# Основные черты открытых экзопланет и их систем

Николай Диянчук

Большинство экзопланет найдено астрономами около звезд по спектральному классу близких к солнечному. Преимущественно, это светила G-класса и поздних F-подклассов. Дело в том, что у звезд ранних F-подклассов более неспокойная фотосфера, что накладывает известные ограничения в применении метода лучевых скоростей, хотя совсем не доказывает отсутствия у них планет. А у звезд поздних К-подклассов спектр очень перенасыщен спектральными линиями, что тоже затрудняет идентификацию.

Ряд последних научных работ доказывает, что планеты могут формироваться около звезд любого типа, начиная от коричневых карликов и заканчивая нейтронными звездами, оставшимися после взрыва сверхновой. Просто выявить их всех пока что достаточно сложно.

Есть мнение, что более массивные звезды должны быть окружены большим количеством планетообразуещего материала, а, значит, они наверняка продуктивнее в планетном отношении, чем звезды менее массивные.

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.

По мере открытия все новых и новых экзопланет, а потом и целых экзопланетных семейств около одной и той же звезды, астрономы обретали все большую уверенность в широком распространении планетарных систем. Со временем наметилась хорошая закономерность: чем меньше масса экзопланеты, тем большее количество таких планет детектировалось учеными.

Конечно, наиболее легко обнаружить самые массивные внесолнечные тела массами с Юпитер и больше. Их и обнаруживали первыми. А потом находились планеты по массе ближе к Нептуну и, в последнее время, к Земле.

Поскольку, почти одновременно с открытием экзопланет астрономы обнаружили звездообразные объекты сверхмалой массы — коричневые или инфракрасные карлики — возникла необходимость провести четкую границу между звездами и планетами. Сейчас считается общепринятым, что планета — это объект, в котором за всю его историю реакции ядерного синтеза не происходили ни в каком виде. Как показывают расчеты, при формировании космических объектов, близких по химическому составу к солнцу, с массой более 13 масс Юпитера в конце этапа их гравитационного сжатия температура в центре достигает несколько миллионов градусов. Это приводит к возникновению термоядерной реакции с участием дейтерия — тяжелого изотопа водорода, наиболее легко вступающего в реакцию ядерного синтеза. Термоядерная реакция на основе дейтерия действует кратковременно и дает сравнительно мало энергии.

При меньших массах объектов ядерные реакции совсем не происходят. Поэтому массу в 13 масс Юпитера считают максимальной массой планеты. Объекты с массами 13-70 масс Юпитера — коричневыми карликами, еще более массивные тела — звездами. А вот по размерам коричневые карлики не больше Юпитера. Причем более массивные имеют меньшие размеры. Это, кстати, касается и самых тяжелых планет. Правда, если внешние слои разогреты светом близкой звезды, тогда размер планеты может увеличиваться. Продолжительность жизни инфракрасных карликов очень велика, не меньше миллиарда лет. Впервые коричневые карлики были найдены Д.Латамом еще в 1989 году около звезды HD 114762. Эти, темно-красные, медленно тлеющие объекты и сами могут иметь планеты или даже целые планетные системы.

Итак, верхний предел масс для планет находится на уровне 13 масс Юпитера. Нижний же придел в принципе пока не определен. Разве что нужно оглядываться на тот факт, что тела малой массы могут испытывать трудности с принятием сферической формы под действием собственно гравитации. Однако, как показали расчеты, предел этот достаточно низок и зависит от того, из какого материала состоит объект. Так, например, для железокаменных тел предел соответствует диаметру приблизительно 800 километров, а для ледяных объектов и того ниже.

Если бы астрономы пользовались понятием сферичности, то в число планет Солнечной системы нужно было принимать много так называемых малых планет и тем более не исключать Плутон. Так что ученым нужно еще много времени, чтобы придумать новую классификацию планет на основе собранного материала и первые попытки в этой области уже делаются (например, классификация планет по двум признакам — массе и уровне получаемой от родительской звезды инсоляции).

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.о. и периодом вращения не более 10 суток. Им свойственный, как правило, узкий предел масс (0.6-0.7 масс Юпитера). Приливные силы, очевидно, сильно замедлили или остановили осевое вращение и планета обращена к звезде одной стороной. Угловые размеры родительского светила с поверхности таких миров могут достигать 4-24 градусов (для сравнения, у солнца 0.5). Так что температура на освещенной стороне доходит до тысячи градусов и более, в то время как на ночной царит холод.

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.о. и выше, с периодом обращения от 30 суток — до несколько десятков и более лет. Орбиты дальних планет в основном образуют вытянутый эллипс, то есть имеют значительный эксцентриситет, вплоть до 0.9. Этим орбитальным свойством они больше похожи на кометы Солнечной системы. Соответственно температурный режим у них более холодный со значительным колебанием на протяжении года.

Обнаружение планет по массам подобных Земли, еще является значительной проблемой. Но уже в ближайшем будущем готовятся миссии по выведению на орбиту космических аппаратов с высокой чувствительностью оборудования, на которые возлагаются программы по обследованию сотен тысяч звезд и обнаружению планетных тел соразмерных нашей. Нам же остается надеяться, что таких планет много, а значить есть значительные шансы для существования жизни, похожей на земную.