

НЕВОЗМОЖНО ПЛАНЕТА

Открытие гигантской планеты, вращающейся вокруг карликовой звезды, ставит под сомнение все наши представления о том, как образуются планеты.

► Матье Лефрансуа

Когда астрономы открыли очередную **экзопланету**, ничто не предвещало сенсации. За 25 лет (а первая планета за пределами нашей Солнечной системы была зарегистрирована в 1995 году) их уже набралось более четырех тысяч, то есть каждый месяц список пополняется в среднем на девять штук! Почему же тогда новая экзопланета под номером GJ 3512b вызвала среди ученых такой переполох? Да потому, что если исходить из классической астрофизической модели, такой планеты просто не должно быть! До сих пор считалось, что все планеты формируются по одному и тому же принципу, хорошо известному по нашей Солнечной системе. И вдруг появляется какая-то выскочка, которая опрокидывает все устоявшиеся законы: неожиданно выясняется, что во Вселенной существует не один способ возникновения планет, а по крайней мере два! Весь этот сыр-бор разгорелся из-за ничем не примечательной звездочки GJ 3512, расположенной в созвездии Большой Медведицы

в 30 **световых годах** от Земли. Эту звезду, в соответствии с ее размерами и цветом, отнесли к красным карликам: она в десять раз меньше и легче Солнца. Но когда астрофизики испанской обсерватории Калар-Альто решили получше рассмотреть ее, их ждала неожиданность...

**СЛИШКОМ ДАЛЕКО
ДЛЯ НАУЧНО-
КОСМИЧЕСКИХ
ЗОНДОВ...**

МИНИ- ЗАТМЕНИЯ

Поскольку послать космический зонд к столь далеким небесным телам мы не в состоянии, нам приходится изучать их по свету,

который они испускают. И кстати, именно благодаря этому свету мы узнаем о существовании экзопланет, ведь, в отличие от сияющих звезд, планеты света не излучают. И как же тогда их находят? По тому, как ведет себя звезда, ведь если у нее есть планеты, они будут оказывать на нее воздействие.

Самый простой способ – наблюдать за яркостью звезды: если летящая по своей орбите планета слегка заслонит ее, мы увидим, что яркость звезды снизилась. К сожалению, у этого метода есть ►►

ЯННА

ТЕРМИНАЛ

Экзопланета — планета, вращающаяся вокруг любой другой звезды, кроме Солнца. Для обозначения экзопланет астрономы используют название их звезды, сопровождая его буквой (в алфавитном порядке, начиная с b, по мере удаления от светила). Следовательно, GJ 3512b — ближайшая планета к звезде GJ 3512.

ТЕРМИНАЛ

Световой год — расстояние, которое свет проходит за год, т. е. около 9 500 миллиардов километров.

ТЕРМИНАЛ

Лучевая скорость – скорость, с которой небесный объект приближается к Земле или удаляется от нее.

ТЕРМИНАЛ

Теллурическая планета (в том числе и Земля) состоит в основном из горных пород и металлов.

ТЕРМИНАЛ

Протопланетный диск – газопылевое облако вокруг звезды. Из его материи образуются планеты, подобные Земле.

ТЕРМИНАЛ

Астрономическая единица (а.е.) соответствует расстоянию между Землей и Солнцем, то есть примерно равна 150 миллионам километров.

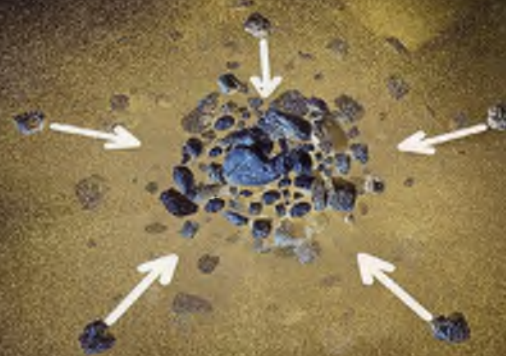
» существенный недостаток: планета должна непременно проходить между звездой и нами, то есть Землей. Поэтому астрономы, наблюдавшие за GJ 3512, использовали другой метод, основанный на измерении **лучевых скоростей**. С помощью данного метода удалось обнаружить 20% всех экзопланет, так что это вполне эффективное оружие охотников за далекими космическими объектами. Суть метода заключается в том, чтобы фиксировать даже самые минимальные движения звезды в сторону Земли или от нее, вызванные гравитацией близлежащей планеты.

ВЗАИМНЫЕ ПРИТЯЖЕНИЯ

Даже если масса планеты совсем невелика, она, тем не менее, обладает притяжением, которое способно чуть-чуть повлиять на звезду, вокруг которой она вращается. Если же планета массивна, да к тому же расположена рядом со звездой, то притяжение планеты сместит звезду настолько, что это будет хорошо заметно астрономам. Кстати, в нашей Солнечной системе примером такого влияния служит Юпитер: облетая вокруг Солнца, он изменяет лучевую скорость Солнца на 47 км/ч.

После двух лет наблюдений за тем, как смещается звезда GJ 3512, исследователи пришли к однозначному выводу: вокруг нее кружится планета. И даже составили ее приблизительный портрет: масса не менее половины Юпитера (то есть в 150 раз больше земной!), а значит, по всем статьям экзопланету GJ 3512b следует причислить к категории гигантов. Однако если Юпитер облетает Солнце за 12 лет, то экзопланете, чтобы совершить оборот вокруг своей звезды, требуется лишь семь месяцев. Всё дело в том, что путь у нее намного короче: она располагается столь же близко к своей звезде GJ 3512, как Меркурий к Солнцу (см. схему справа).

АККРЕЦИЯ ПЛАНЕТ



1 Песчинки притягиваются друг к другу, образуя, подобно снежному кому, всё более и более крупные блоки. В результате получается твердое ядро.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ЗАГАДКА

Тут и пришла пора ученым призадуматься.

Они всегда полагали, что столь гигантских планет на таком близком расстоянии от звезды нет и быть не может. Почему? Да просто перед глазами астрономов стоял пример Солнечной системы, и им казалось, что вся Вселенная устроена по аналогич-

ному правилу: рядом со звездой располагаются малые **теллурические планеты**, а затем поодаль газовые гиганты. Однако чем больше

НАША СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА НЕ ЯВЛЯЕТСЯ НОРМОЙ.

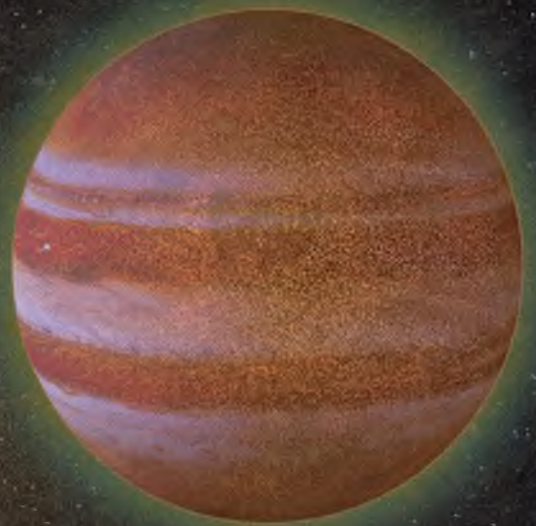
НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ЭКЗОПЛАНЕТУ

В прошлом году швейцарские исследователи Мишель Майор и Дидье Келоз получили Нобелевскую премию за обнаружение в 1995 году первой экзопланеты. Сделанное ими открытие заставило

ученых того времени выявить механизм, объясняющий, как такой газовый гигант, как Юпитер, мог оказаться в сравнительной близости от звезды (и не красного карлика, а огромного Солнца). Сейчас

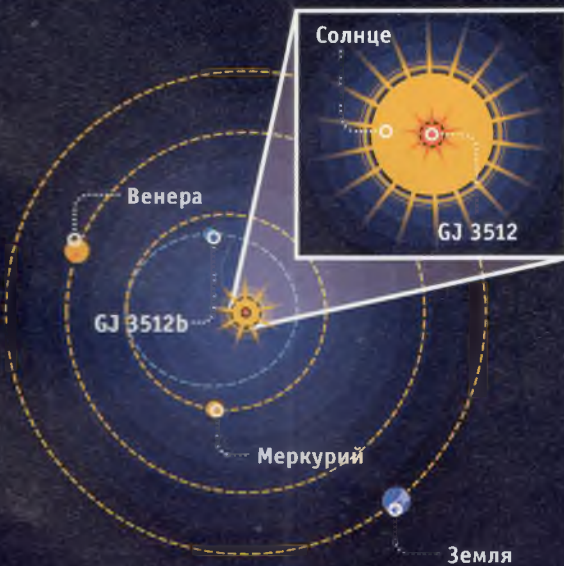
GJ 3512b вновь внес сумятицу в наши представления о формировании планет. Именно так и движется вперед наука: пересматривая одни и те же вопросы, чтобы лучше понять, как устроен наш мир.

3 После того как оставшиеся газы рассеются в космическом пространстве, экзопланета стабилизируется, приобретая окончательный вид.



2 Когда это твердое ядро достигает достаточной массы (примерно в 10 раз большей, чем масса Земли), ее гравитационное притяжение становится способным притягивать к себе и удерживать газы протопланетного диска.

СРАВНЕНИЕ С НАШЕЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМОЙ



Звезда GJ 3512 – красный карлик, радиус которого составляет всего лишь 14% от радиуса Солнца. Расстояние между ней и орбитой экзопланеты GJ 3512b (показана синей пунктирной линией на схе-

ме) колеблется от 0,2 до 0,5 астрономической единицы. Для сравнения: орбита Меркурия удалена от Солнца на 0,3-0,5 а.е., Венеры – на 0,7, а Земля удалена от Солнца на 1 а.е.

насчитывалось экзопланет, тем яснее становилось, что Солнечная система отнюдь не норма. На галактических просторах уже отыскался «Сатурн» с двумя солнцами и вереница из семи планет, подобных Земле, на маленьком пятячке неподалеку от звезды...

Короче говоря, характеристики планеты GJ 3512b абсолютно несовместимы с традиционной моделью формирования планет. Ученые знают, что звезды рождаются в результате гравитационного коллапса, то есть быстрого сжатия огромного газового облака. А вся неиспользованная материя образует вокруг звезды **протопланетный диск**, состоящий из газа (в основном водорода и гелия) и пыли (элементов углерода, кислорода, железа). Эти газ и пыль, как своеобразные элементы конструктора «Lego», идут на образование планет.

Согласно классическому процессу планетообразования, именуемому аккрецией (см. схему слева), отдельные частицы газа и пыли притягиваются друг к другу, соединяясь во всё более и более крупные «кирпичики», из которых в конце концов и формируется ядро планеты. Вблизи звезды, где температура высока, твердых элементов не много, поэтому здесь образуются лишь небольшие ядра, дающие жизнь не крупным скалистым планетам типа Земли. Чем дальше от Солнца, тем больше твердой материи и тем крупнее образующиеся там планетные ядра.

После того как масса ядра будущей планеты достигнет определенного значения, ядро начнет притягивать к себе находящийся поблизости газ. Так и возникают газовые гиганты, такие, как, например, Юпитер или герой нашего рассказа планета GJ 3512b. Разумеется, подобный процесс тянется очень долго – несколько миллионов лет. Но затем прекращается, потому что излучение звезды выталкивает весь незахваченный планетами газ в открытый космос.

А теперь – внимание! Звезда GJ 3512 – красный карлик, то есть ее размеры и масса не велики. Ученые знают: чем меньше масса звезды,

ТЕРМИНАЛ

Согласно **эффекту Доплера** (австрийские и французские ученые описали его в XIX веке), как звуковая, так и световая волна воспринимаются по-разному в зависимости от того, приближается или отдаляется ее источник.

ТЕРМИНАЛ

Свет распространяется в виде волн. Любая волна, в том числе и энергетическая, характеризуется **длиной** – это расстояние между двумя соседними вершинами (высшая точка) или подошвами (низшая точка) волны. Каждый цвет видимого света обладает собственной длиной волны.

►► тем меньше и материи в ее протопланетном диске, и значит, тем быстрее вещество диска будет рассеяно в космосе. Астрономы крутили ситуацию и так и эдак, но им не удавалось объяснить такую нестыковку: звезда GJ 3512 слишком мала, чтобы рядом с ней мог родиться газовый гигант. Ведь за тот срок, пока вокруг звезды существовал протопланетный диск, планета GJ 3512b просто не смогла бы набрать достаточно элементов, чтобы достичь своей массы. Более того, исследователи полагают, что имеются признаки присутствия второй, гораздо более отдаленной экзопланеты, которая также должна была черпать строительный материал из протопланетного диска. Но где красный карлик мог взять столько материи, необходимой для порождения двух газовых гигантов? Чтобы объяснить существование GJ 3512b, астрономам пришлось достать из пыльного научного сундука бытовавшую некогда модель формирования планет, основанную на гравитационной неустойчивости (см. схему справа). Благо старая теория допускала ускоренное развитие планет-гигантов – не в два этапа

ПЛАНЕТО-ОБРАЗОВАНИЕ И ГРАВИТАЦИОННАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ

1 Пыль и газ распределяются в протопланетном диске неравномерно. В отдельных местах материя может скапливаться в большем количестве.

МЕТОД ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ

Звезда без экзопланеты



Наверняка ты не раз замечал: когда мимо проезжает скорая помощь с включенной сиреной, при ее приближении звук кажется более высоким, а при удалении – более низким. Это явление называется эффектом Доплера. Какое отношение оно имеет к поиску экзопланет? Самое прямое! Дело в том, что эффект Доплера, действительный и для световых волн, положен в основу метода лучевых

Звезда приближается к нам...

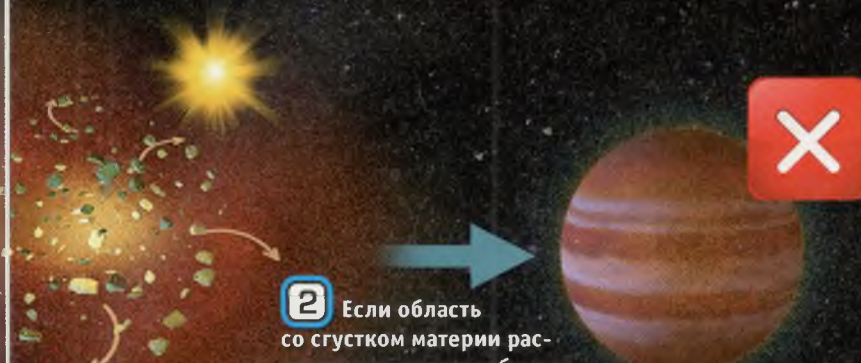


скоростей. Звезда притягивает к себе экзопланету, но не менее верно и обратное: экзопланета притягивает к себе звезду. Поэтому звезда не остается неподвижной **1**, а описывает короткую траекторию, «зеркальную» по отношению к движению планеты. Наблюдателю с Земли кажется, что звезда то приближается к нам **2**, то удаляется **3**, а это, как и в случае с машиной


Звезда удаляется...



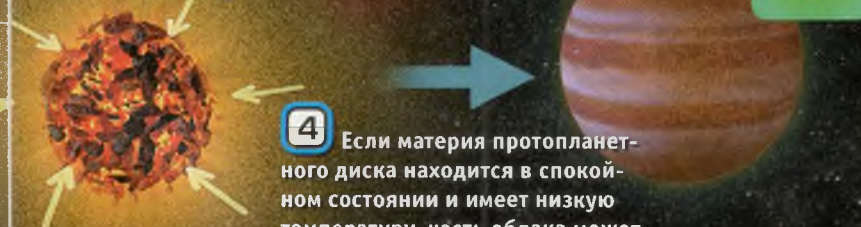
скорой помощи, изменяет «длину волны». И, соответственно, свет звезды нам представляется то голубоватым (для звука – более высоким), то красноватым (более низким). Лучевая скорость звезды напрямую связана с величиной ее смещения. Чем крупнее планета и чем ближе она расположена к звезде, тем сильнее она будет менять ее траекторию, облегчая тем самым свое обнаружение.




2 Если область со сгустком материи расположена слишком близко к звезде или звезда очень горячая, газы диска будут нагреваться и расширяться, рассеивая материю, а не концентрируя: планета не сформируется.



3 Если вращение около звездного протопланетного диска слишком быстрое (что чаще всего происходит вблизи звезды, особенно если она массивная), то скопления пыли и газа быстро рассеиваются, а сгустки материи растягиваются, дробятся и исчезают. Еще одна неудачная попытка создать планету!



4 Если материя протопланетного диска находится в спокойном состоянии и имеет низкую температуру, часть облака может сжаться, соединив пыль и газ в единое целое.



5 Когда возникший сгусток материи охладится, он примет окончательную сферическую форму. С днем рождения, экзопланета!

(сначала – ядро, а потом – газовая оболочка), а при одновременном соединении газа и пыли! Суть этой устаревшей теории заключается в следующем. Материя протопланетного диска больше напоминает бурлящую вязкую жидкость, нежели спокойные воды реки. Газ и пыль в ней находятся в хаотичном движении, а где беспорядок, там и трение, неравномерное распределение материи и спонтанное образование более плот-

**В ПЛАНЕТАРНОМ
ТЕСТЕ ТОЖЕ
БЫВАЮТ
КОМОЧКИ!**

ных участков. Под действием гравитации в местах возникновения таких уплотнений могут появиться комки, как это бывает в плохо размешанном тесте для блинов. Так появляется «зародыш» планеты, из которого спустя несколько десятков тысяч лет образуется вполне полноценная планета. Почему же ученые отнесли эту теорию в разряд устаревших? Во-первых, звезда нагревает газы протопланетного облака, и они, разумеется, начинают расширяться, для образования же тех самых комков материи нужно не расширение, а, наоборот, сжатие. Во-вторых, вращение облака вокруг звезды неизбежно растягивает комки, так что они могут исчезнуть раньше, чем успеют сформироваться планеты.

Впрочем, все эти соображения не касаются красного карлика. Учитывая, что он уступает в мощности Солнцу, его протопланетный диск, очевидно, был более холодным и менее беспокойным.

А раз так, то можно предположить, что в начальный период существования звезды, при еще обширном газовом облаке, вполне мог образоваться тот самый «комочек в тесте», который не растянулся, не исчез, а стал ядром будущей планеты GJ 3512b. И поскольку она находилась на значительном удалении от звезды – в десятки раз дальше, чем Земля от Солнца, – окружающая температура была достаточно низкой, чтобы избежать губительного расширения газов.

КОСМИЧЕСКИЙ БИЛЬЯРД

Что за ерунда – наверняка засомневался внимательный читатель. Если экзопланета образовалась так далеко от звезды, то почему, как было сказано выше, она сейчас чуть ли не липнет к ней? По мнению ученых, такое сближение произошло из-за другой сформировавшейся рядом планеты. И в этой партии космического бильярда наш гигант оказался на нынешнем месте, а другой «шар» улетел за пределы звездной системы! И если описанный сценарий верен, то планета GJ 3512b может сильно отличаться от классических газовых гигантов. Состав ее атмосферы,

возможно, напоминает не планетный, а звездный, и не столь богат тяжелыми элементами. Еще вопрос, есть ли у нее вообще твердое ядро! И если так, то ученые сделали удивительное открытие: обнаружили новый тип планет, совсем не похожий

на тот, что мы видим на примере нашей Солнечной системы... Похоже, экзопланеты готовят нам еще немало сюрпризов!