Астрономия. УМК В.М. Чаругина, 11 класс

Экзопланеты

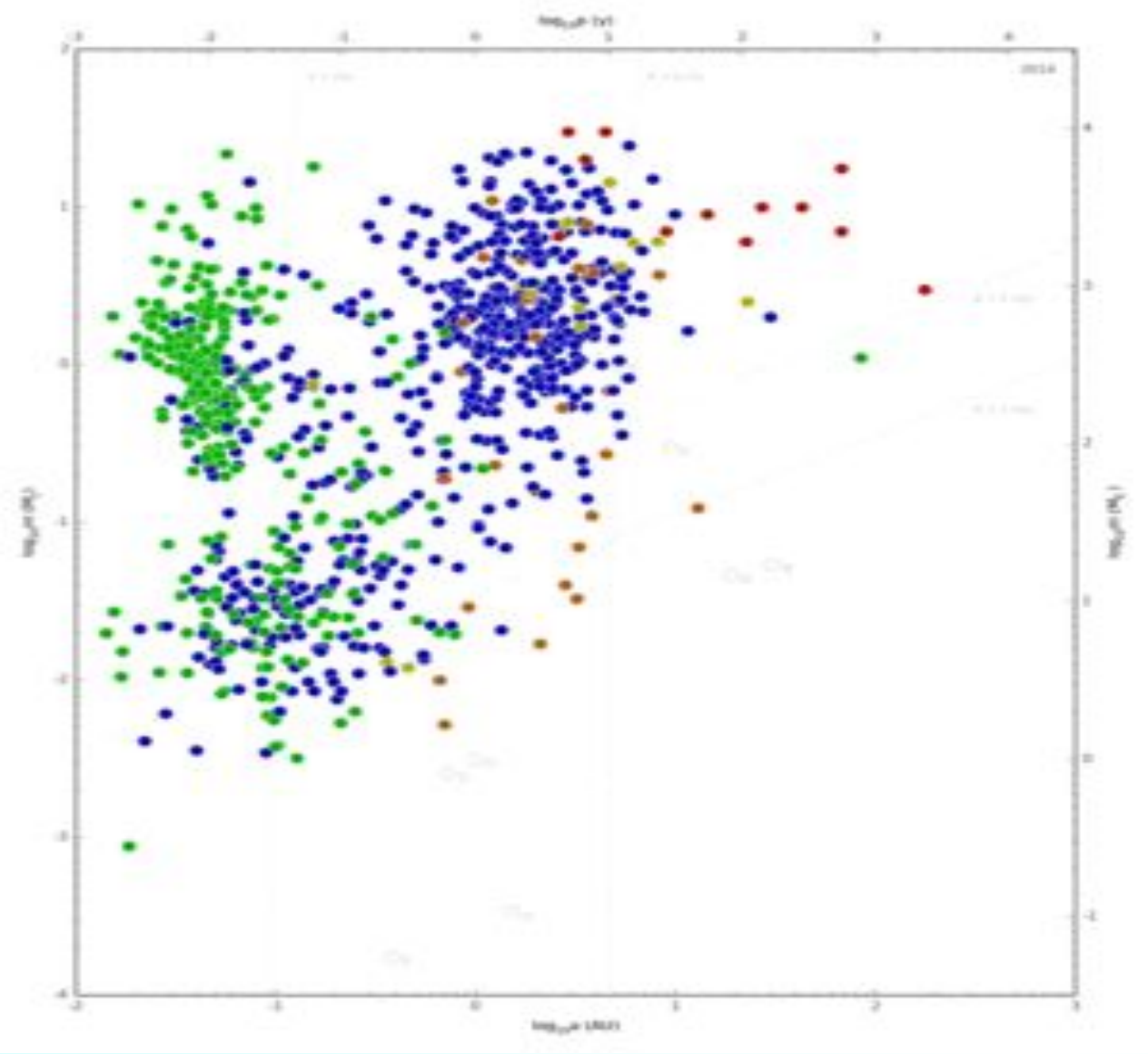
Т.М. Базанова, МКОУ «Убинская средняя школа №1»

Цель: познакомить учащихся с историей открытия невидимых спутников звёзд; некоторыми методами обнаружения экзопланет; типами открытых экзопланет.

Учащиеся должны знать: - об открытии экзопланет — планет около других звёзд и современном состоянии проблемы поиска планет пригодных для жизни и внеземных цивилизаций .

Экзопланета, или **внесолнечная планета** — планета, которая обращается вокруг звезды, не являющейся Солнцем.

Общее количество экзопланет в галактике Млечный Путь в настоящее время оценивается не менее чем в 100 миллиардов, из которых ~ от 5 до 20 миллиардов, возможно, являются «землеподобными».



Количество экзопланет открытых разными способами:

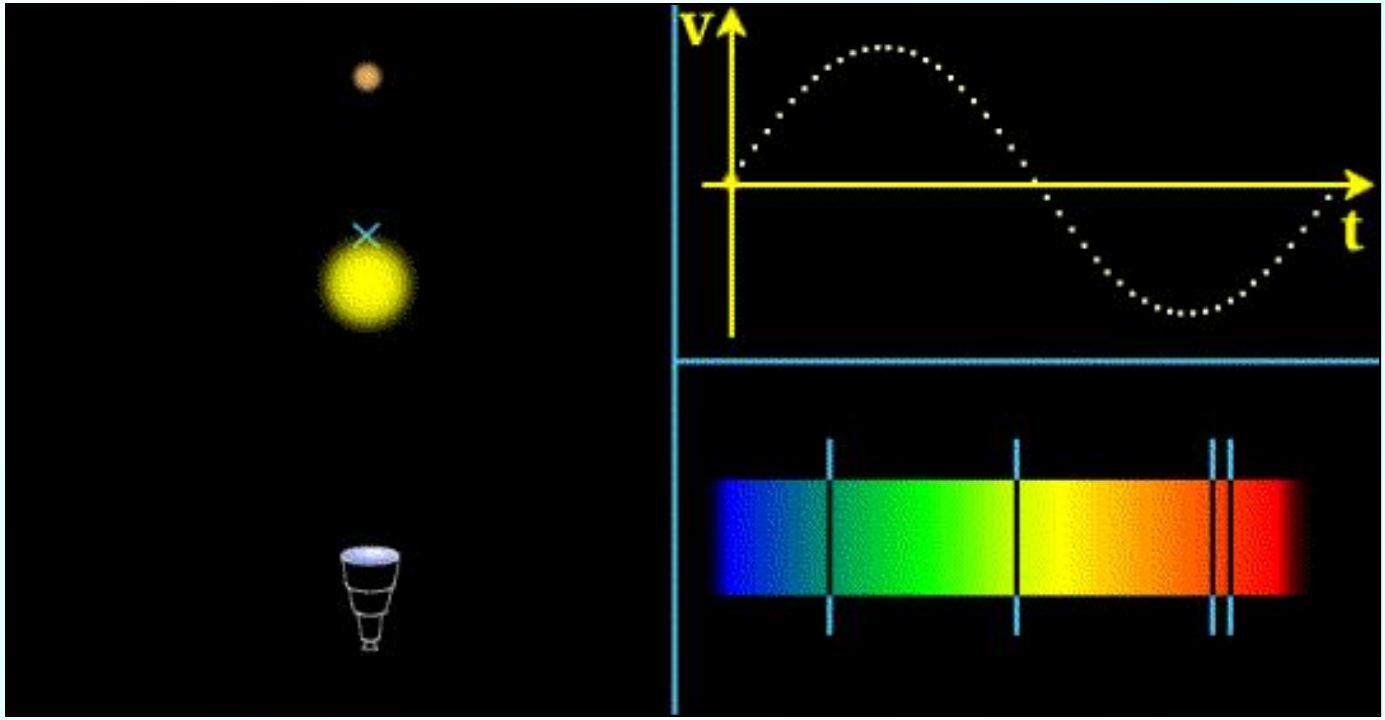
- Радионаблюдение пульсаров
- Метод радиальных скоростей
- Транзитный метод
- Метод синхронизации
- Визуальное наблюдение
- Гравитационное линзирование
- Астрометрический метод

Исторически первым заявлением о возможности существования планетной системы у другой звезды было сообщение капитана Джейкоба, астронома Мадрасской обсерватории, сделанное в 1855 году. В нём сообщалось о «высокой вероятности» существования «планетарного тела» в двойной системе 70 Змееносца.

Впервые внесолнечная планета (Тадмор) была найдена канадцами Б. Кэмпбеллом, Г. Уолкером и С. Янгом в 1988 году у оранжевого субгиганта Гамма Цефея А (Альраи), но её существование было подтверждено лишь в 2002 году.

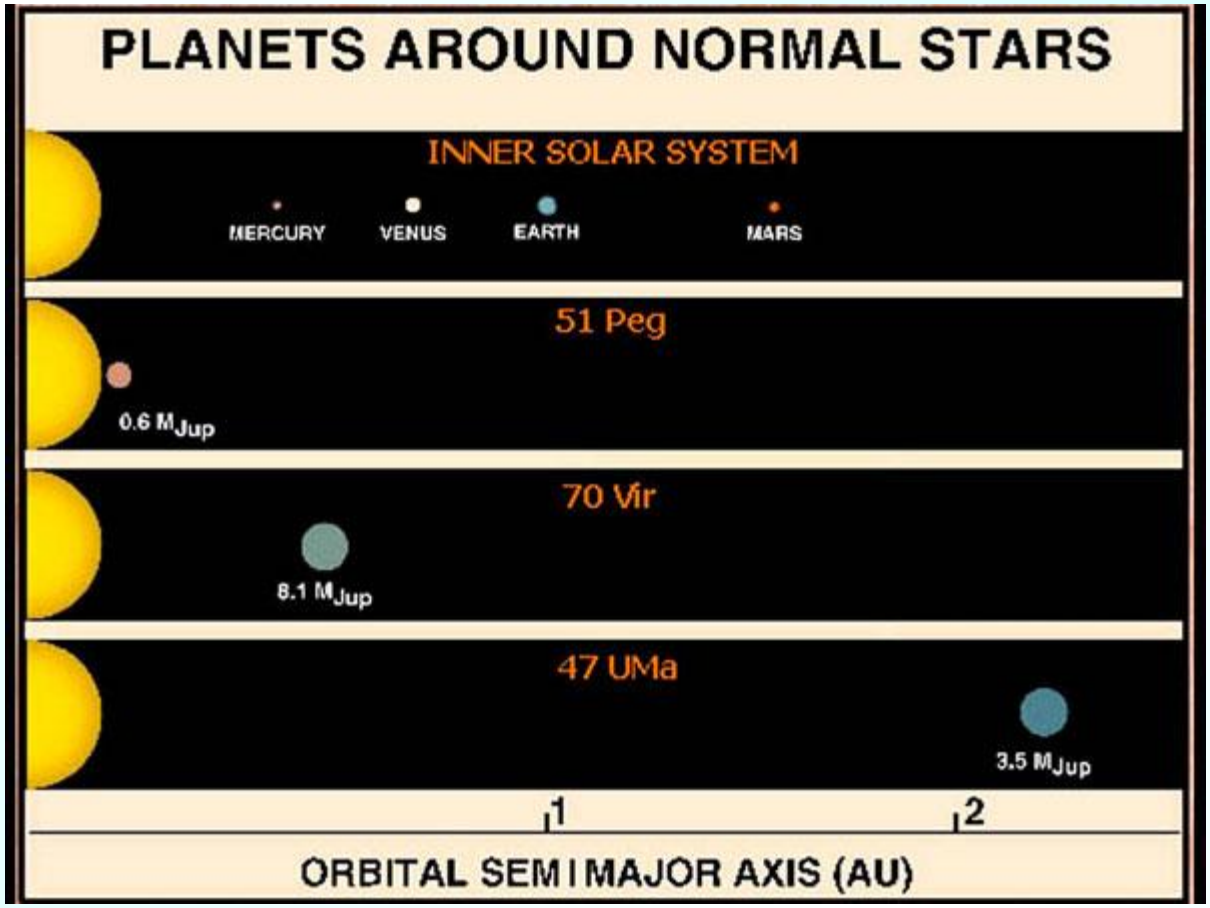
В 1989 году сверхмассивная планета (или коричневый карлик) была найдена Д. Латамом около звезды HD 114762 A. Однако её планетный статус был подтверждён только в 1999 году.

Метод Доплера — спектрометрическое измерение радиальной скорости звезды.

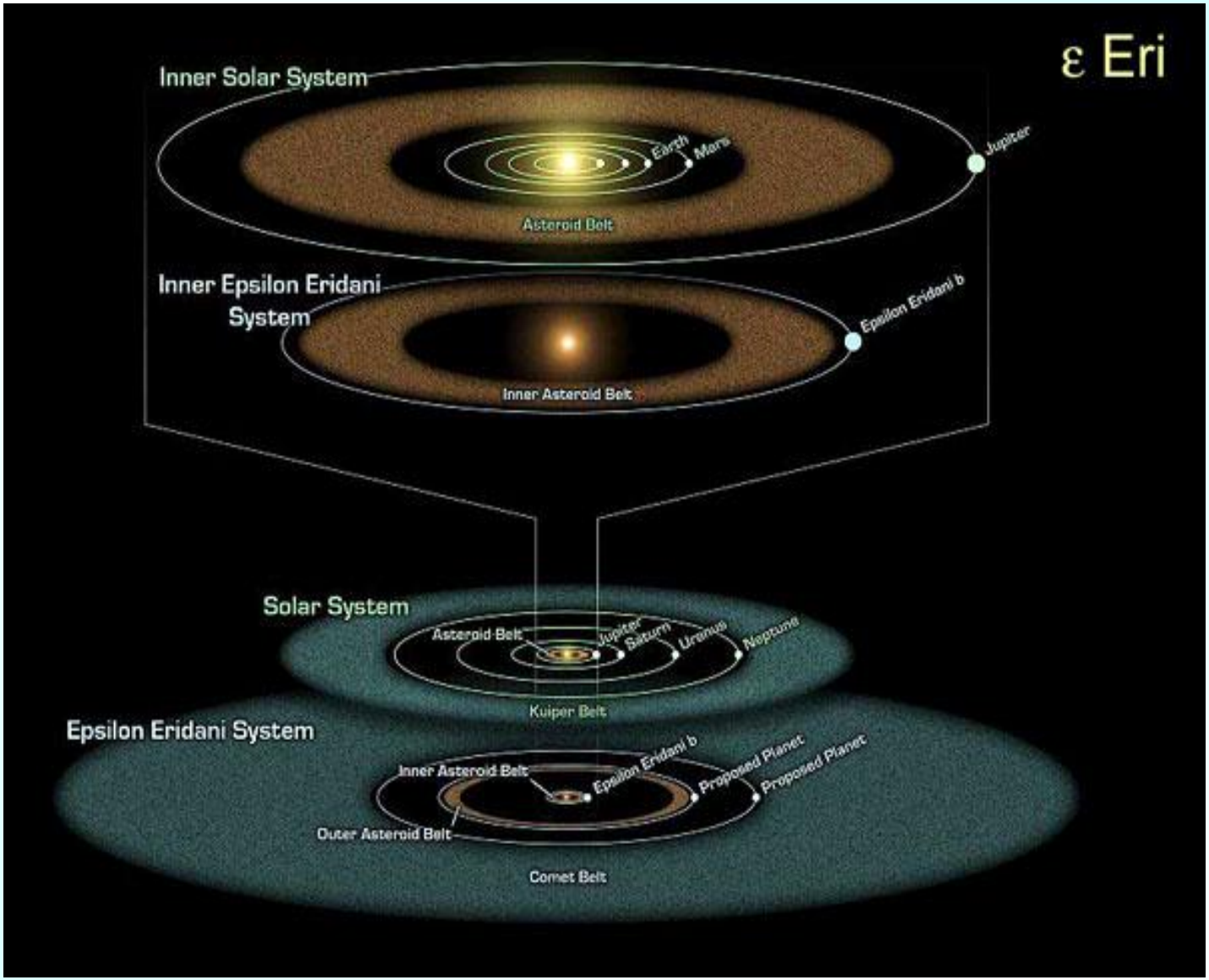


Планета, обращаясь вокруг звезды, как бы раскачивает её, и мы можем наблюдать доплеровское смещение спектра звезды.
Этот метод позволяет определить амплитуду колебаний радиальной скорости для пары «звезда — одиночная планета», массу планеты, период обращения, эксцентриситет и нижнюю границу значения массы экзопланеты.

Впервые такой метод был предложен двумя американскими астрофизиками Батлер и Марси, в начале 90-х.
В 1995 году швейцарские астрономы Мишель Майор и Дидье Келос с помощью сверхточного спектрометра обнаружили покачивание звезды Гельвеций (51 Пегаса) с периодом 4,23 сут. Планета Димидий, вызывающая покачивания, напоминает Юпитер, но находится в непосредственной близости от светила.

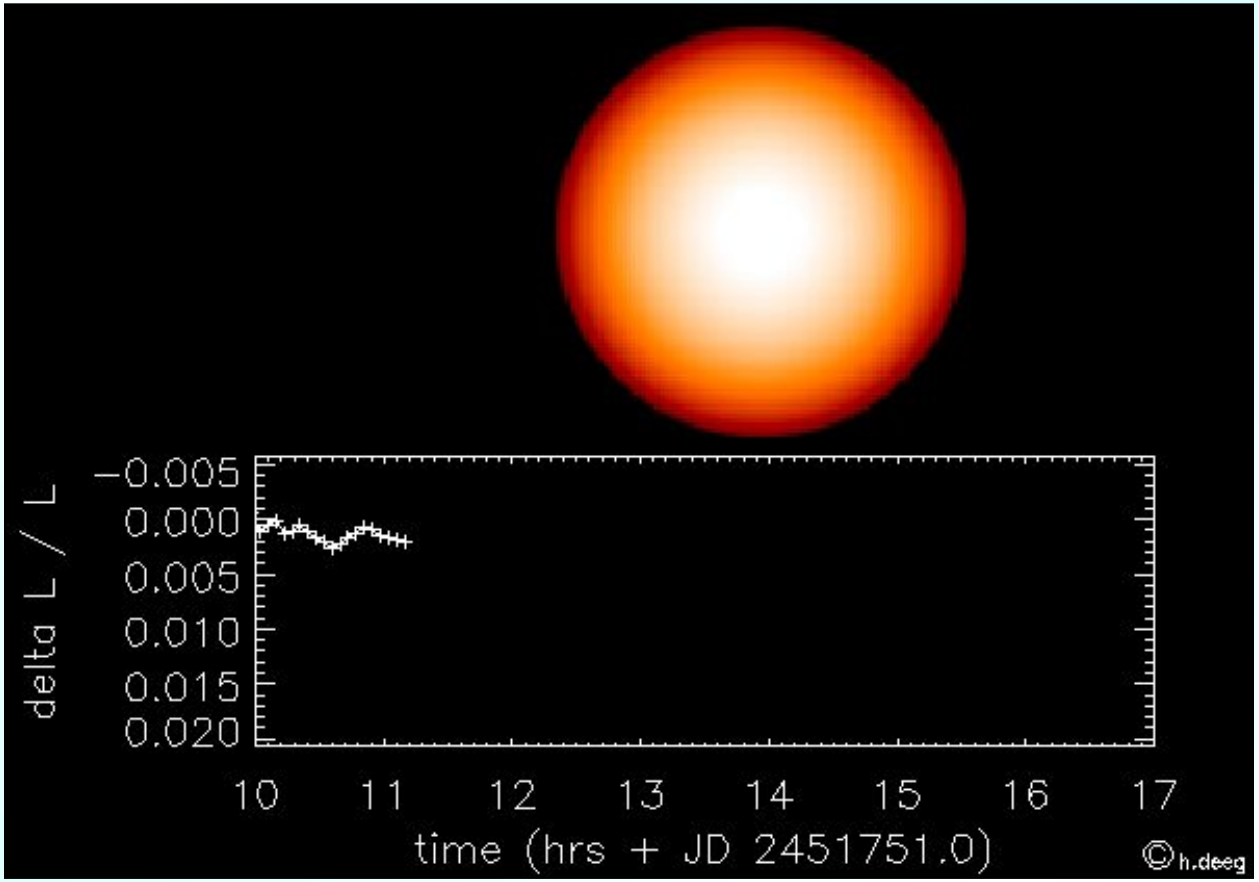


Первая - это наша Солнечная система. Затем - планетная система у звезды 51-я Пегаса. Через несколько лет открыли более далекую планету в созвездии Девы. Еще через несколько лет — еще более далекую, и сегодня уже обнаруживаются планетные системы ближайших звезд, почти точные копии нашей Солнечной.



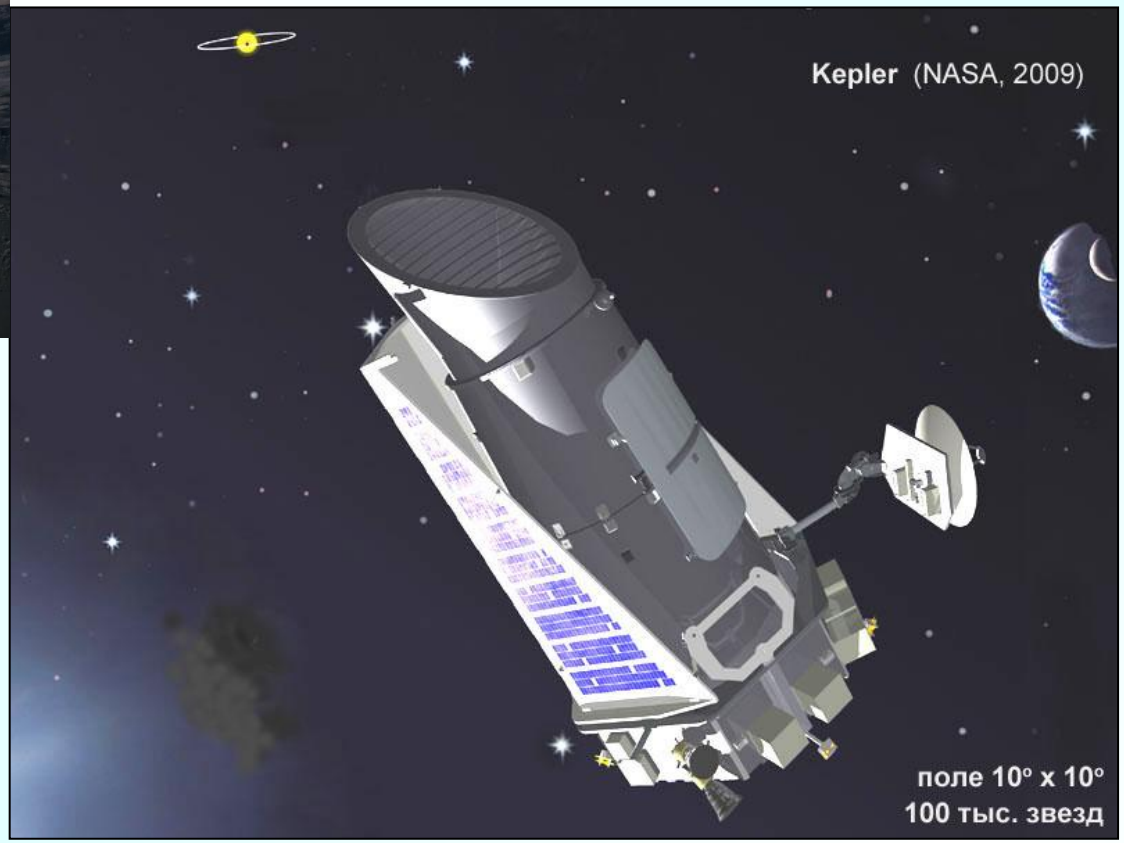
Солнечная система и похожая по строению эпсилон Эридана.

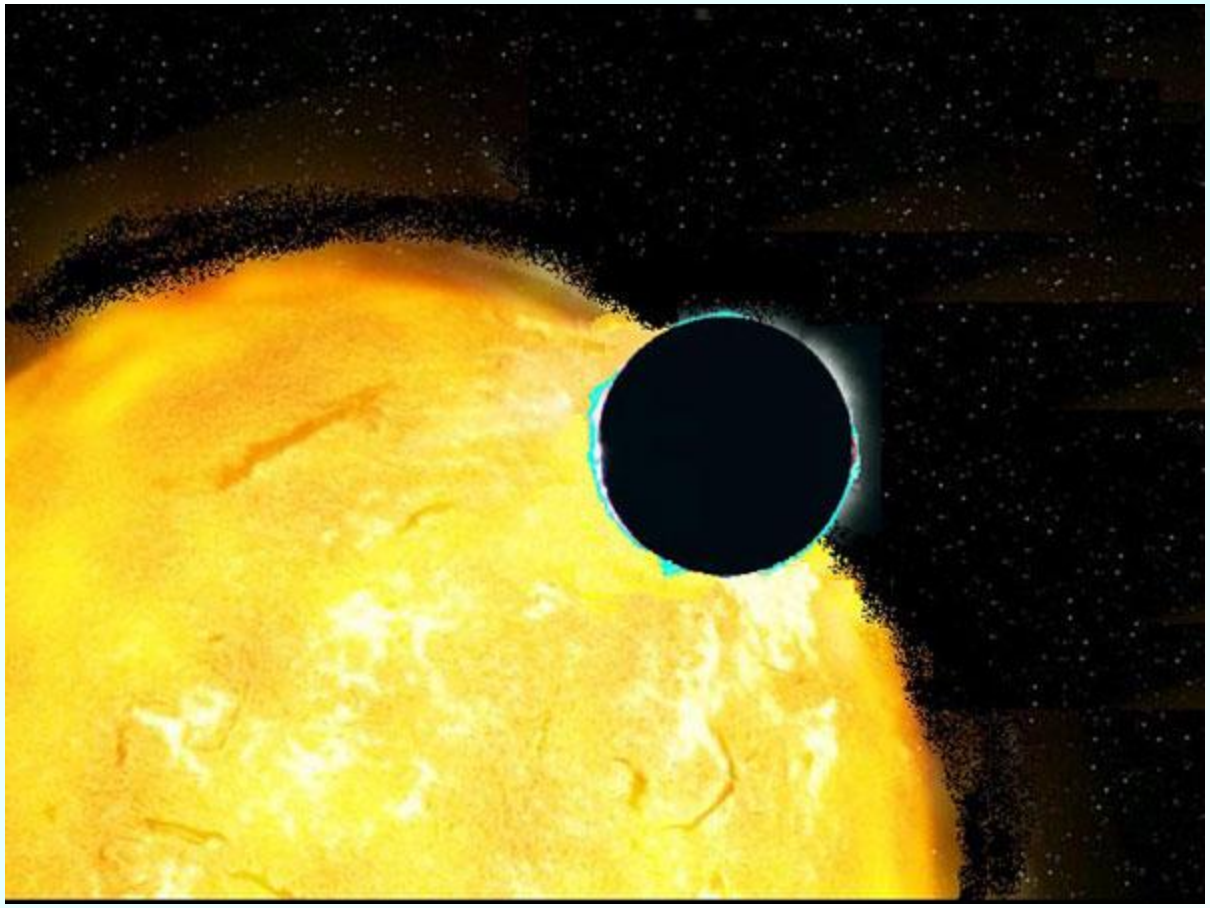
Транзитный метод связан с прохождением планеты на фоне звезды. В этот момент светимость звезды уменьшается.



Метод позволяет определить размеры планеты. Дает информацию о наличии и составе атмосферы. Этим методом можно обнаружить лишь те планеты, орбита которых лежит в одной плоскости с точкой наблюдения.

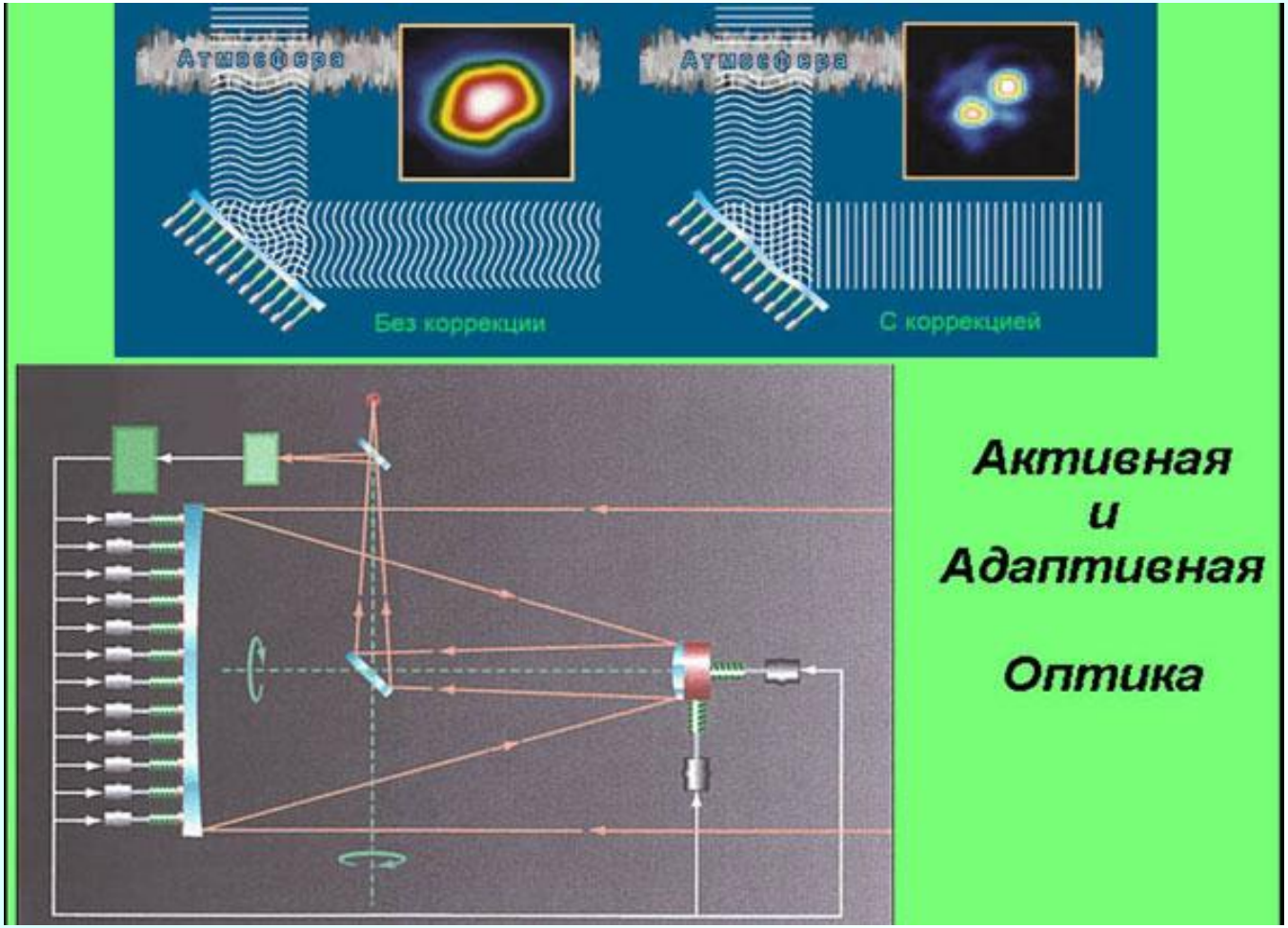
Европейский космический телескоп COROT и американский телескоп Kepler.



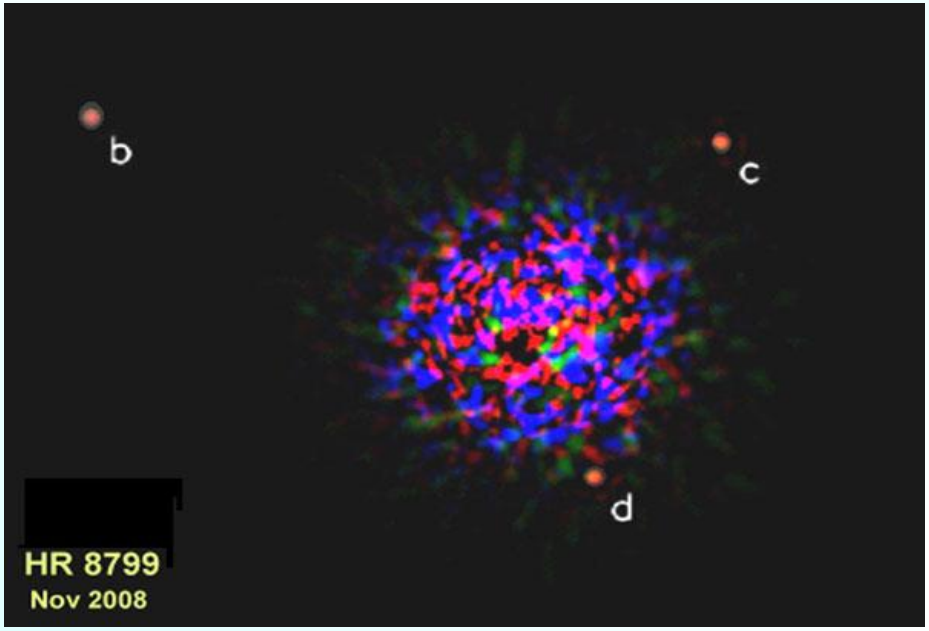


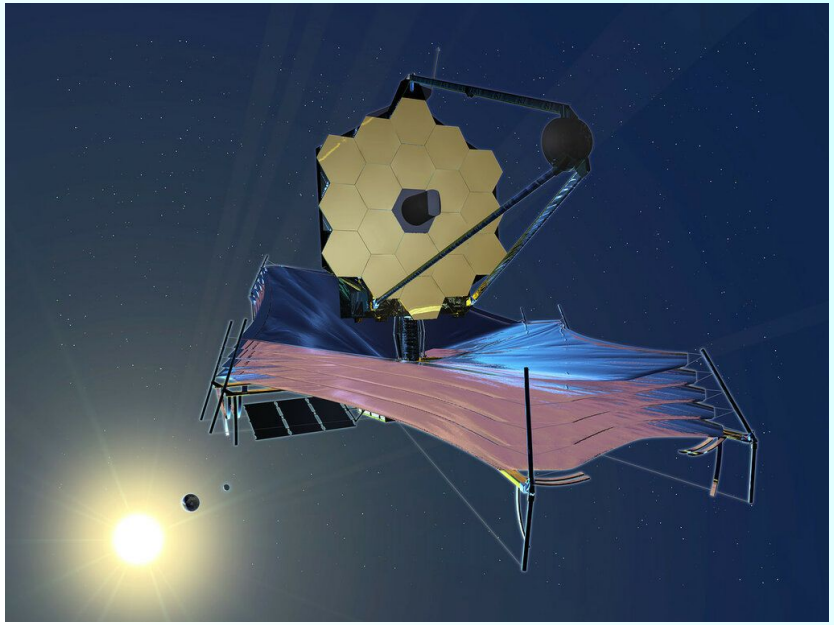
Когда планета проходит на фоне звезды, звездный свет проникает через атмосферу планеты, и мы можем получить спектр атмосферы, и определить ее газовый состав.

Прямое наблюдение. Метод получения прямых изображений экзопланет посредством изолирования их от света звезды.

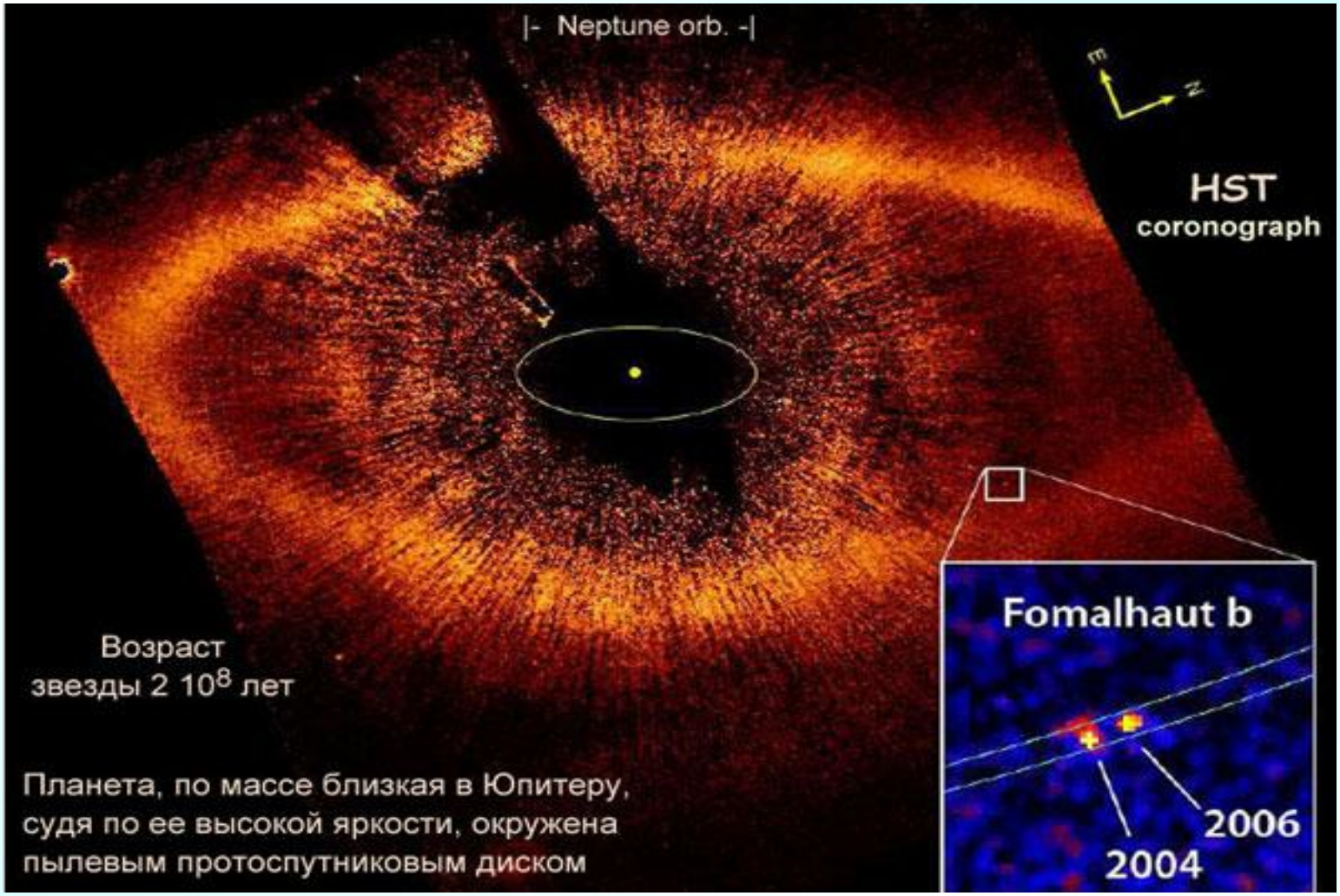


Система улучшения качества изображения в телескопах – «адаптивная оптика» позволила получать снимки экзопланет.



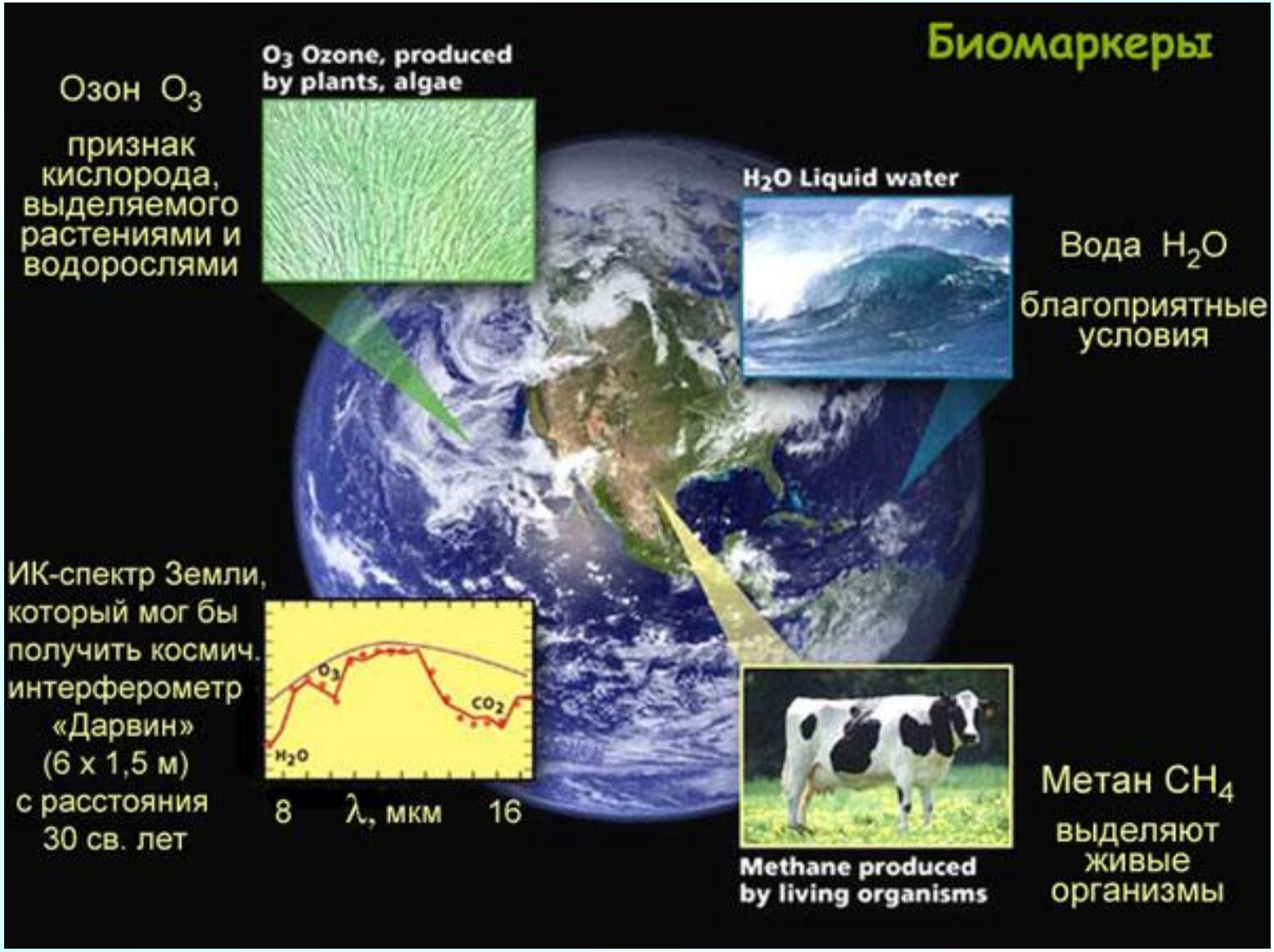


Наиболее ярким примером такого метода является изображение трёх планет системы HR 8799. Этот метод лучше всего работает для горячих и удалённых (~ 10-100 а.е.) от своей звезды планет. Предполагается, что космический телескоп имени Джеймса Вебба благодаря огромному зеркалу 6,5 м и высокой разрешающей способности, будет способен напрямую обнаруживать экзопланеты, а также подробно изучать состав их атмосфер.



Телескопа «Хаббл» обнаружил рядом со звездой Фомальгаут гигантскую планету.

Биомаркеры в атмосфере планеты,
которые помогают понять, есть там жизнь или нет



Классификация экзопланет

Наверное, самая популярная та, которой пользовались в «Звездном Пути»: населенная планета – класс M. Следуя этой схеме, имеем:

D – планетоид или спутник, лишенный атмосферы.
H – непригодная для жизни.
J – газовый гигант.
K – есть жизнь или используются купольные камеры.
L – есть растительность, но нет животных.
M – наземная.
N – серная.
R – изгой.
T – газовый гигант.
Y – токсичная атмосфера и высокий температурный показатель.

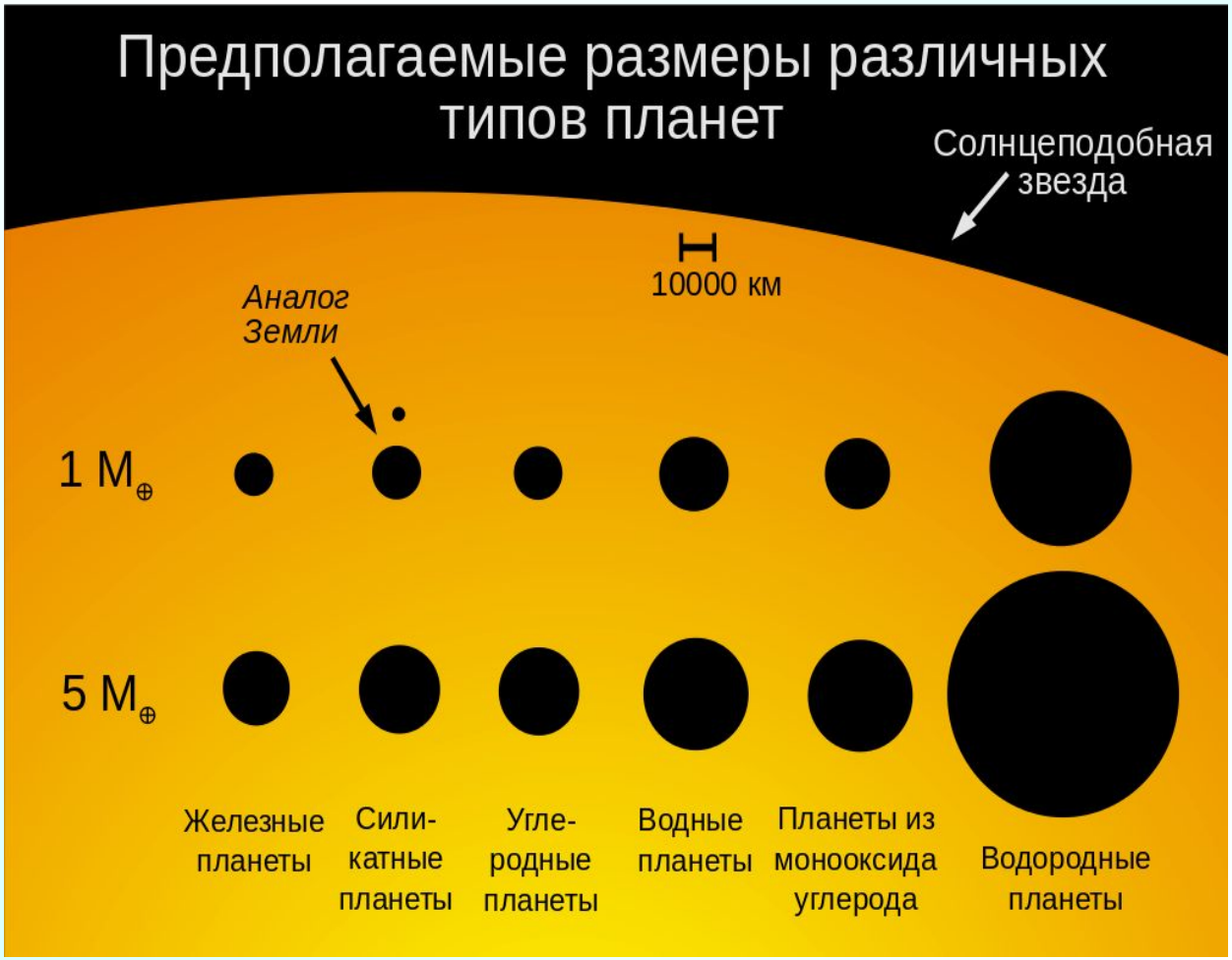
Если взять научные схемы, то для распределения используют массу или разнообразие элементов. В таком случае, классификация выглядит так:

Малые планеты, спутники и кометы:
астероид: меньше 0.00001 земной массы.
меркурианский тип: от 0.00001 до 0.1 земной массы.

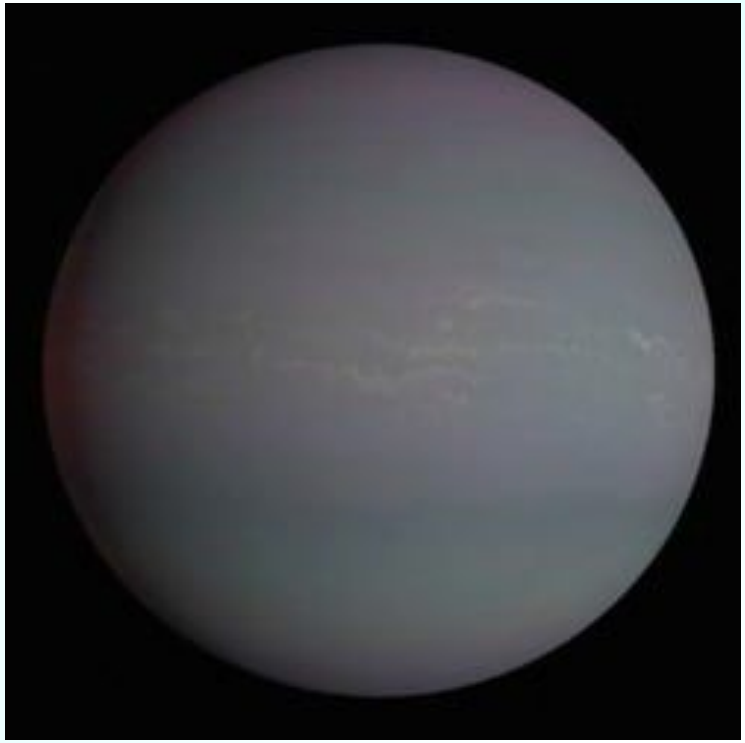
Земная группа (скалистые):
субтерран: 0.1-0.5 земной массы.
терран (земли): 0.5-2 земных масс.
супертерран: 2-10 земных масс.

Газовые гиганты:
Нептун: 10-50 земных масс.
Юпитер: 50-5000 земных масс.

Некоторые типы открытых экзопланет

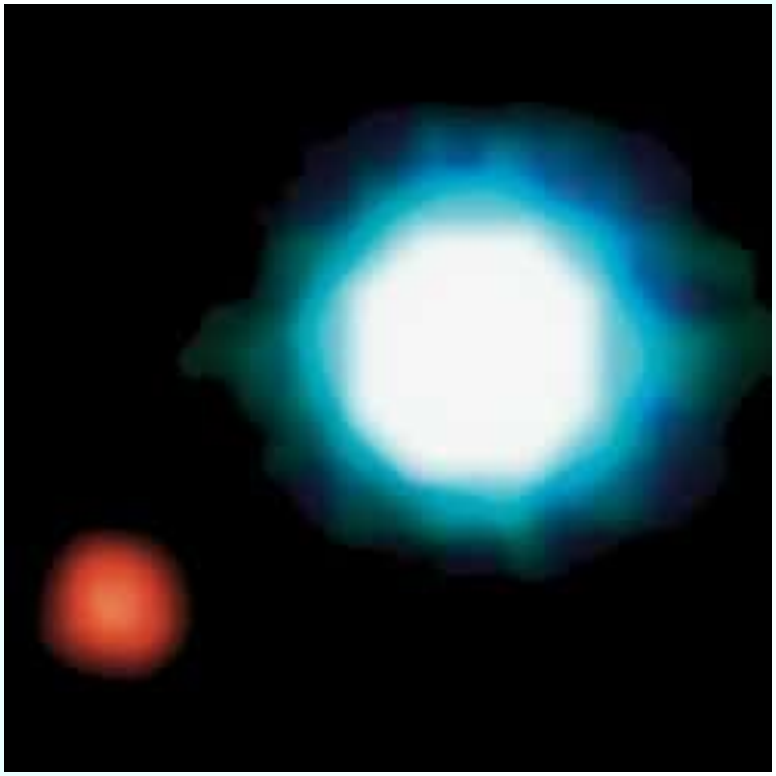


Горячие Юпитеры



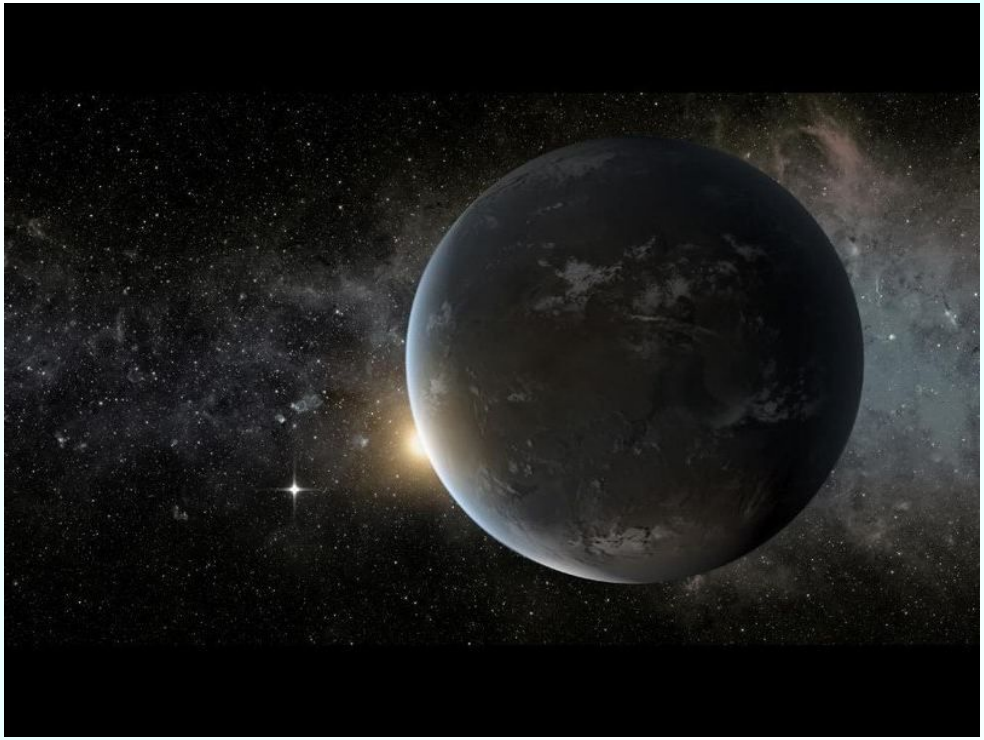
Это газовые гиганты, напоминающие массу Юпитера, но совершающие обороты слишком близко к звезде-хозяину. Из-за этого происходит резкий скачок температуры (7000°C). Для ученых было настоящим сюрпризом обнаружить, что этот вид довольно распространен, так как ранее полагали, что такие планеты должны вращаться во внешней линии.

Пульсарная планета



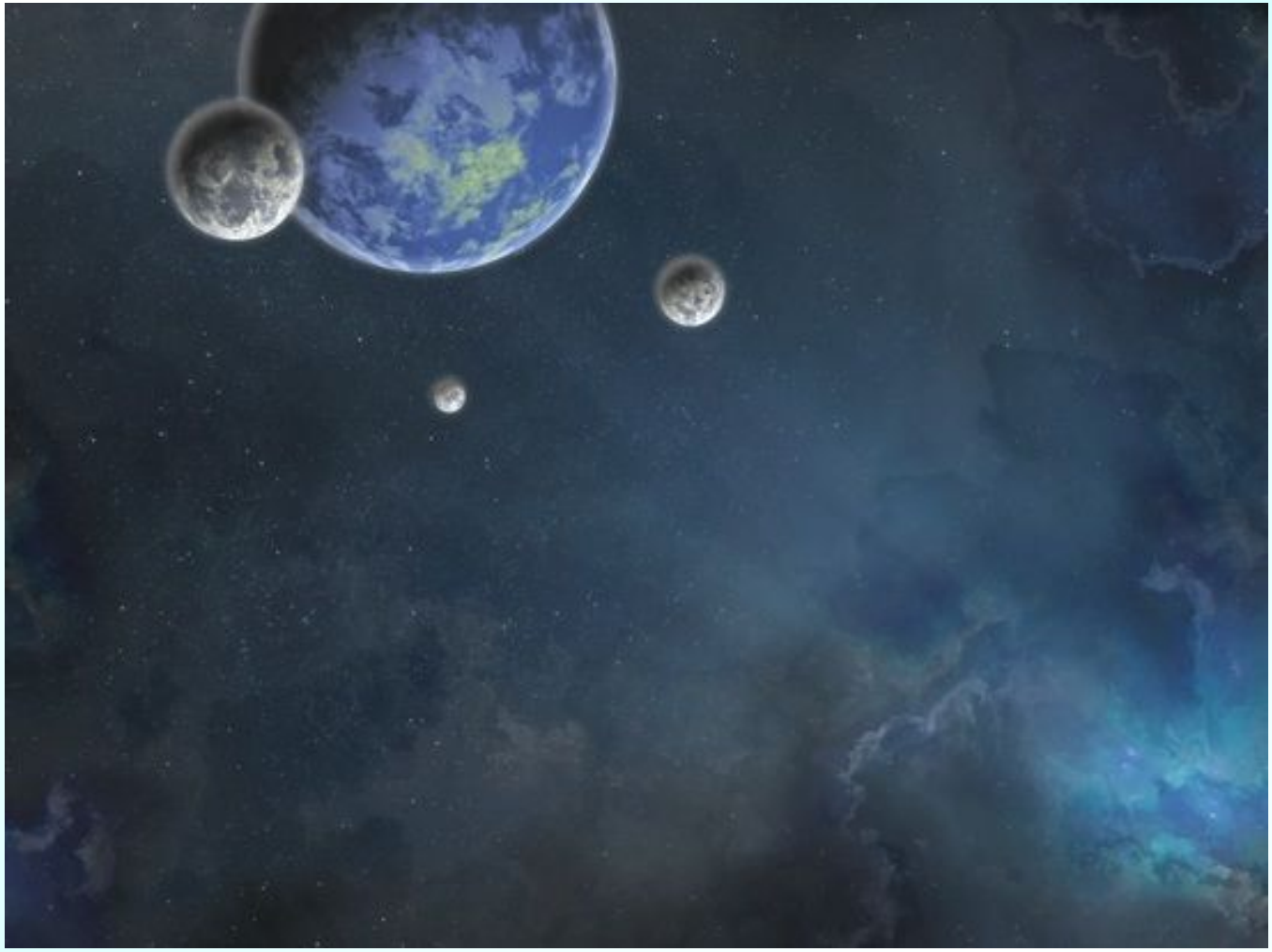
Такие объекты совершают орбитальные проходы вокруг нейтронных звезд – остаточные ядра крупных звезд, то есть, все, что сохранилось после взрыва сверхновой. Нет сомнений, что ни одна планета не переживет такое событие, поэтому они формируются уже после.

Экзоземля



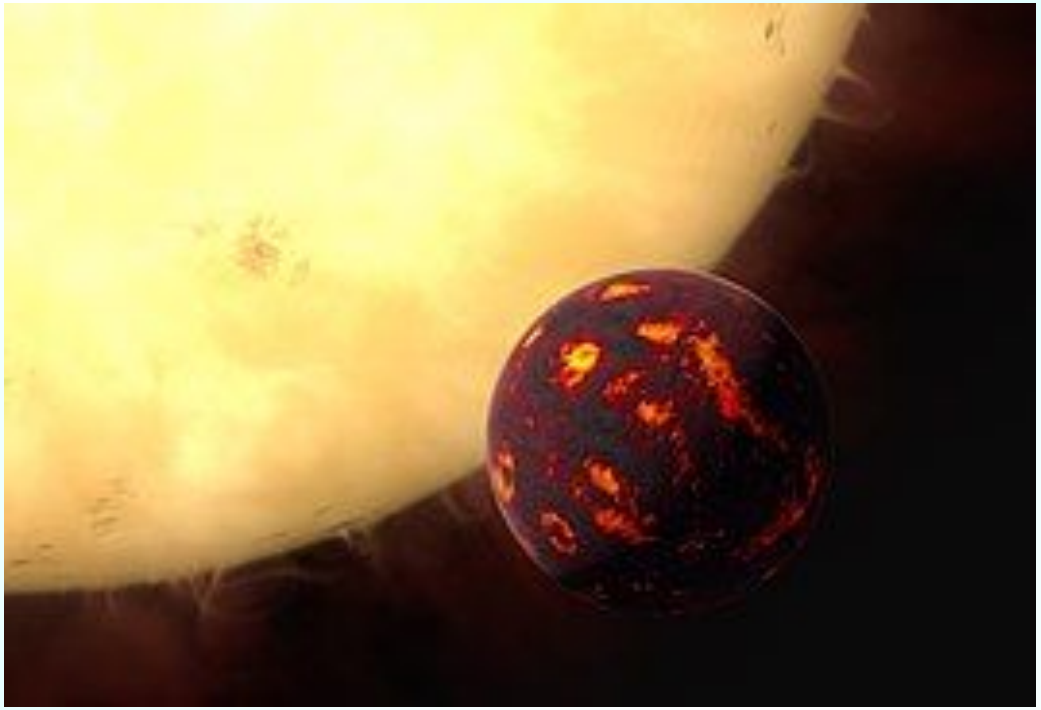
Экзопланета Kepler-62f , находящейся в созвездии Лиры на расстоянии более чем 1200 световых лет от Земли. в представлении художника, звезда слева и ниже.

Эти объекты по параметрам и химическому составу напоминают нашу Землю и вращаются в зоне обитания (идеальная дистанция к звезде, позволяющая сохранять воду в жидком состоянии). Они ценны для обнаружения, так как на них возможна жизнь.



Среди семи планет в системе TRAPPIST-1 наиболее пригодными для жизни могут оказаться третья и четвёртая от центральной звезды. Такое мнение высказала группа исследователей из Венгрии и США.

Суперземля



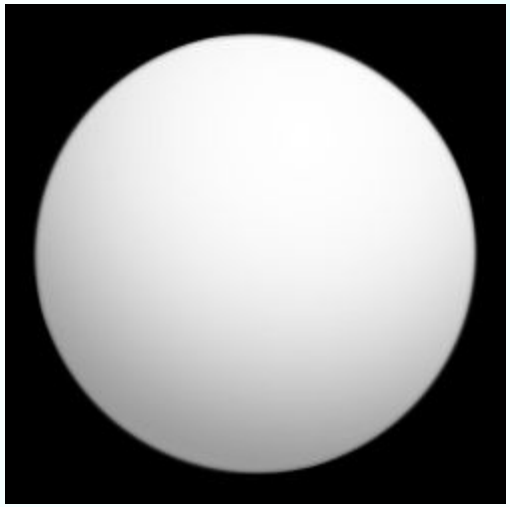
55 Рака е в представлении художника

Это скалистые планеты, превосходящие земную массу в 10 раз. Сама приставка «супер» намекает лишь на характеристики размера, а не какие-то планетарные особенности. Поэтому среди них встречаются и газовые карлики. Первыми найденными суперземлями были два объекта, совершающих обороты вокруг пульсара PSR B1257 + 12.

Эксцентрические планеты

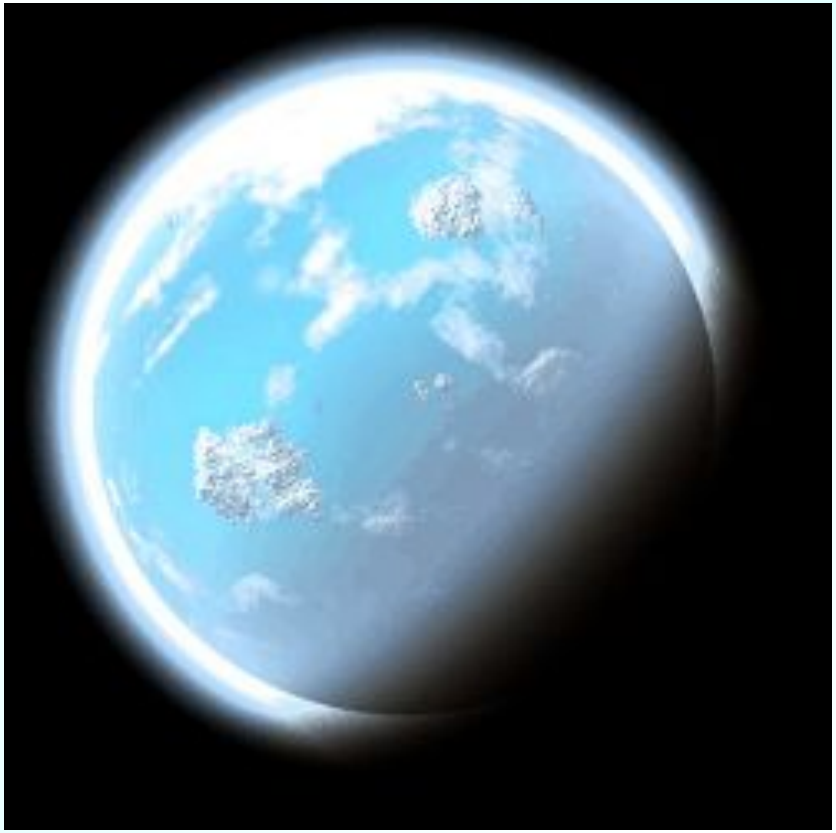
В Солнечной системе, планеты по большей части имеют довольно равномерные круговые орбиты. Если идеальный круг имеет значение эксцентриситета равное ноль, то примерно половина экзопланет имеет эксцентриситет 0,25 или более. Например, HD 80606b, которая примерно в четыре раза больше Юпитера и находится на расстоянии примерно в 200 световых лет от Земли, имеет эксцентриситет примерно 0,93. Таким образом, орбитальное расстояние HD 80606b меняется в промежутках от орбитального расстояния Земли до орбитального расстояния Меркурия

Газовые и ледяные гиганты



К газовым относят те, что напоминают Юпитер и Сатурн.
Из элементов присутствуют водород и гелий, окружающие скалистое или металлическое ядро. У ледяных, вроде Нептуна и Урана, намного меньше этих элементов, зато заметны более тяжелые.
К этим типам относятся примерно 2/3 найденных экзопланет.

Планета-океан



та-океан

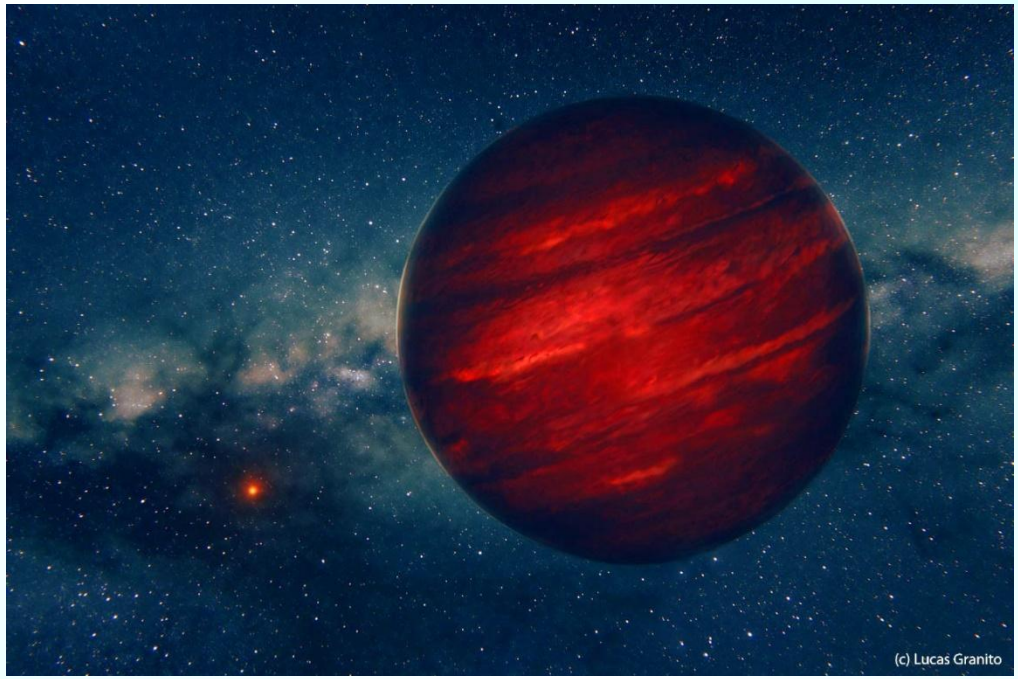
Эти объекты полностью укрыты водным слоем.
Скорее всего, с самого начала это были ледяные миры, появившиеся на большой удаленности от звезды.
Но что-то заставило их приблизиться.
Температура поднялась и лед трансформировался воду.

Хтоническая планета

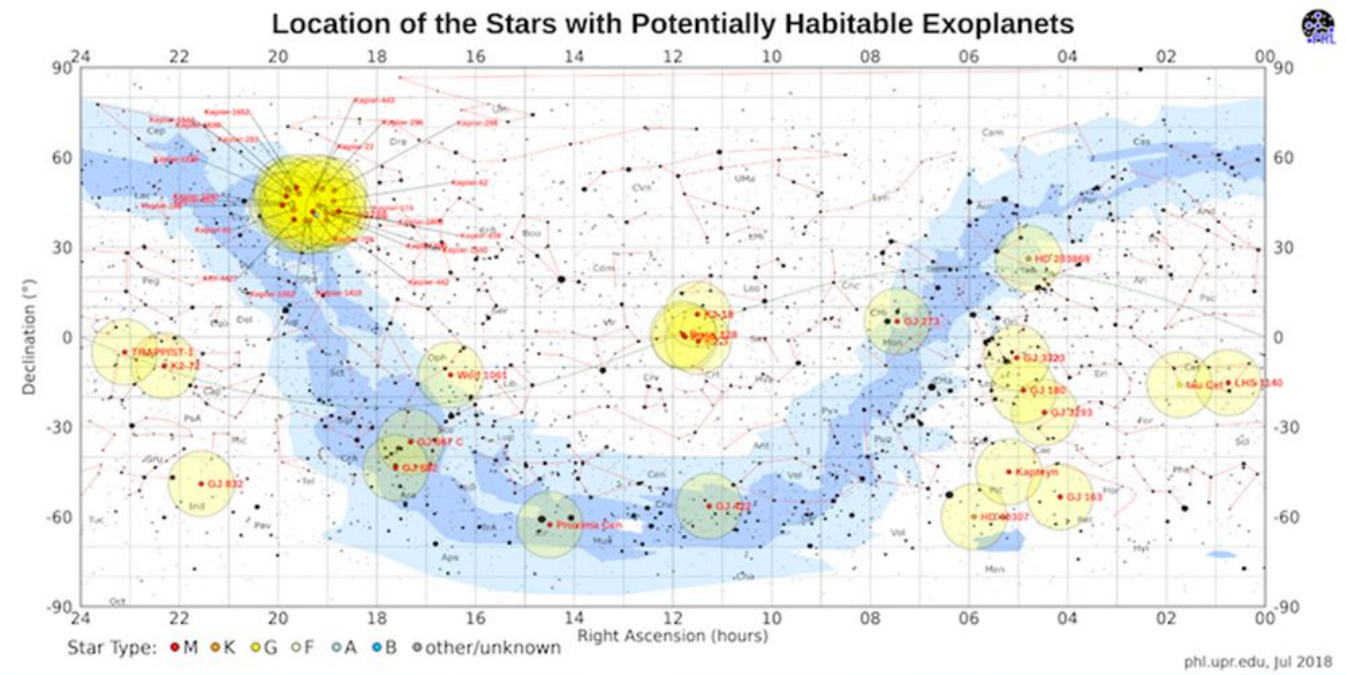
Изначально были газовыми гигантами, которым не повезло подойти слишком близко к звезде. Из-за этого атмосферы выгорела, оставив лишь металлическое или скалистое ядро. На поверхности может течь лава.

Планета-сирота

Их еще называют «сиротами», так как не располагают главной звездой. Находятся в изоляции, потому что по какой-то причине их выбросило из системы. Ученым удалось найти всего несколько примеров, но полагают, что этот тип распространен.



Недавно обнаруженной экзопланете GU Psc b требуется 80000 лет, чтобы один раз обернуться вокруг материнской звезды.
Экзопланета, названная GU Psc b, была обнаружена международной группой астрономов во главе с доктором Marie-Eve Naud из Университета Монреаля, с помощью прямого фотографирования объекта. Она вращается вокруг своей родительской звезды GU Psc на расстоянии около 2000 а.е. (1 а.е. = расстоянию от Земли до Солнца) что является рекордом среди экзопланет.
Планета имеет температуру около 800 градусов по Цельсию и массу, которая 9-13 раз больше чем у Юпитера.



Эта карта показывает участки неба, в которых располагаются потенциально обитаемые экзопланеты. На сегодняшний день учёным известно о 42 инопланетных мирах, которые могут оказаться похожими на Землю. Астрономами уже обнаружено более 3800 экзопланет(на 2018 год), и этот список продолжает расти. Однако из всех этих миров, лишь некоторые считаются пригодными для жизни. Некоторые экзопланеты слишком велики, чтобы иметь твёрдую поверхность. Другие слишком близки к своим звёздам и, следовательно, очень горячи, или слишком далеки и соответственно скованны льдами. Учёные надеются, что космический телескоп “Джеймса Уэбба”, запуск которого планируется в 2021 году, будет в состоянии обнаружить и непосредственно изучить атмосферы и поверхности этих небольших экзопланет.

В презентации использованы материалы с сайтов:

1. https://aboutspacejornal.net/вселенная/галактика/экзопланеты/- Журнал все о космосе
2. https://physicsline.ru/astronomiya/astronomiya-vladimir-surdin/ - Лекции по астрономии кандидата физико-математических наук, доцента ГАИШ МГУ Владимира Георгиевича Сурдина.
3. https://universetoday.ru/2018/09/29/карта-расположения-экзопланет/
4. https://habr.com/ru/post/384559/ - Способы обнаружения экзопланет
5. https://v-kosmose.com/planetyi-zagadochnyie-kosmicheskie-miryi/ - Экзопланеты