаще выдвигаются идеи, что жизнь возможна на планетах, не являющихся точной копией нашей. Прежде считалось, что есть лишь одна «зона обитаемости» возле каждой звезды, где температура не слишком высока и не слишком низка. Это представление подразумевает, что обитаемая планета имеет атмосферу, похожую на земную. В последнее же время исследователи начали присматриваться к семейству планет, чьи атмосферы содержат значительно больше водорода, чем атмосфера Земли.

Такая ситуация вполне может возникнуть на «суперземлях» — планетах, которые в разы превосходят по массе нашу Землю, но уступают по размерам газовым гигантам. Такие крупные планеты обладают значительно более мощной гравитацией и могут удерживать этот летучий газ. Водород в атмосфере планет создает мощный парниковый эффект и помогает сохранять тепло на планете. Поэтому зона обитаемости для суперземель может простирается заметно дальше от

843 подтвержденные экзопланеты числились в списке «Энциклопедии внесолнечных планет» на 10 ноября 2012 года. Это число меняется каждый раз, когда сообщение о подтверждении открытия планеты публикуется в научном журнале.

→ родительской звезды, чем для полноценных аналогов Земли.

Следует также принимать во внимание температуру звезды. Многие экзопланеты открыты у красных карликов, которые холоднее Солнца на тысячи градусов. Это сдвигает зону жизни значительно ближе к центру системы. В этом случае для полноценных исследований с помощью E-ELT и TMT опять же придется искать достаточно близкие к нам системы, однако красные карлики встречаются в нашей Галактике значительно чаще желтых карликов, то есть звезд, похожих на Солнце, поэтому шансы найти жизнь возрастают.

ГИГАНТСКИЙ СКАЧОК

Как ни заманчиво представить себе посещение обитаемого мира за пределами Земли (см. врезку «Жизнь на близнеце Земли» справа), законы физики, видимо, будут против нас даже в случае наших звездных соседей. Возьмем Gliese 667Cc, одну из ближайших звезд, рядом с которой, как считается, есть планеты с твердой поверхностью. Расстояние в 22 световых года, или 200 трлн км, потребует тысячелетий пути с использованием существующих ракетных технологий. Поэтому вместо того, чтобы добираться туда и на месте выяснять, есть ли там жизнь в действительности, астрономы неизбежно будут вынуждены создавать все более и более чувствительные инструменты, чтобы исследовать свои находки издалека.

Шансы на обнаружение следов жизни на экзопланетах в ближайшие несколько десятилетий достаточно высоки, если использовать наименее строгие критерии обитаемости. Но поиск достаточно близких к нам копий Земли может потребовать значительно больше усилий.

В число последних находок входит планета с массой, близкой к массе Земли, обнаруженная астрономами Европейской южной обсерватории у альфы Центавра — то есть в ближайшей к нам звездной системе (4,3 световых года). Это самая маломассивная из всех экзопланет, обнаруженных у звезд, похожих на Солнце. На ней необычайно жарко, так как она в 10 раз ближе к своей звезде, чем Меркурий к Солнцу (и в 25 раз ближе, чем Земля).

«Исследователи экзопланет излучают оптимизм, — замечает Сигер. — Все мы с нетерпением ждем очередных великих открытий». И следующим таким открытием может стать обитаемый мир. ■

Д-Р СТЮАРТ КЛАРК (Stuart Clark) — журналист, пишущий об астрономии, имеет PhD по астрофизике



Два солнца на горизонте луны, обращающейся вокруг планеты Kepler-16b

ЖИЗНЬ НА БЛИЗНЕЦЕ ЗЕМЛИ

Будет ли двойник нашей планеты подходящим местом для жизни?

Пока сложно организовать даже очередную экспедицию на Луну, но искушение пофантазировать о жизни на экзотических планетах слишком велико, чтобы его игнорировать. Когда в 2011 году была открыта планета Kepler-16b, она покорила воображение публики, поскольку обращалась вокруг двойной звезды, а не одиночной. Ее сразу назвали Татуином в честь родной планеты Люка Скайуокера из «Звездных войн» с ее двойными закатами. Но на этом сходство заканчивается, ведь с температурой $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ она больше похожа на снежную планету. Хот из фильма «Империю наносит ответный удар».

Даже если мы найдем двойника Земли с мягким климатом, обосноваться на нем может оказаться сложно. Там может присутствовать вода, но добыча пропитания останется большой проблемой. Если жизнь основана на иной биохимии, отличной от нашей, почти наверняка мы не сможем употреблять в пищу местные виды. Питательные вещества, необходимые нам для жизни, могут просто отсутствовать. Колонисты должны выращивать пищу сами.

И даже если живые организмы устроены одинаково по всей Галактике, нас может подстерегать иная опасность. Микробы на двойнике Земли могут оказаться смертельно опасными для нас, поскольку мы не выработали естественной защиты от них. Это сравнимо с тем, как болели,

принесенные европейцами, выкосили целые племена аборигенов в разных концах Земли в минувшие столетия.

Для жизни на экзопланетах потребуются технологические и биомедицинские помощники. Возможно, это будут искусственные ферменты, которые помогут переваривать местную пищу, или воздушные фильтры, которые не пустят внутрь естественные загрязнители.

В необозримой Вселенной, конечно, отыщутся и планеты, которые покажутся идеальными. Гостеприимный мир с двумя солнцами может стать популярным местом для отпуска, где вдвое дольше длится пляжный сезон и каждый день можно любоваться на два романтических заката. Но стоит помнить, что о полете на любой из этих миров, расположенных невообразимо далеко от нас, сейчас не может быть и речи — и в обозримом будущем тоже. В октябре 2008 года NASA прекратило финансирование группы, занимающейся поиском

новых физических принципов для ракетных двигателей (Breakthrough Propulsion Physics Project), поскольку, несмотря на 16 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, в разумное время не ожидается появления гиперпространственных двигателей.



Планета Kepler-16b и два ее солнца глазами художника