

EXTRASOLAR PLANETS AND POSSIBILITY OF THE LIFE
APPEARANCEВНЕСОЛНЕЧНЫЕ ПЛАНЕТЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ НА НИХI.Kuzenkov, B.Ivashin¹, I.S.Bryukhanov², M.Varinov³¹Лаборатория и кафедра физической химии БГУ²Лаборатория астрономии УО РЦТТУ³ГАИШ, Лаборатория новых фотометрических методов

АННОТАЦИЯ. В данной статье приводится обзор открытых до ноября 2006 г. внесолнечных планетарных систем с точки зрения возникновения жизни на них. Авторы статьи при расчёте возможности возникновения жизни в планетарной системе рассматривают жизнь только бактериального уровня как наиболее приспособленную к неблагоприятным условиям обитания из всех известных ныне форм жизни.

С древних времён человечество пыталось обнаружить жизнь вне планеты Земля и вообще за пределами Солнечной системы.

В человеческом социуме зачастую больше обсуждаются взвешенные цивилизации, "летающие тарелки" и прочее, чем какие-либо научные или околонаучные проблемы.

В XX веке после разработок и пусков первых космических ракет эта тема стала достаточно актуальной. Было предпринято много попыток поиска планет у ближайших звёзд, в том числе и астрометрическим способом. Предполагалось даже, что у звезды "Летящая Бернарда" (одна из ближайших звёзд с наибольшим угловым движением на небе) есть планетарная система. Для исследования этой системы намечался грандиозный проект полета беспилотного зонда "Дедал" на трех ступенях с ядерными двигателями (который бы поглотил 4/5 ресурсов на нашей планете!)...

И вот в 90-х годах прошлого века спектральный анализ и уровень фотометрии блеска звёзд поднялся настолько значительно, что стало возможным проверить косвенными методами и в короткие сроки, есть ли планетарная система у звезды или нет, а также измерить в некотором приближении характеристики орбит возможных планет.

Настоящая научная революция!

Первое подобное открытие было сделано в августе 1995 г. у звезды 51 Пегаса. Человечество вздрогнуло..!

С тех пор прошло более 10 лет, и настало время проанализировать информацию, полученную за эти годы, с точки зрения не только астрофизического и популяционного анализов, но и потенциальной возможности существования жизни на этих планетах.

К 30 октября 2006 г. уже было известно о 210 планетах в 180 планетарных системах (из них 21 – многопланетарные). Кстати, Летящая Бернарда по измерениям на новом оборудовании оказалась одиночной звездой без каких-либо признаков планетарной системы...

Теперь перейдём от лирики к фактам.

С точки зрения гипотетических инопланетян (с таким же техническим уровнем аппаратуры и инструментов, как сейчас у нас на Земле) Солнечная система со стороны выглядит как одиночная звезда спектрального класса dG2V с двумя "юпитерами", которые вращаются вокруг Солнца на расстоянии 5,20 и 9,54 а. е. по далёким орбитам с периодами соответственно 4329 и 10752 дня, но практически с нулевыми эксцентриситетами соответственно 0,048 и 0,056, и имеют массы соответственно 1 и 0,3 массы Юпитера.

"Совершенно неперспективная" звезда! Пусть даже два небольших ее "юпитера" вращаются по почти круговым орбитам, но в области "кольца жизни" пустота, нет планет ... Так смотрится при первом приближении.

А вот в диапазоне радиояркости планета Земля превосходит Солнце и Юпитер. Со стороны они смотрятся в радиодиапазоне как тройная звезда, в которой два радиоисточника отождествляются без проблем, а третий, неотожествимый попада-

ет в "кольце жизни"(!). Этот третий "радиоспутник" только что родился и виден с расстояния до 50 парсек.

В невообразимо краткие по космическим меркам сроки возрастание радиояркости Земли за последние 30–40 лет (из-за резкого роста количества мощных радио- и телестанций) и как бы "из ничего" представляется для инопланетян загадкой и, конечно же, одним из свидетельств развития у этой звезды цивилизации с мощным техногенным радиоисточником – это есть фактор космической астроинженерии; ни радиоизлучение жёлтого карлика спектрального класса dG2V, ни его блеск не претерпевали каких-либо катаклизмических (сильных) изменений.

Самое интересное – есть три вероятных аналога Солнечной системы (по предположению авторов, это звезды HD 70642, 47 UMa и HD 4208). Было бы хорошо периодически прослушивать их в радиодиапазоне!

Геологические ограничительные факторы возникновения жизни

Многие читатели, возможно, слышали о так называемом "кольце жизни". Термин взят из околонаучной лексики. Это случай, когда на определённом расстоянии от какой-либо звезды универсальный растворитель в космосе – вода на поверхности околозвездной планеты может быть в жидком состоянии. При условии, конечно, что эта планета имеет твёрдую поверхность, относительно спокойную атмосферу и почти нулевой эксцентриситет орбиты.

Жизнь возникает только на планете с твёрдой поверхностью при стабильной температуре с минимальными сезонными колебаниями, при наличии достаточного количества растворителя, такого, как вода (аналогов-заменителей воды во Вселенной не существует), а также при наличии восстановительной атмосферы, но не окислительной, как ныне на Земле.

Но у вероятных "заселённых" планет атмосфера может быть окислительной, как на Земле. Свободный кислород содержится в ее атмосфере до 10–20%, т.е. окислительная атмосфера – это следствие и индикатор длительной биологической эволюции на планете.

На газовой планете, такой, как Юпитер и даже намного меньше, жизнь возникнуть не может, даже если планета находится в "кольце жизни", так как мощные течения в ее атмосфере или океане разносят по всей планете возможные зачатки жизни, вполне вероятно уничтожив их. Предположительно с биологической точки зрения, идеальным местом для возникновения жизни является образование на

планете наподобие "болота", а также ее спокойная атмосфера.

Авторы предполагают, что если планета-гигант вращается в "кольце жизни" на орбите с почти нулевым эксцентриситетом, то жизнь может возникнуть на одном из землеподобных ее спутников, так как такие планеты образуют собственные "минипланетарные" спутниковые системы.

В данной статье стабильность оси вращения планеты и другие факторы не рассматриваются, т.к. на современном этапе развития наблюдательной техники определения этих параметров внесолнечных планет невозможно. В то же время авторы признают, что, скорее всего, именно совокупность различных нюансов и факторов сыграла значительную роль в образовании благоприятных условий для возникновения жизни на Земле (например, при значительном атмосферном давлении уже небольшой ветер приобретает силу урагана, который может сыграть ту же роль, что и в случае с океанической планетой, без твёрдой поверхности, – разрушить очаги зарождения жизни).

Обзор астрономических факторов, ограничивающих возникновение жизни

Фактор 1. Переменные звёзды

Жизнь не может возникнуть у переменных звёзд, там, где поток излучения непостоянен или взрывообразно меняется. Наиболее стабильными являются звёзды главной последовательности (см. диаграмму Герцшпрунга–Рассела) спектрального класса F5–K5, т.е. оранжевые и жёлтые карлики и субкарлики), блеск которых почти не меняется (может быть, также и субгиганты, хотя это сомнительно).

Для примера, среднее значение солнечной постоянной колеблется не более чем на 1,5% в течение столетних и тысячелетних периодов времени и на $\pm 0,4\%$ с короткими периодами – от нескольких лет до нескольких десятилетий.

Но большинство звёзд субгигантов, гигантов и сверхгигантов спектрального класса F–G–K претерпевают заметные колебания блеска разного рода.

Красные карлики спектрального класса K5–M8 также нестабильны в блеске – большинство из них, если не все (!), являются вспышечными звёздами типа UV Cet. Для гипотетической жизни, считаем, любая такая вспышка, хоть она почти аналогична солнечной (в первом приближении), будет смертельной. Если планета располагается в "кольце жизни", то для звезды спектрального класса K5–M8 она должна находиться на расстоянии около 0,5–0,7 а.е. и менее, т.е. близко к "родительской" звезде. На таком расстоянии возникший при вспышке поток рентгеновского и гамма-излучения буквально "сте-

рилизует планету и уничтожит зачатки жизни на ней даже с идеальными, в теории, условиями.

Однако по предположению Михаила Баринова возникновение жизни в системах красных карликов всё-таки возможно: наличие магнитного поля у планеты может очень сильно задемпфировать эффект от такой вспышки. Один из примеров – планетарная система у звезды Gl 581 (<http://exoplanet.eu/star.php?st=Gl+581>). У этой звезды 3 планеты-"нептуна": Gl 581 b, Gl 581 c и Gl 581 d; их массы соответственно 0,0492, 0,0158 и 0,0243 массы Юпитера (или же 15,6, 5,02 и 7,73 массы Земли). Планета Gl 581 d может быть пригодна для жизни!

По предположениям Ивана Брюханова и Бориса Ивашина:

– у планеты Gl 581 d великоват эксцентриситет – 0.2 ± 0.1 ;

– звезда Gl 581 – красный карлик, спектр M3 – с хорошей долей вероятности кандидат во вспышечные переменные.

Звёзды любых других спектральных классов – W–O–B–A–F5, даже если они находятся на главной последовательности и стабильны по яркости, а также гиганты и сверхгиганты любых спектральных классов, белые карлики и пульсары (остатки звёзд после катаклизмических процессов) непригодны для возникновения в их планетарных системах жизни. Срок "звёздной жизни" звёзд ранних спектральных классов (от рождения звезды из газопылевой туманности до "смерти" звезды в момент фазы Сверхновой) колеблется от 1 млн. до ~2 млрд. лет – слишком мал для качественного развития жизни даже на бактериальном уровне.

Фактор 2. Кратные звёзды

Ни одна из двойных и кратных звёзд, если вблизи них сохранилась планетарная система, не может быть пригодна для возникновения жизни. Ведь такая планета при определённой конфигурации с двумя (и более!) звёздами либо будет разрушена гравитационным воздействием звёзд, либо выброшена из этой системы или её орбита претерпит частые изменения. Планета в двойной системе звёзд испытывает попеременное гравитационное воздействие то одной, то другой звезды, что создает мощные приливы в разных частях планеты и может вызвать геологические катаклизмы на ней. Всё очень сильно зависит от массы вторичной звезды.

Редчайшее исключение могут составить только широкие пары звёзд, расстояние между которыми около 1000 а.е. и более.

Одна из таких очень спорных звёзд – HD 19994 (94 Cet или SAO 130355). Это двойная звезда ADS 2406AB, у которой угловое расстояние между

компонентами, видимое с расстояния 22,3 парсека, только 3", т. е. между звёздами этой двойной системы приблизительно 60–70 а.е. Вокруг одной из компонент, температура которой около 6000 К, вращается планета на расстоянии всего 1,2 а.е. с периодом 454 дня, эксцентриситет орбиты планеты 0,2. Находящийся в этой звёздной системе красный карлик (блеск главного компонента $5^m,07$, а второго компонента $11^m,5$; с такой относительной звёздной величиной на расстоянии в 22,3 парсека может быть виден только оранжевый или красный карлик) будет периодически искажать орбиту планеты, а также внезапно облучать ее мощными потоками рентгеновских и гамма-лучей (см. Фактор 1. Переменные звёзды).

Фактор 3. Эксцентриситеты орбит, массы планет, роль во внесолнечной планетарной системе стабилизирующего юпитера

Суть нашего обзора планетарных систем и внесолнечных планет состоит в поиске объектов, почти похожих на Солнечную систему или внесолнечные планеты, на которых, по нашим предположениям, может возникнуть или уже возникла жизнь.

В разделе геологических факторов ограничений возникновения жизни предложена модель развития жизни в "минипланетарной спутниковой системе" около планеты-гиганта, находящейся в "кольце жизни".

Планеты в "минипланетарных" спутниковых системах около них, а также с эксцентриситетом орбиты 0,15 и более непригодны для возникновения жизни. В последнем случае при относительно большом эксцентриситете в моменты апоаэстра происходит падение температуры на планете ниже точки замерзания воды как универсального растворителя, а в моменты периаэстра – перегревание ее атмосферы.

В планетарных системах планеты-гиганты играют роль своеобразных стабилизаторов и эксцентриситеты самых массивных планет во внесолнечной планетарной системе обязательно должны почти равняться нулю (не более 0,05–0,08). Авторы предполагают, что наличие в планетарной внесолнечной системе планет типа Юпитера и более массивных с разными характеристиками орбит и с разными эксцентриситетами практически вычищает планетарную систему от маломассивных тел – планет земного типа не может быть в такой системе, особенно если юпитеры находятся в зоне "кольца жизни".

В Солнечной системе роль такого стабилизатора выполняет Юпитер; его масса составляет 2/3 массы Солнечной системы, эксцентриситет 0,048. "Вторят" ему Сатурн и другие планеты-гиганты – Уран и Нептун. Характеристики всех орбит планет Солнечной системы и прочих малых тел обязательно нахо-

дятся в резонансном соотношении с характеристиками орбит планет-гигантов. По предположению авторов, если планета-гигант находится в зоне "кольца жизни" и у нее есть пригодные для жизни земледобные спутники, то масса такой планеты-гиганта может быть не более 3 масс Юпитера. Планеты-гиганты, масса которых более 3-4 масс Юпитера, несомненно, имеют мощные магнитные поля и радиационные пояса, а гравитационное воздействие таких планет на их спутники вызывает мощные приливы и геологические катаклизмы, как в Солнечной системе Юпитер у своего спутника Ио. Это не способствует возникновению на планете условий, пригодных для зарождения жизни.

Даже когда планета-гигант находится за пределами "кольца жизни", но её эксцентриситет, например, 0,2, а масса – почти 3 массы Юпитера, как, например, у звезды HD 72659, то планет земного типа может не возникнуть в "кольце жизни" этой системы. Такая планета-гигант может сыграть роль "гравитационного веника" буквально "вымести" из системы как зародыши планет – планетезимали, так и сформировавшиеся планеты. Если же среди планет с почти круговыми орбитами в планетарной системе имеются такие, у которых эксцентриситет весьма велик, то они нестабильны – планета с большим эксцентриситетом орбиты при определённой конфигурации может разбалансировать многопланетарную систему. Как "гравитационная праща", она выкинет за пределы одну или больше сформировавшихся и небольших по массе планет.

Поэтому залогом стабильной планетарной системы, годной для возникновения в ней жизни, являются почти равные нулю эксцентриситеты орбит планет.

Почти все планеты Солнечной системы движутся по орбитам с эксцентриситетами от 0,007 у Венеры до 0,093 у Марса (его масса равна 0,00034 массы Юпитера), только у Меркурия из-за близкого расстояния к Солнцу и у ныне переквалифицированного в малые планеты Плутона эксцентриситеты орбит равны соответственно 0,21 и 0,25 (их массы соответственно 0,00017 и 0,00002 массы Юпитера). У Земли эксцентриситет 0,017 и масса равна 0,0031 массы Юпитера.

По расчётам авторов, один из наиболее предполагаемых в мире аналогов Солнечной системы – звезда 55 Рака (многие ее характеристики аналогичны солнечным) не может быть пригодна для возникновения жизни на планетах земного типа ее системы, так как "кольцо жизни" в системе 55 Рака находится на расстоянии 0,8–1,2 а.е., как и в Солнечной системе. Но так как планеты 55 Спс с и 55 Спс d с соответствующими массами в 0,2 и 3,9 масс Юпитера вращаются на расстояниях соответственно 0,2 и 5,3 а.е., однако с эксцентриситетами соответственно 0,44 и 0,33, то это говорит о том,

что любой планетоид, находящийся между ними в предполагаемом "кольце жизни" будет испытывать очень частые сильные изменения орбиты и его эксцентриситет не сможет быть почти нулевым как у Земли, что необходимо для условий возникновения жизни.

Биологические и химические факторы развития жизни на внесолнечных планетах

По рабочим гипотезам Ивана Кузенкова, старшего научного сотрудника кафедры физической химии БГУ, жизнь может возникать на планетах в 5 случаях.

1. Планеты, у которых есть атмосфера (восстановительная или окислительная); атмосферное давление 1–100 атмосфер; температура поверхности от -20° до $+150^{\circ}\text{C}$; белково-углеродная жизнь. Для высоких температур, аналога земным – горячие подводные вулканические оазисы в Тихом океане.

2. Планеты, у которых есть мощная восстановительная атмосфера с присутствием аммиака; атмосферное давление 500–1000 атмосфер; температура поверхности от -40° до $+150^{\circ}\text{C}$; возможна белково-углеродная жизнь, отличающаяся от земной тем, что количество и состав аминокислот в белках другой и R-остаток в белковой молекуле иной, чем в земных аналогах.

3. Планеты, у которых есть восстановительная атмосфера – свободный водород, метан, аммиак – и плотный толстый облачный покров; атмосферное давление не более 100 атмосфер; температура поверхности от -40° до $\sim 150^{\circ}\text{C}$; может образоваться кремнийорганическая жизнь.

4. Очень горячая, экзотическая планета: атмосфера – это пары щелочных металлов, поверхность силикатная, озёра расплавленного алюминия; температура поверхности 700° – 1000°C ; жизнь на основе кристаллов.

5. Очень горячая, экзотическая планета: температура твёрдой поверхности до 1000°C ; атмосферы нет – сдуло; жизнь на полупроводниковых кристаллах.

К нашему огорчению, Иван Кузенков внезапно умер, и мы не можем восстановить его аргументы возникновения жизни во Вселенной. Он был приверженцем широкого распространения различных форм жизни во Вселенной.

Борис Ивашин и Иван Брюханов не согласны с 4-й и 5-й версиями возникновения жизни по рабочим гипотезам Ивана Кузенкова. Версии слишком экзотичны. Природа "любит" не экзотику, а универсальность.

2-я версия также экзотична – во Вселенной пока не найдено аминокислот, чем-то отличных от аминокислот на Земле.

Борис Ивашин и Иван Брюханов по рабочим гипотезам Ивана Кузенкова принимают во внимание только 1-ю и 3-ю версии возникновения жизни. Но они полагают, что значения атмосферного давления и температуры Иваном Кузенковым завышены, и предлагают в обоих случаях атмосферное давление не более 100 атмосфер, а температуру не выше 120°C в 1-м случае и не выше 374°C в 3-м случае, так как при более высокой температуре вода при любом давлении не бывает в жидкой фазе.

Борис Ивашин, младший научный сотрудник кафедры физической химии БГУ, проводит дальнейшую доработку 1-й и 3-й версий возникновения белково-углеродной и кремнийорганической жизни.

Иван Кузенков предполагает, что планета Венера тоже обитаема, на бактериальном уровне (бактерии питаются только серными соединениями; для них кислород – яд). Весь вопрос, почему там не обнаружена жизнь, только в том, что земных спускаемых аппаратов для исследования планеты было мало и в них не было нужного оборудования.

Борис Ивашин и Иван Брюханов не согласны с таким предположением, так как на поверхности Венеры нет растворителя и мощное атмосферное давление (около 100 атмосфер и температура 480°C) создаёт ураганные ветры даже при небольших ветрах в 5 метров в секунду, а также растворителя на поверхности нет – жизнь невозможна.

Обзор некоторых возможных обитаемых планетарных систем или внесолнечных планет

Снова оговоримся – обитаемые планетарные системы или внесолнечные планеты в этой статье – это пока только те планеты, на которых возможна жизнь бактериального уровня как наиболее живучая из всех известных ныне ее форм. Мы можем в настоящее время только предполагать о гипотетических землеподобных планетах или о землеподобных спутниках у самих планет-гигантов, находящихся в "кольце жизни".

Нижеперечисленные планетарные системы вращаются вокруг звёзд, не испытывающих переменности блеска.

Все 10 планетарных систем можно разделить на:

- внесолнечные планеты и планетарные системы, которые могут быть почти аналогичны Солнечной системе и где может быть в "кольце жизни" землеподобная планета;
- внесолнечные планеты и планетарные системы, где в "кольце жизни" вокруг звезды вращается планета-гигант, у которого может быть землеподобный спутник;
- планетарные системы у звёзд-гигантов и субгигантов, а также звёзды с массивными планетами.

Планетарные системы, которые могут быть почти аналогичны Солнечной системе

По предположению авторов, таких систем может быть пока только 4:

47 UMa (она же SAO 43557 и HD 95128, спектр G0V, масса звезды 1,03 массы Солнца, радиус 1,05 радиуса Солнца и температура 5900 K; одиночная звезда без признаков переменности). Планетарная система находится на расстоянии 13,3 парсека. Это один из наиболее предполагаемых аналогов Солнечной системы.

Эксцентриситеты планет 47 UMa b (2,6 массы Юпитера) и 47 UMa c (1,3 массы Юпитера) соответственно 0,05 и 0,1; планеты вращаются на расстоянии соответственно 2,1 и 7,5 а.е. от звезды. Это почти повторяет характеристики орбит Юпитера и Сатурна в Солнечной системе за исключением того, что обе планеты расположены ближе к звезде.

Если же в планетарной системе есть землеподобная планета на расстоянии 1–1,45 а.е., то жизнь может возникнуть как на этой гипотетической землеподобной планете, так и на одном из вероятных спутников планеты 47 UMa b.

И всё же авторы предполагают, что на гипотетической землеподобной планете на расстоянии 1–1,45 а.е. будет слишком горячо для жизни, как на Венере, а на гипотетическом землеподобном спутнике планеты 47 UMa b – холодновато. К тому же, на расстоянии 1–1,45 а.е. от звезды и на расстоянии 1–1,1 а.е. от планеты 47 UMa b возможен астероидный пояс (резонансный пик 1:2 – 47 UMa b и 1:7 – 47 UMa c), возникший так же, как и в Солнечной системе, на расстоянии $\sim 2,48$ а.е. и от Солнца, и от Юпитера, где в зоне 2–3 а.е. в Солнечной системе есть астероидный пояс. Непосредственные радионаблюдения [1] опровергают наличие сильного магнитного поля у планет этой системы.

HD 4208 (TYC 6423-1832-1; спектр G5V, масса 0,93 массы Солнца, радиус 0,85 радиуса Солнца, температура 5570 K, расстоянию 33,9 парсека). Планетарная система этой звезды – один из возможных аналогов Солнечной системы, но... только с одной планетой-гигантом. Эксцентриситет орбиты планеты HD 4208 b (0,8 массы Юпитера) равен 0,05, и планета вращается практически по круговой орбите на расстоянии от звезды 1,67 а.е. Следовательно, любая гипотетическая землеподобная планета также будет вращаться с минимальным эксцентриситетом, и если её орбита будет находиться на расстоянии 0,8–1 а.е. от звезды, то условия для возникновения и развития жизни там могут быть благоприятные. Хотя, как и в случае с 47 UMa, на расстоянии 0,8–1 а.е. от звезды в планетарной системе может быть астероидный пояс (резонансный пик 1:2).

HD 70642 (SAO 199126, GC 11411, TYC 7665-696-1, CD-39 4247; спектр G5 IV-V, масса практически равна массе Солнца, радиус 0,84 радиуса Солнца, температура 5533 K; находится на расстоянии 29 парсек, имеет одну планету-гигант). Эта планетарная система может быть наиболее предположительно обитаема. Планета HD 70642b (2 массы Юпитера) с эксцентриситетом орбиты равным 0.1 ± 0.06 вращается на расстоянии от звезды 3,3 а.е. Гипотетическая землеподобная планета может находиться на расстоянии 0,8–1,2 а.е. от звезды и вращаться по орбите с минимальным эксцентриситетом. В этом случае условия для возникновения и развития там жизни могут быть очень благоприятные. Фактор "астероидного пояса" (резонансный пик 1:2), как в случаях с HD 4208 и 47 UMa, гипотетической землеподобной планете не угрожает, так как "кольцо жизни", в котором землеподобная планета может располагаться, попадает в резонансный пик 1:3. "Астероидный пояс" находится на расстоянии 2–2,5 а.е. от планеты-гиганта.

Интересной и спорной, с точки зрения авторов, является планетарная система у звезды **HD 114783** (TYC 4958-894-1, SAO 139218; оранжевый карлик: спектр K0, масса 0,92 массы Солнца, температура 5100 K). Звезда HD 114783 – планетарная система только с одной планетой-гигантом, находящейся на расстоянии 22 парсек. Эксцентриситет орбиты планеты HD 114783b (0,99 массы Юпитера) равен 0,1, планета вращается практически по круговой орбите на расстоянии от звезды 1,2 а.е. Конечно, на гипотетическом землеподобном спутнике у HD 114783b будет холодновато.

"Кольцо жизни" в этой системе располагается на расстоянии 0,6–0,8 а.е. и попадает в резонансный пик 1:2 по отношению к планете. Гипотетической землеподобной планете, располагающейся в "кольце жизни" в этой системе, так же, как и в случаях с HD 4208 и 47 UMa, угрожает фактор вероятного существования астероидного пояса в резонансном пике 1:2.

Планетарные системы, где в "кольце жизни" вокруг звезды вращается планета-гигант, у которой есть землеподобный спутник

HD 69830 (SAO 154093 и HR 3259 Кормы, оранжевый карлик K0V, масса 0,86 массы Солнца, радиус 0,9 радиуса Солнца, температура 5400 K). Очень заманчивой и интересной представляется планетарная система этой звезды. Ее планетарная система находится на расстоянии 12,6 парсека. Интересно, что звезда HD 69830 является одиночной и считается астрономическим фотометрическим стандартом.

В ее планетарной системе 3 планеты-"Нептуна": HD 69830b, HD 69830c и HD 69830d. Их массы соот-

ветственно 0,033, 0,038 и 0,058 массы Юпитера (10,2, 11,8 и 18,1 массы Земли). Эксцентриситеты не превышают 0,15, а последняя планета, HD 69830d, которая расположена на расстоянии 0,63 а.е. от звезды, вращается практически по круговой орбите в "кольце жизни".

О землеподобных планетах в данной системе не приходится говорить, так как планеты HD 69830b и HD 69830c находятся на расстояниях соответственно 0,08 и 0,19 а.е., к тому же плоскость орбиты планеты HD 69830b расположена под углом около 100° к плоскости "эклиптики" планет HD 69830c и HD 69830d.

Скорее всего, можно предположить, что только у планеты HD 69830d на одном из землеподобных спутников имеются прекрасные условия для возникновения жизни.

HD 23079 (SAO 233208, GC 4401, TYC 8500-534-1, CD -53 594; спектр F8/G0 V, масса 1,1 массы Солнца, температура 5850 K; находится на расстоянии 34,8 парсека). У этой звезды в настоящее время обнаружена только одна планета-гигант, которая находится в "кольце жизни". Планета HD 23079b (2,6 массы Юпитера) с эксцентриситетом орбиты 0,1 вращается на расстоянии 1,65 а.е. от звезды. В этом случае весьма благоприятные условия для возникновения и развития жизни могут быть только на землеподобном спутнике планеты HD 23079b.

Планетарные системы у звезд-гигантов и субгигантов и звезд с массивными планетами

Особую группу представляют планетарные системы, где орбитальные характеристики во всех 4 спорных случаях отличные: очень небольшие эксцентриситеты и планеты вращаются практически по круговым орбитам. Но их центральное светило – звезда-гигант или субгигант, а также планетарные системы с массивными планетами. Рассмотрим некоторые примеры.

Все 3 звезды **HD 10697**, **HD 59686**, **HD 27442** – звезды-гиганты или субгиганты. В двух случаях – массивные планеты: HD 10697b – 6 масс Юпитера, HD 59686b – 5,3 массы Юпитера, либо массивная планета 5,7 массы Юпитера – у звезды солнечного типа **HD 28185** (спектр G5, масса 0,99 масс Солнца).

В "звёздной жизни" стадия гиганта или субгиганта – это заключительная фаза эволюции маломассивных звезд, за которой следует стадия медленного сброса верхних слоёв звёздной оболочки и превращение звезды в планетарную туманность, а на месте звезды образуется белый карлик. Планетарные системы у таких звезд могут заканчивать своё существование.

По предположению авторов, массивные планеты, более 3–4 масс Юпитера, несомненно, имеют мощные магнитные поля и радиационные пояса, а гравитационное воздействие таких планет на их спутники вызывает мощные приливы и геологические катаклизмы – факторы, неблагоприятные для развития жизни.

Самое фантастическое предположение насчёт жизни на землеподобных спутниках-планетах у звёзд-гигантов и субгигантов можно сделать такое. У звезды **HD 27442** (красный гигант, спектр K2Ia, температура 4700 К, масса 1,2 массы Солнца, радиус 6,6 радиусов Солнца) с планетой массой 1,2 массы Юпитера (вращается на расстоянии 1,2 а.е. от звезды, орбита с эксцентриситетом 0,07) на ее гипотетическом землеподобном спутнике может существовать древнейшая миллионнолетняя цивилизация, так как эта звезда, находясь в стадии гиганта, скорее всего прошла свой "жизненный путь". Если там 5–10 миллиардов лет назад зародилась жизнь, то времени для перехода от простейших бактерий до разумной расы существ было предостаточно. До звезды HD 27442 расстояние 18,1 парсека.

Итак, по предположению авторов, планетарные системы, в которых может возникнуть, или уже есть, или развивается жизнь, могут быть (перечислены в порядке уменьшения вероятности) только у звёзд HD 70642, HD 69830, HD 4208, 47 UMa, HD 23079, HD 27442 и HD 114783. Если судить строже, то такое явление возможно только на землеподобной планете у звезды HD 70642 и на землеподобном спутнике планеты HD 69830 D.

Благодарности. Авторы благодарят за консультации Николая Николаевича Самуся и Александра Константиновича Семенкова и помощь в работе Вячеслава Людвиговича Милковского и Людмилу Ивановну Брюханову.

Литература

- Dulk G., Leblanc Y., Bastian T.: 1997, *BAAS*, **29**, N3.
Horowitz N.H.: 1986, *To utopia and back: the search for life in the solar system*, New York: W.H. Freeman and Company.
<http://www.obspm.fr/encycl/encycl.html>.
Шарова И.Х.: 1981, *Проблемы теории эволюции*, М.: Знание.