

СЕСТРИЧКИ Терры

А что если с Марсом ничего не получится? Не долетит корабль, условия окажутся хуже, чем ожидалось, да или просто-напросто людям там не понравится. Даже на такой случай есть выход – переехать куда-нибудь еще. Во Вселенной может быть множество планет, пригодных для жизни человека.



▲ *Иллюстрация: claudio munoz
economist.com*

**НА ЧТО МЫ
ОБЫЧНО
ОБРАЩАЕМ
ВНИМАНИЕ,**

**когда
планируем
переезд?**

Насколько далеко новая квартира от метро и остановок, выходят ли окна на солнечную сторону, вся ли техника в наличии и все ли в порядке с отоплением... А если переезд планируется на более глобальном уровне? Скажем, на другую планету. В таком случае учитывается все то же: лишь бы потеплее, посветлее и не слишком далеко.

ЧТОБЫ БЫТЬ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ЖИЗНИ,

планете нужно

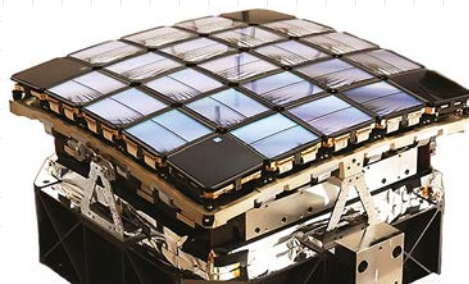
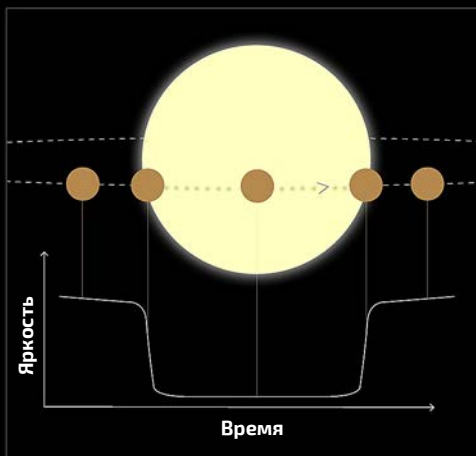
не очень-то и много:

находиться в пределах обитаемой зоны звезды, иметь примерно ту же массу и температуру, что и Земля, и похожий климат. Такие планеты называют Twin Earth или Earth Analog, то есть «двойниками Земли», и астрономы исследуют самые дальние уголки Вселенной, чтобы найти как можно больше близняшек нашей космической родины.

▼ «Кеплер» в поисках планет
Иллюстрация: NASA/JPL, nasa.gov



Транзитный метод



▲ Матрица датчиков изображения «Кеплера»
Фото: Dr. David Koch, National Space Agency, wikimedia.org

Ищут, в основном, экзопланеты – те, которые находятся за пределами Солнечной системы, потому что в нашей уже ловить нечего (ну, кроме Марса). Точное общее количество двойников пока неизвестно, а согласно гипотезе уникальной Земли, их вообще может не быть. Но люди не отчаиваются и продолжают поиски. По большей части этим занята миссия Кеплера, а в будущем присоединятся и другие обсерватории. «Кеплер» – это космический комплекс NASA, в который включен орбитальный телескоп со сверхчувствительным фотометром, созданный именно для поиска экзопланет. Обсерватория может одновременно наблюдать более чем за 100 тыс. звезд. По изменениям их яркости, причина которым – прохождение планеты перед звездой, телескоп и находит двойников.

◀ Как ученые используют кривые света далеких звезд, чтобы искать планеты за пределами Солнечной системы. Падение кривой света, как здесь, отчетливо показывает, что у наблюдаемой звезды есть планета
Фото: NASA Ames, jpl.nasa.gov

Чтобы определить, насколько нам подходит экзопланета, существует индекс подобия Земле (*Earth Similarity Index, ESI*). Его разработала международная команда астрономов, планетологов, биологов и химиков в Лаборатории жизнепригодности планет при Университете Пуэрто-Рико. Индекс включает в себя несколько критериев: удаленность от обитаемой зоны, ее состав и атмосфера, планетный класс, физическое сходство с Землей, размер, масса, плотность, расстояние от звезды, температура на поверхности. Индекс самой Земли равен 1, и это максимум. Все, что находится в пределах от 0,8 и до 1, – уже хорошо. Такие экзопланеты землеподобны: они каменные, с атмосферой с умеренной температурой и способны поддерживать земные формы жизни.



**В НОМЕРЕ «ММ»
ЗА МАРТ 2016 ГОДА
МОЖНО НАЙТИ
ИНТЕРВЬЮ
С АСТРОФИЗИКОМ
СЕРГЕЕМ ПОПОВЫМ.**

Он рассказал нам, каким «стандартам» должна соответствовать зона обитаемости звезды, чтобы в ее окрестностях появилась жизнь, а также о том, какие бывают экзопланеты и существуют ли планеты из чистого алмаза. Прочитать интервью можно [здесь](#).

ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В ИНДЕКС ESI, МЕНЯЮТСЯ И ПОПОЛНЯЮТСЯ,

как и сам список потенциально пригодных для жизни экзопланет с высоким ESI. Ученые уже дали оценки некоторым небесным телам как в Солнечной системе, так и вне ее.

Сейчас в таблице экзопланет с высоким ESI лидируют несколько – они могут похвастаться не только физическим сходством с Землей, но и расположением в обитаемой зоне звезды, что теоретически предполагает океаны, озера и реки на их поверхностях. Например, экзопланета TOI-700 d, которая вращается вокруг красного карлика TOI-700. Ее индекс ESI равен 0,93, и это почти максимум (выше только у самой Земли и планеты, о которой мы расскажем позже). TOI-700 d обнаружили в январе 2020 года телескопом TESS. Вероятно, она каменная, имеет орбиту в обитаемой зоне материнской звезды, а поток излучения от нее на планету составляет 86% того, который Земля получает от Солнца. Казалось бы, прямо сейчас собираем вещи и уезжаем. Но многое о TOI-700 d еще предстоит узнать. Из очевидных минусов – уже ясно, что планета подвержена приливному захвату и всегда обращена одной своей стороной к звезде. А это значит, что на одном ее полушарии всегда жарко, а на другом – всегда холодно, около нуля, что уже уменьшает шансы на нашу беспечную жизнь на TOI-700 d.

НЕСКОЛЬКО САМЫХ ИЗВЕСТНЫХ ЭКЗОПЛАНЕТ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

pClass характеризует обитаемые/потенциально обитаемые планеты в зависимости от их температурной зоны и массы.

hClass характеризует обитаемые/потенциально обитаемые планеты в зависимости от температуры их поверхности.

ЗЕМЛЯ

ESI: 1,00

МАРС

ESI: 0,64

ЮПИТЕР

ESI: 0,12

НЕПТУН

ESI: 0,18

TEEGARDEN'S STAR B

ESI: 0,95

Расстояние (св. год): 12
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

TOI-700 D

ESI: 0,93

Расстояние (св. год): 101
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

K2-72 E

ESI: 0,90

Расстояние (св. год): 217
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

TRAPPIST-1 D

ESI: 0,90

Расстояние (св. год): 41
pClass: M, теплый субтерран
hClass: психропланета

KEPLER-1649 C

ESI: 0,90

Расстояние (св. год): 301
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

PROXIMA CEN B

ESI: 0,87

Расстояние (св. год): 4,2
pClass: M, теплый терран
hClass: термопланета

GJ 1061 D

ESI: 0,86

Расстояние (св. год): 12
pClass: M, теплый терран
hClass: гипосихропланета

GJ 273 B

ESI: 0,85

Расстояние (св. год): 12
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

WOLF 1061 C

ESI: 0,80

Расстояние (св. год): 14
pClass: M, теплый терран
hClass: психропланета

Индексы Земли, Юпитера, Марса и Нептуна по сравнению с ESI экзопланет

▲ Иллюстрация:
UPR Arecibo, 2020
ph.Lupr.edu

К Р И Т Е Р И И E S I

ОСНОВНЫЙ УРОВЕНЬ ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ.

Показывает, насколько климатические и водные условия планеты пригодны для существования на ней растительности.

УДАЛЕННОСТЬ ОТ ОБИТАЕМОЙ ЗОНЫ.

Определяет расстояние между планетой и центром обитаемой зоны родительской звезды.

СОСТАВ ОБИТАЕМОЙ ЗОНЫ.

Показывает валовый состав экзопланеты. Значения, близкие к 0, – это тела, состоящие из железа, камня и воды.

АТМОСФЕРА ОБИТАЕМОЙ ЗОНЫ. Определяет возможность экзопланеты держать атмосферу. Значения меньше единицы имеют небесные тела со слабой атмосферой или вообще без нее.

ПЛАНЕТНЫЙ КЛАСС.

Характеризует тела по температуре и массе. Температурный класс: горячий, теплый и холодный. Категория масс: астероид, меркурий, миниземля, земля, суперземля, нептун и юпитер.

КЛАСС ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ. Применяется только к жизнепригодным телам. Включает в себя пять температурных категорий: гипосихропланеты (от -50°C и ниже); психропланеты (от -50 до 0°C); мезопланеты (от 0 до 50°C); термопланеты (от 50 до 100°C); гипертермопланеты (от 100°C и выше).

Следующая на очереди – планета Teegarden b в зоне обитания звезды Тигарден. Точнее, планет там даже две, но об обеих известно так мало, что рискованно ставить их на первое место списка. Обе похожи на Землю по размерам и массе и находятся примерно в 12,5 световых года от Солнца. Астрономы из проекта CARMENES, обнаружившие их, предполагают, что экзопланеты могут быть каменистыми, с железным ядром и покрыты океаном.

Еще один претендент на звание преемника Земли – K2-72 e, открытая людьми 18 июля 2016 года телескопом «Кеплер». Экзопланета вращается вокруг красного карлика K2-72 и совершает оборот вокруг него примерно за 24 дня. Сама K2-72 e каменистая, с равновесной температурой -12°C . Согласно предварительным оценкам, на планете может быть вода в жидком виде.

ДОЛГОЕ ВРЕМЯ ПОДАЮЩЕЙ НАДЕЖДЫ БЫЛА

экзопланета
Kepler-438 b.
Она больше
нашей на 12 %
и располагается
в звездной
системе, где
условия близки
к земным.

Однако ученые из Уорикского университета (Великобритания) выяснили, что атмосфера Kepler-438 b страдает от мощного излучения ее звезды – красного карлика Kepler-438. Супервспышки случаются раз в несколько сотен суток, и они в десять раз мощнее всех зарегистрированных вспышек на Солнце. Это делает невозможной жизнь на планете.

И таких двойников Земли еще много.

А сколько их в целом – неизвестно никому, но, скорее всего, сотни. Если предаться мечтам и фантазиям, то когда-нибудь бывшие земляне будут петь знаменитую песню совсем иначе. «Мой адрес не дом и не улица, мой адрес – Вселенная, созвездие Лиры, зона красного карлика Кеплер-438, планета Кеплер-438 b». ■



▲ Кеплер-438 b регулярно облучается огромными вспышками радиации от родительской звезды, которые могут сделать планету непригодной для жизни. Иллюстрация: Mark A. Garlick/University of Warwick, phys.org