42. Соков, Л.А. Классификация экзопланет (статья) // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем : Сб. статей X Международной научно-технической конференции (26-27 сентября 2013 г.). – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2013. – С. 23- 29 (259 с.)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ.

Л.А., Соков, г. Челябинск,

levsokov@yandex.ru

CLASSIFICATION OF EXOPLANETS

L.A., Sokov, Chelyabinsk,

Первые экзопланеты были открыты в 1991 году астрономом Александром Вольшчан (http://ru.poland.gov.pl/Александр,Вольшчан,2338.html ). В течение нескольких последующих лет с помощью различных технических средств последовал каскад открытий новых сотен и тысяч экзопланет.

Особую роль в открытии экзопланет сыграл телескоп Кеплер. Кеплер является частью программы NASA Discovery. Космический телескоп Кеплер запущен 7 марта 2009 года и был активным в течение 3 лет, 10 месяцев и 1 день, 8 января 2013 года. Всего к началу 2013 года, в том числе и помощью телескопа Кеплер, открыто 2740 планет на орбитах 2036 звезд (http://www. dailymail.co.uk/sciencetech/article-2258842/NASA-space-telescope-shows -17-billion-Earth-like-planets-Milky-Way.html; http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId =222&d\_no=51367). Часть из них — кандидаты в экзопланеты, нуждающиеся в подтверждении.

В нашей Галактике всего около 50 миллиардов планет, а 500 миллионов из них могут быть потенциально пригодны для жизни, сообщил на конференции Американской ассоциации содействия развитию науки (AAAS) американский ученый Уильям Боруцки. У. Боруцки — руководитель группы, работающей с космическим телескопом Кеплер. Полмиллиарда пригодных для жизни планет находятся только в нашей галактике, всего же во Вселенной – около 100 млрд. галактик (http://www.newsru.com/world/21feb2011/planets.html ).

Итак, согласно простым расчетам во Вселенной может быть ~ 5∙1019 планет находящихся в «зоне жизни».

Несмотря на обилие и разнообразие открытых экзопланет, кроме их списков и группировки в основном по массе, размерам, температуре какой–либо причинно – следственной и астрогенетической, астробиологической классификации экзопланет не существует. Это сдерживает работы астробиологов.

***Цель — работы создать астробиологическую классификацию экзопланет на основе доступного материала, опубликованного по август 2013 года.***

После Большого взрыва с образованием первичных молекулярных облаков процессы самоорганизации переходят в фазу самоорганизации барионного вещества.

Основным и определяющим фактором самоорганизации является масса, состав и, как следствие свойства первичных молекулярных облаков. Первичные молекулярные облака, возникшие после Большого взрыва, состоят из молекул водорода с примесью гелия. С учетом критической массы С. Чандрасекара и сферы К. Шварцшильда масса космического объекта — первичного молекулярного облака, определяет интенсивность термоядерных процессов, количество и химическое изотопное элементарное разнообразие, и все дальнейшие пути коэволюционных процессов галактик, звезд (Бронштейн, В.А., 1974; Шкловский, И.С., 1975; Тейлер, Р.Дж., 1975) и, очевидно, экзопланет.

Разнообразие экзопланет определяется, тремя (четырьмя) типами галактик и тремя основными классами звезд (звезды главной последовательности, гиганты, карлики — белые, коричневые, красные, черные).

Представленный ниже набросок астробиологической классификации экзопланет учитывает принадлежность экзопланет к тому или иному типу галактики, классу звезд. То есть учитывает их коэволюционную историю. В классификации сделана попытка учесть все разнообразие экзопланет и свести это разнообразие к единым механизмам происхождения и дальнейшей судьбе экзопланет. В классификации представлены несколько попыток систематизации экзопланет по размерам, орбитальным признакам, массе, уровню энергии, получаемой от родительской звезды (звезд), температуре внешних слоев, внешнего вида и химического состава атмосферы.

Можно предположить, что планеты в экзосистемах, как и в Солнечной системе будут условно делиться на планеты, состоящие из летучего и нелетучего барионного вещества. Химический элементарный и изотопный состав экзопланет будет определяться историей протозвезды (химического состава молекулярного облака), траекторией эволюции на диаграмме Герцшпрунга–Рассела — спектральным классом и поколением материнской звезды. При расслоении и наличии ядра формируется магнитосфера.… **В классификации есть пункт, где рассматриваются критерии обитаемости экзопланет. Универсальным растворителем здесь является вода. Не исключается возникновение биологических динамических структур с системами воспроизводства и жизнеобеспечения на принципиально иных базовых основах.** Если во Вселенной действуют те же законы, что и на Земле, классификацию можно в общих чертах считать верной.

**Астробиологическая классификация экзопланет.**

**I.** **Экзопланеты могут возникать в различных по морфологическому строению галактиках: эллиптических, спиральных, линзовых, неправильных, а, следовательно, иметь различные условия существования и эволюции.**

**II.** **Судьбы звезд, экзопланетных систем, а, следовательно, и судьбы химических элементов, определяются в значительной степени размерами, начальной массой молекулярного облака, массой звезды. Экзопланеты могут принадлежать к звездам главной последовательности (до 90 % всех экзопланет), гигантам, белым карликам, пульсарам, нейтронным. В зависимости от стадии развития, эволюции звезды, звезды и экзопланеты могут принадлежать к главной последовательности на одной стадии своей жизни или белым карликам, гигантам, нейтронным звездам … — на другой.**

Звезды, около которых были найдены экзопланеты (планетные экзосистемы), могут содержать различные количества тяжелых элементов. Более того экзопланеты, в зависимости от расстояния до центральной звезды (или звезд) могут также содержать различные количества и соотношения химических элементов и изотопов химических элементов. Большинство экзопланет найдено астрономами около звезд по спектральному классу близких к солнечному — желтые карлики. Преимущественно, это светила G-класса и поздних F-подклассов (http://www.shvedun.ru/stjsncheapl.htm\ ).

**III.** **Экзопланеты по механизмам образования могут быть первичными, вторичными, третичными, четвертичными.**

a. Первичные экзопротопланеты — это экзопланеты, произошедшие из первичной водородной (протонной) смеси, возникшей через 300 млн. лет после Большого взрыва, до или одновременно с образованием галактик, звезд (Чандра Викрамасингх, http://rusrep.ru/article/2011/05/25/vselennaya/ ). Протогалактические облака в это время были бедны тяжелыми элементами. Тяжелые элементы не успели образоваться в термоядерных реакциях звезд и заполонить протогалактические пространства.

b. Вторичные экзопланеты образуются из протозвездных молекулярных облаков, вместе со звездами.

c. Третичные планеты, образующиеся из протопланетных облаков в результате взрывов сверхновых звезд.

d. Четвертичные экзопланеты — это бывшие звезды. К ним относятся субкоричневые карлики или коричневые субкарлики — холодные формирования, по массе лежащие ниже предела коричневых карликов.

**IV.** **Экзопланеты по отношению к центральной звезде могут относиться по– разному.**

a. Существуют планеты — «изгои» или планеты — «бродяги», внегалактические планеты, планеты «сироты», «удочеренные» планеты, троянские планеты и т.д.

b. Вероятно, образуются не отдельные экзопланеты, а планетные экзосистемы.

c. Планетные системы и планеты с кратной орбитой.

**V. Экзопланеты могут иметь различные размеры, орбитальные признаки, массу, уровень энергии, получаемой от родительской звезды, температуру внешних слоев, внешний вид и химический состав атмосферы. Экзопланеты могут классифицироваться по этим характеристикам.**

a. Размеры планет: размер Земли (< 1,25 R+), супер размер Земли (< 1,25-2R+), размер Нептуна (2-6R+), размер Юпитера (6-15R+), Larger /большие, крупные/ (>15R+) (http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2258842/NASA-space-telescope-shows-17-billion-Earth-like-planets-Milky-Way.html ).

b. По орбитальным признакам установлено, что экзопланеты делятся на две большие группы: «горячие Юпитера» — на низких практически круговых орбитах с радиусом не более 0,15 а.е. и периодом вращения не более 10 суток. … Другие планеты, различающиеся по массе значительно. Здесь есть и гиганты и сравнительно небольшие тела. Они находятся на высоких орбитах, примерно от 0.15-0.16 а.е. и выше, с периодом обращения от 30 суток — до несколько десятков и более лет. … (http://www.shvedun.ru/stjsncheapl.htm ).

c. Классификация планет по двум признакам — массе и уровне получаемой от родительской звезды инсоляции (http://www.shvedun.ru/stjsncheapl.htm ).

d. Классификация экзопланет по Д. Сударскому (с соавторами) — система классификации внешнего вида экзопланет-гигантов в зависимости от температуры их внешних слоев. 1 Класс I. Аммиачные облака. 2 Класс II. Водные облака. 3 Класс III. Чистые. 4 Класс IV. Планеты с сильными линиями спектров щелочных металлов. 5 Класс V. Кремниевые облака (http://ru.wikipedia.org/wiki/Классификация\_экзопланет\_по\_Сударскому ).

e. Тип экзопланеты определяется двумя параметрами — ее массой и температурным режимом. По массе все планеты делятся на 3 типа: гиганты (такие, как Юпитер и Сатурн), нептуны (такие, как Уран и Нептун) и планеты земного типа, или земли (такие, как Земля и Венера). По степени нагрева светом родительской звезды планеты делятся на 7 типов: горячие R/Rэф < 0.1; очень теплые 0.1 < R/Rэф < 0.4; теплые 0.4 < R/Rэф < 0.8; холодные 1.3 < R/Rэф < 3; очень холодные 3 < R/Rэф < 12; ледяные R/Rэф > 12; Здесь R — большая полуось орбиты планеты, Rэф — радиус эффективной земной орбиты Согласно этой классификации, Юпитер и Сатурн являются очень холодными гигантами, Земля — прохладной землей, Венера — теплой землей, а Уран — ледяным нептуном (http://www.allplanets.ru/tipy\_exoplanet.htm ).

f. Классы и жизнепригодность планет.

«Класс D Небольшие безводные каменистые планетоиды, в состав которых входит несколько непримечательных рудников и минералов. (ENT: "Cease Fire")

Класс H Планеты с кислородно-аргонной атмосферой. (VOY: "Scorpion, Part II")

Класс J Газовые гиганты. (DS9: "Starship Down")

Класс K Планеты и луны, годные для жизни гуманоидов с использованием атмосферных куполов. (TOS: "I, Mudd")

Класс L Холодные планеты, атмосфера которых пересыщена углекислотой и малопригодна для дыхания. (ENT: "Bounty")

Класс M Планеты с кислородо-азотистой атмосферой, на которых лучше всех поддерживать жизнь. (ENT: "Strange New World")

Класс Y или Класс Демон Планеты с токсичной атмосферой, температура на поверхности не менее 500 градусов. Поддерживать жизнь невозможно. (VOY: "Demon")

Класс 9 До-федерационное название. По-клингонски это звучит так: K'Tal. Это газовые гиганты. Еще одно место, которое способствовало развитию хороших отношений между людьми и клингонцами. (ENT: "Sleeping Dogs")» (http://vladtrek.narod.ru/database/planets\_class.htm).

**VI.** **Экзопланеты могут иметь различное строение и химический состав.**

a. Экзопланеты могут быть: газовые, водные, ледяные, каменные, скалистые, алмазные.

b. Экзопланеты, как и планеты Солнечной системы могут состоять из летучего и нелетучего вещества (легких и тяжелых элементов в разной пропорции).

c. Структура экзопланет, как и планет Солнечной системы, вероятно, может иметь слоистый характер и содержать ядрышко, ядро, мантию, кору, газовую оболочку (Ферхуген, Дж., и другие, 1974; Iznedr.ru).

d. «Ученые обнаружили также определенную корреляцию плотности планет с содержанием металлов в их звездах. Планеты, сформированные вокруг звезд, столь же богатых металлом, как Солнце, вероятно, имеют маленькие ядра, а сформировавшиеся у звезд, с содержанием металлов в 2-3 раза больше солнечного, большие ядра» (Николай Диянчук, сайты автора: www.cosmos.ucoz.ru www.u-1-u.narod.ru).

**VII.** **Экзопланеты могут быть обитаемы. Для этого они должны находиться ы «зоне жизни». Предложены критерии обитаемости планеты — индексы жизни, где вода, универсальный растворитель и основа живого. Индекс землеподобия (Earth Similarity Index, или ESI) и Индекс обитаемости планеты (Planetary Habitability Index, или PHI) (http://www.infox.ru/science/universe/2011/11/22/Indyeks \_zhizni.phtml ).**

a. Индекс землеподобия учитывает такие факторы, как размер, плотность и расстояние от планеты до светила. По этой шкале наивысший рейтинг получила Земля — 1,00. За ней следуют другие планеты, по своим характеристикам напоминающие Землю: Глизе 581 g (0,89), Глизе 581 d (0,74), Глизе 581 c (0,70), Марс (0,70), Меркурий (0,60), HD 69830 d (0,60), 55 Рака c (0,56), Луна (0,56) и Глизе 581 e (0,53).

b. Индекс обитаемости, здесь учитываются поверхность небесного тела (например, скалистая или ледяная), наличие атмосферы и магнитного поля, а кроме того, доступность для биологических организмов источников энергии. Наличие органических соединений или жидких растворителей, необходимых для того, чтобы на планете шли соответствующие химические реакции.

По этому рейтингу список после Земли, возглавляет Титан (0,64), за ним следуют Марс (0,59), Европа (0,49), Глизе 581 g (0,45), Глизе 581 d (0,43), Глизе 581 c (0,41), Юпитер (0,37), Сатурн (0,37), Венера (0,37) и Энцелад (0,35) (http://www.pravda.ru/science/planet/space/29-11-2011/1100087-aqua\_planets-0/ ).

**VIII.** **Теоретически возможные иные формы существования биологических динамических систем. У них другой универсальный растворитель и другая возможная зона жизни, а, следовательно, зона обитаемости. Нельзя оценивать вероятность жизни на тех или иных экзопланетах с точки зрения земной биохимии (http://www.pravda.ru/science/planet/space/29-11-2011/1100087aqua \_planets-0/ ).**

Литература.

1. Бронштейн, В.А. Гипотезы о звездах и Вселенной. — М. : Изд–во «Наука», 1974. — 84 с.

2. Кораблева, Т.П. Развитие теории периодической системы во второй половине XX века /Т.П. Кораблева, Д.В. Корольков // Вестник Московского Университета. Химия 2002, том 43, № 2, с. 113–116

3. Кораблева, Т.П. Теория периодической системы : учебное пособие / Т.П. Кораблева, Д.В. Корольков. — СПб. : Издательство С.–Петербургского университета, 2005. — 174 с.

4. Соков, Л.А. Матрица! / Л.А. Соков // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем : сб. статей VIII Международной научной конференции. — Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2010. — (С. 7–19) 284 с.

5. Соков, Л.А. Происхождение жизни. Мультиматрица (from stardust to men) : монография. — Изд. 2–е /Л.А. Соков. — Челябинск : Изд-во «Челябинская государственная медицинская академия», 2012. — 412 с.

6. Тейлер, Р.Дж. Происхождение химических элементов : монография / Р.Дж. Тейлер ; перевод с англ. Н.Б. Егоровой ; под ред. Г.А. Лейкина. — М. : Мир, 1975. — 232 с.

7. Ферхуген, Дж., Тернер, Ф., Вейс, Л., Вархафтинг, К., Файф, У. ЗЕМЛЯ Введение в общую геологию : монография / Перевод с английского Ю.П. Алешко-Ожевского, Р. М. Минеевой, Г.Н. Мухитдинова, П.П. Смолина // Предисловие чл.-корр. А.Н Хаина. — М. : Издательство «Мир», 1974. — Т. 1–2 — 845 с.

8. Шкловский, И.С. Звезды, их рождение, жизнь и смерть : монография / И.С. Шкловский. — М. : Наука, 1975. — 368 с.

9. Щукарев, С.А. Неорганическая химия / С.А. Щукарев // Учебное пособие для хим. факультетов ун-тов. — М. : Высшая школа, 1970 (1974). — Т. 1. — 353 с.

Резюме. Представлена астробиологическая классификация экзопланет.

Summary. Presents astrogenetic and astrobiology classification of exoplanets.