

АСТРОНОМИЯ

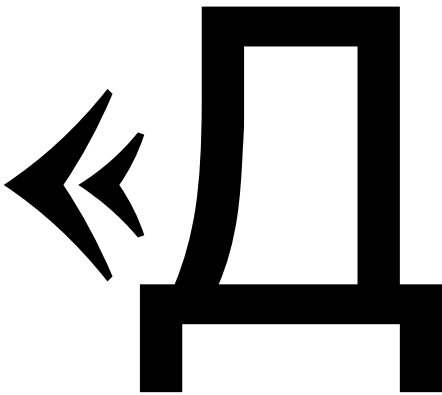
Не совсем звезды

Коричневые карлики располагаются где-то
посередине между звездами и планетами
и поэтому способны помочь нам разгадать
загадки и тех и других

Кейтлин Аллерс

ОБ АВТОРЕ

Кейтлин Аллерс (Katelyn Allers) — астроном, область исследований которой — звезды малой массы и коричневые карлики. До недавнего времени была профессором Бакнеллского университета. В настоящее время выпускает цифровые обучающие материалы в компании Northwest Registered Agent.



ыши, дыши», — повторяла я про себя, как мантру. На высоте 5,6 тыс. м мой организм жаждал кислорода, и мне пришлось сосредоточиться на том, чтобы доставить в легкие достаточно воздуха. Я находилась на вершине Серро-Токо, стратовулкана, с которого открывается вид на чилийское плато Чахнантор, где сегодня расположилась Атакамская большая антенная решетка миллиметрового/субмиллиметрового диапазона — один из ведущих в мире радиотелескопов. Разреженный воздух и бесплодная красная поверхность горы создавали впечатление, что я на Марсе. Мы с коллегами изучали атмосферные условия на Серро-Токо. Если бы они оказались достаточно хорошими, можно было бы обосновать строительство обсерватории на столь отдаленной высокогорной площадке, даже учитывая значительные связанные с этим технические проблемы.

Атмосфера Земли — серьезная помеха для астрономов, а облака и подавно расстраивают наблюдателей. Атмосферная турбулентность «размазывает» свет от звезды, и, когда звезды видны вблизи горизонта, нам кажется, что они «танцуют» и мерцают. Содержащиеся в атмосфере молекулы, такие как водяной пар и углекислый газ, поглощают излучение звезды, особенно инфракрасное. Поскольку больше половины воздуха атмосферы Земли находится ниже вершины Серро-Токо (момент, на который неоднократно обращали внимание мои пылающие легкие), мы надеялись, что с помощью специального инфракрасного телескопа наверху можно будет сделать множество новых потрясающих открытий.

Жажда приключений, приведшая меня к этой вершине, зажгла искру и моего увлечения инфракрасной астрономией — областью, в которой ученые исследуют космос в свете, слишком красном для человеческого глаза. Инфракрасное излучение большей частью исходит от самых тусклых и самых далеких

из наблюдаемых нами объектов. Один из классов объектов, лучше всего заметных в инфракрасном диапазоне, — коричневые карлики. В начале 2000-х гг., когда я училась в аспирантуре, они были только что обнаружены и принесли с собой много удивительных загадок. Я была очарована этими поразительными небесными телами, которые в астрономической классификации занимают промежуточное положение между звездами и планетами. Мне было любопытно, где и как они образовались и на что похожи. В ходе своих исследований я узнала, что коричневые карлики не только интересны сами по себе, но и служат важным мостом к нашему пониманию как планет, так и звезд, поскольку их температуры и массы занимают промежуточное положение в этом ряду небесных тел. Сейчас я и другие астрономы, занимающиеся изучением коричневых карликов, работаем в одной из самых перспективных областей исследований — еще много коричневых карликов ожидают своего обнаружения, при этом, чтобы раскрыть новые

детали физических процессов, идущих в этих объектах, мы можем опираться на богатство материалов предыдущих исследований. У нас наконец-то появились приборы для изучения, например, атмосферы коричневых карликов, дующих на них ветров и скорости их вращения, а также для того, чтобы попытаться выявить, есть ли у них собственные планеты.

Промежуточные объекты

Большинство звезд получают энергию за счет реакции синтеза, превращающей водород в гелий, — удивительно стабильного процесса, благодаря которому горение звезды происходит при одинаковой температуре и светимости в течение миллиардов лет. Но если формирующаяся звезда не достигает достаточно высокой температуры или давления, чтобы поддерживать синтез водорода, рождается коричневый карлик, чья максимальная масса составляет 8% от массы нашего Солнца, то есть примерно в 80 раз больше массы Юпитера.

Недавние исследования показывают, что коричневые карлики распространены почти так же, как и звезды, они есть повсюду. Коричневые карлики обнаружены в звездных яслях вместе с молодыми протозвездами. Они найдены в двойных системах в паре с белыми карликами, где избежали опасности поглощения красным гигантом — предшествующей формой белого карлика. (Наше Солнце, желтый карлик, однажды превратится в раздувшийся красный гигант, а после того как тот умрет, станет белым карликом.) Некоторые из соседних с нашим Солнцем звездных систем — коричневые карлики, это третья и четвертая ближайšie к нам звездные системы, находящиеся соответственно на расстоянии 6,5 и 7,3 светового года (а самые близкие — это Альфа Кентавра и звезда Барнарда). И все же, несмотря на вездесущность коричневых карликов, большинство людей никогда о них не слышали.

Хотя в недрах коричневых карликов термоядерная реакция синтеза не идет, они светятся — излучают в инфракрасной области благодаря теплу внутри них. Сначала они относительно горячие (около 3 тыс. градусов Кельвина), а в течение последующих миллиардов лет остывают и меркнут. Коричневые карлики не умирают, они уходят в вечность, остывшая и все больше тускнея. Самый холодный из известных коричневых карликов показывает температуру ниже точки замерзания воды. Поскольку они настолько холодны, большая часть испускаемого ими излучения лежит в инфракрасной области. Они слишком тусклые, чтобы невооруженным глазом можно было разглядеть их на нашем ночном небе, но, если бы

мы могли взглянуть на них вблизи, они, вероятно, имели бы тусклый оранжево-красный или пурпурный оттенок.

За более чем два десятилетия, прошедшие с тех пор, как астрономы начали изучать коричневые карлики, сложилась достаточно четкая картина их основных характеристик. Как и наше Солнце, коричневые карлики почти полностью состоят из водорода. Однако температура в верхних слоях их атмосферы довольно низкая, поэтому могут образовываться различные молекулы. Признаки водяного пара наблюдаются почти у всех коричневых карликов. По мере дальнейшего охлаждения химический состав их атмосферы изменяется и начинают преобладать другие молекулы и облака. Эволюция атмосферы коричневого карлика зависит от его массы и возраста. Представьте, например, коричневый карлик, масса которого в 40 раз больше массы Юпитера. В течение первых 100 млн лет состав его атмосферы схож с составом атмосферы красного карлика, в которой присутствуют окись титана и закись углерода. В промежутке между 100 и 500 млн лет атмосфера остынет и образуются пылевые облака из таких минералов, как энстатит и кварц. Спустя примерно миллиард лет после этого облака распадутся и оседут, а преобладающим типом молекул в верхних слоях атмосферы станет метан. Самый холодный из известных коричневых карликов демонстрирует свидетельства присутствия в его атмосфере облаков из кристаллов воды, а также водяного пара и метана. Мы полагаем, что его атмосфера содержит значительное количество аммиака, подобно тому, что мы наблюдаем на Юпитере.

Однако за исключением перечисленных свойств мы еще мало что знаем о коричневых карликах. Загадочная природа этих небесных тел породила ряд ярких идей. Например, одно время коричневые карлики считались возможным резервуаром темной материи, хотя от этой идеи быстро отказались, когда стало ясно, что коричневые карлики излучают свет (то есть они не темные) и что их вклад в общую массу нашей Галактики не очень велик. А недавно ученые предположили, что в прохладных верхних областях атмосферы коричневых карликов может зародиться жизнь, — идею, которую эксперты по коричневому карликам быстро похоронили, потому что динамика атмосферы такова, что любая форма жизни перемещалась бы в ее более глубокие слои — а они горячие и непригодны для жизни.

А еще раньше, в 1995 г., родился миф о «катаклизме Нибиру»: липовое пророчество, предрекавшее неминуемую катастрофу от столкновения Земли с коричневым карликом. Астрономы

Путеводитель по коричневым карликам

Разбросанные по всему космосу коричневые карлики — это тусклые и компактные объекты, отчасти похожие на звезды, отчасти на планеты. С массой как минимум в 13 раз больше Юпитера, но менее 80 Юпитеров, они занимают свою собственную нишу. Новое исследование процессов их формирования, их атмосферы и многого другого помогает пролить свет на эти странные, занимающие промежуточное положение небесные тела.

СОЛНЦЕ, ЖЕЛТЫЙ КАРЛИК

Радиус: 696 тыс. км
Масса: 1050 масс Юпитера

ПРОКСИМА КЕНТАВРА, КРАСНЫЙ КАРЛИК

Радиус: 107 тыс. км
Масса: 130 масс Юпитера

PSO J318.5-22, КОРИЧНЕВЫЙ КАРЛИК

(спектральный класс L)
Радиус: 105 тыс. км
Масса: 8,3 массы Юпитера

WISE 0855, КОРИЧНЕВЫЙ КАРЛИК

(спектральный класс Y)
Радиус: 72 тыс. км
Масса: 3–10 масс Юпитера

ЮПИТЕР ПЛАНЕТА — ГАЗОВЫЙ ГИГАНТ

Радиус: 71,5 тыс. км

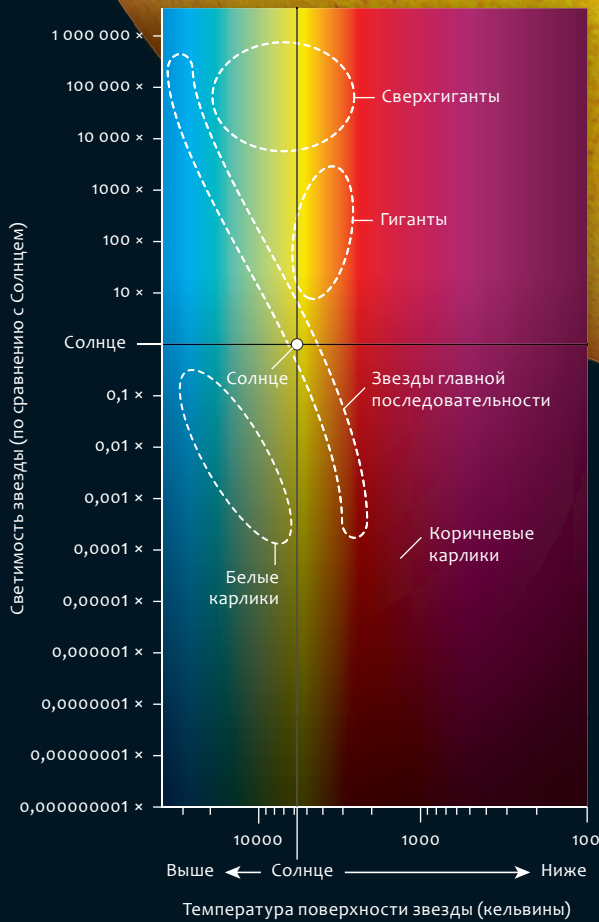


Диаграмма Герцшпрунга — Рассела

Этот график зависимости светимости от температуры звезды, называемый диаграммой Герцшпрунга — Рассела, применяется как классический инструмент астрономов для характеристики классов звезд. Справа внизу коричневые карлики, которые представляют более холодную и тусклую категорию, чем любой другой из показанных типов звезд.

ВНУТРЕННИЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

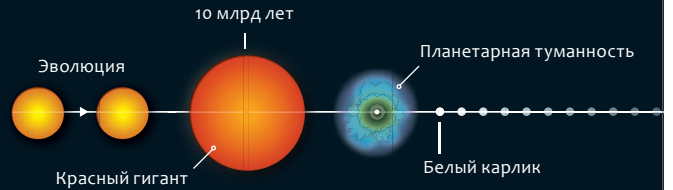
Звезды получают энергию за счет водородного синтеза, однако коричневые карлики слишком малы, чтобы поддерживать этот процесс. Вместо этого они светятся за счет остатков тепла, выделившегося при их образовании. Такие планеты, как Юпитер, в дополнение к излучению за счет собственного тепла отражают излучение своей родительской звезды.

АТМОСФЕРА

У звезд, планет и коричневых карликов свои собственные особенности атмосферы. Недавно ученые выяснили, что коричневый карлик проходит несколько стадий. Сначала его атмосфера напоминает атмосферу красного карлика. По мере того как он стареет и остывает, могут образовываться облака из минералов, а позднее в течение его жизни эти облака тонут и верхние слои его атмосферы становятся похожими на атмосферу газового гиганта.

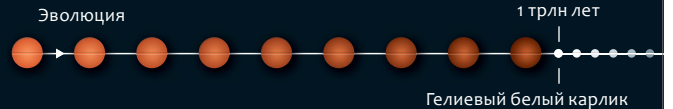
ЖЕЛТЫЙ КАРЛИК (ЗВЕЗДА)

Наше Солнце — один из желтых карликов. Эти звезды превращают водород в гелий в течение примерно 10 млрд лет, пока большая часть водорода не закончится. Затем они раздуваются в более крупные и более красные звезды — красные гиганты, которые превращают гелий в углерод и другие более тяжелые элементы. В конце концов у них заканчивается топливо для ядерного синтеза и они сбрасывают свои внешние газовые слои, образуя сияющие планетарные туманности, в то время как их ядра схлопываются в плотные и горячие белые карлики.



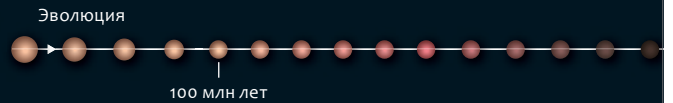
КРАСНЫЙ КАРЛИК (ЗВЕЗДА)

Самый распространенный на сегодня тип звезд в Млечном Пути — красные карлики. Они тусклее и холоднее, чем звезды, подобные Солнцу. Они тоже превращают водород в гелий, но стареют гораздо медленнее, чем желтые карлики, и могут прожить триллион лет, прежде чем закончится водород. Когда в конце концов они все же исчерпают свое топливо, они тоже становятся белыми карликами.



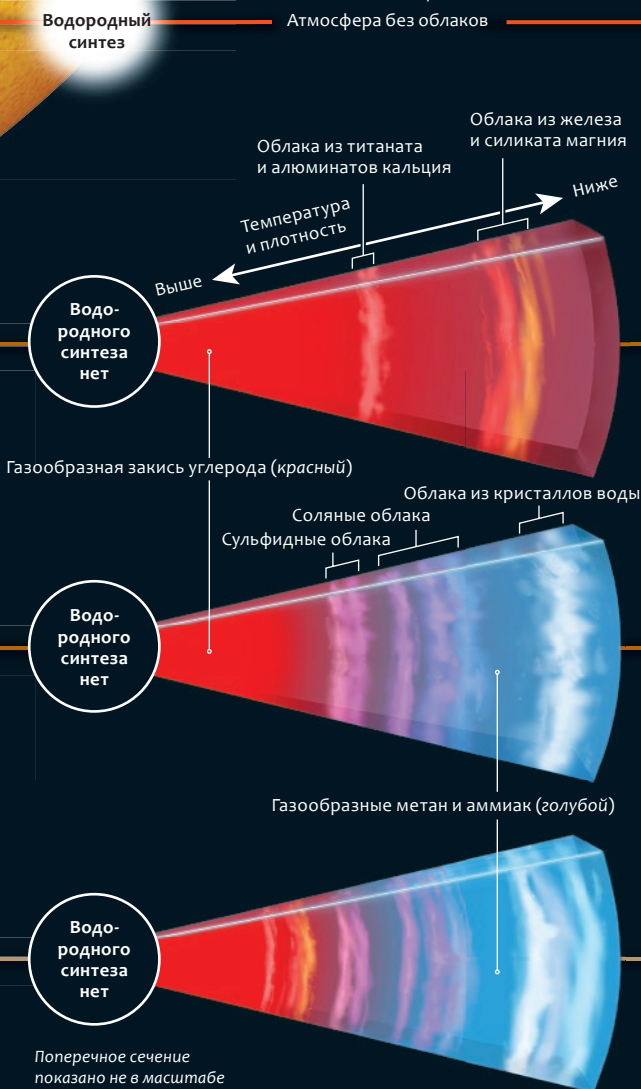
КОРИЧНЕВЫЙ КАРЛИК

Эти небесные тела — не звезды, потому что их масса слишком мала, чтобы создать давление, достаточное для протекания ядерного синтеза. Они сияют остатками тепла, возникшего при рождении, и со временем постепенно остывают и тускнеют. Они никогда не умрут и не превратятся в тела другого типа, а просто будут становиться все холоднее и темнее.



ГАЗОВЫЙ ГИГАНТ (ПЛАНЕТА)

В отличие от звезд и коричневых карликов, которые формируются в результате конденсации газового облака, планеты вырастают вблизи недавно родившейся звезды из остатков вещества, образовавших вокруг нее протопланетный диск. Газовые гиганты Юпитер и Сатурн — самые большие планеты Солнечной системы и состоят в основном из водорода и гелия. Как и у коричневых карликов, в ядрах газовых гигантов ядерный синтез не протекает.



были бы очень рады увидеть коричневый карлик вблизи, но никаких научных доказательств, подтверждающих такого рода сценарий конца света, не существует, а коричневый карлик был бы замечен за сотни или даже тысячи лет до любой близкой встречи.

Первые коричневые карлики

Существование коричневых карликов ученые предсказали в 1960-х гг., основываясь на том, что было известно о механизмах формирования звезд и планет. Небесные тела этой промежуточной категории, по всей видимости, должны были существовать, но на небе таких объектов астрономы не находили. Просто оказалось, что коричневые карлики очень и очень тусклые и основная часть их излучения лежит в инфракрасной области. А инфракрасная техника делала лишь свои первые шаги и еще не была готова для решения этой задачи. И вот наступил 1995 г., очень значимый для астрономии. В тот год астрономы Мишель Майор (Michel Mayor) и Дидье Кело (Didier Queloz) обнаружили 51 Пегас *b*, первую экзопланету, обращающуюся вокруг обычной звезды. Что еще важнее, по крайней мере для автора этой статьи, — тогда же были открыты первые коричневые карлики.

Тейде 1 был обнаружен в известном звездном скоплении Плеяды. Астрономы Рафаэль Лопес (Rafael Rebolo López), Мария Роса Сапатеро-Осорио (María Rosa Zapatero-Osorio) и Эдуардо Мартин (Eduardo L. Martín) впервые заметили его на фотоснимках с 0,80-метрового телескопа обсерватории Тейде на Канарских островах. Объект был молодым и еще слегка светился благодаря теплу, возникшему при его рождении. Открывшие коричневый карлик ученые наблюдали в его атмосфере следы нескольких молекул, в том числе лития. Звезды обычно сжигают литий сразу же, как только рождаются, а значит, это важное открытие доказывало, что ядерный синтез там не идет. Они опубликовали свои результаты в сентябре 1995 г.

Спустя два месяца астрономы объявили об открытии второго коричневого карлика — Глизе 229 *B*, спутника другой звезды. Группа астрономов из Калифорнийского технологического института и Университета Джонса Хопкинса впервые увидела объект на инфракрасном изображении с телескопа Паломарской обсерватории. Они сразу же поняли, что он странен. Объект был необычного цвета, и в его атмосфере присутствовали признаки метана. Для присутствия метана его атмосфера должна быть очень холодной, поскольку молекула с высокой реакционной способностью и при более высоких температурах обычно превращается в закись углерода. Более поздние

наблюдения показали, что коричневый карлик обладает примерно таким же размером, как Юпитер, диаметром около 129 тыс. км, но намного плотнее — его масса в 70 раз больше.

В 2000 г., когда я поступила в аспирантуру, было известно уже больше коричневых карликов, хотя и не так много. Я была занята созданием инфракрасных приборов, и мне нужен был объект для исследований. Мой научный руководитель занимался изучением формирования звезд, поэтому я решила искать коричневые карлики в областях звездообразования. В ходе работы над своей диссертацией я обнаружила большое количество коричневых карликов, в том числе несколько самых первых из тех, у которых масса близка к массе планет. В то время мы не имели представления о том, как эти штуковины образовались, и не знали, существует ли нижний порог их массы, но начали находить все более мелкие объекты.

В общей сложности моя диссертация содержала данные менее чем о 20 вновь открытых коричневых карликах, но это было значительным вкладом в их общее число. С тех пор с помощью новых приборов было найдено гораздо больше. Основной вклад внесли программа 2MASS (2 Micron All Sky Survey), работа по картографированию звездного неба в излучении с длиной волны 2 мкм, проведенная в начале 2000-х гг., и космический телескоп WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer, Широкоугольный инфракрасный обзорный телескоп), запущенный в 2009 г. На сегодня общее число обнаруженных коричневых карликов — около 3 тыс. Однако еще не открытых значительно больше: оценки говорят о 25–100 млрд коричневых карликов в Млечном Пути.

Сценарии формирования

Коричневые карлики как продукт звездообразования наименьшей массы предоставляют астрономам уникальный шанс углубить наше понимание основных этапов рождения звезд и планет. Звезды образуются в скоплениях газа (в основном молекулярного водорода) и пыли, известных как молекулярные облака. Если масса молекулярного облака достаточно велика, силы гравитации могут превозмошь давление газа и заставить облако сжиматься, или, как говорят, коллапсировать, в звезду. Во время коллапса любое небольшое вращательное движение в облаке усиливается, подобно тому как фигурист, прижимая руки к туловищу, начинает вращаться быстрее. Это вращение вещества облака приводит к образованию околосредного диска, окружающего зарождающуюся звезду, который затем становится местом формирования планет.

Когда коричневые карлики только лишь были обнаружены, астрономы предположили, что, возможно, они образовались в ходе процесса, аналогичного процессу формирования звезд, но были озадачены тем, как гравитации такой малой массы удалось преодолеть давление газа и вызвать коллапс. При написании этой статьи я просмотрела некоторые из старых предложений грантов и времени на телескопах, сделанные в самом начале моей карьеры, целью большинства из которых было прояснение механизма образования коричневых карликов. В то время существовало несколько конкурирующих идей. Некоторые теории предполагали нарушение процесса формирования звезды до того, как она окончательно нарастит свою массу. Может быть, что-то физически удалило коричневый карлик из его естественного окружения или выжгло молекулярное облако, оставив лишь карликовую звезду?

Другие гипотезы основывались на уменьшенной версии звездообразования или увеличенного масштаба версии образования планет. Это прекрасный пример использования множества возможных теорий для получения четких и поддающихся проверке результатов расчета. Когда мы обнаружили повсеместное присутствие вокруг коричневых карликов околозвездных дисков, определили распределение масс звезд и коричневых карликов в условиях различного окружения и вычислили орбиты коричневых карликов в двойных системах, стало ясно, что большинство коричневых карликов, по-видимому, сформировались как звезды более мелкого масштаба — из меньшего резервуара газа. А факт, что у коричневых карликов образуются околозвездные диски, повышает вероятность того, что у них есть планеты. Хотя мы никогда не видели ни одной из них наверняка, весьма вероятно, что планеты формируются в этих дисках, как и около звезд. Ученые надеются, что в ближайшие годы мы наконец получим надежное подтверждение того, что вокруг коричневых карликов обращаются планеты.

Недавно ученые обнаружили отдельные коричневые карлики с массами как у планет-гигантов (примерно в 13 раз больше массы Юпитера), что снова подняло вопрос, как они могли образоваться. Могли ли некоторые из этих коричневых карликов планетной массы возникнуть в околозвездных дисках более массивных звезд — другими словами, сформироваться точно так же, как планеты?

Чтобы проверить механизм образования планетоподобных объектов, мы с коллегами предложили провести наблюдения с помощью космического телескопа «Хаббл». Поскольку

«Хаббл» находится на орбите, не возникает размытие изображений и поглощение излучения атмосферой Земли, что делает его идеальным прибором для получения изображений двойных систем коричневых карликов. По данным этих наблюдений в 2020 г. мы обнаружили уникальную систему коричневых карликов, которая убедительно подтверждает подобный звездному механизму формирования сходных с планетами объектов. По космическим меркам система *Oph 98 AB* очень молода (3 млн лет), масса ее компонентов соответственно в восемь и 15 раз больше массы Юпитера. Эти объекты весьма малой массы находятся друг от друга на расстоянии в 200 раз большем, чем расстояние между Землей и Солнцем. Поскольку *Oph 98 A* и *B* столь легки и так существенно удалены друг от друга, система эта имеет самую низкую гравитационную энергию связи из всех известных. Слабая энергия связи означает, что эти небесные тела, скорее всего, сформировались в своей текущей конфигурации, а не возникли в разных местах и лишь затем стали парой, а это указывает на звездообразный механизм их формирования. А юный возраст системы (да, мы полагаем его равным 3 млн лет!) означает, что небесные тела планетной массы, очевидно, формируются не дольше, чем звезды.

Новые идеи

Наука о коричневых карликах сегодня достигла стадии, когда мы можем проводить более точные измерения и задавать более детальные вопросы, чем когда-либо прежде, касающиеся этих все еще загадочных объектов. Среди наиболее интересных открытий последнего времени — самые холодные коричневые карлики, получившие название «Y-карлики». Температура этих небесных тел составляет от 450° К до 250° К. Занимаясь Y-карликами, я люблю шутить, что изучаю самые крутые системы в Галактике! (Здесь игра слов: англ. *cool* — это и «холодный», и «крутой» — Примеч. пер.). Эти Y-карлики, хотя и не такие холодные, как Юпитер (125° К), позволили нам провести первое объективное сравнение коричневых карликов и атмосфер планет-гигантов нашей Солнечной системы. Y-карлики трудно наблюдать, поскольку они холодные и очень тусклые. Исходящее от них излучение лежит преимущественно в инфракрасном диапазоне с длиной волны 3–5 мкм, наблюдения в котором сильно затрудняет атмосфера Земли.

Невзирая на это, мы с коллегами опубликовали спектры нескольких Y-карликов и использовали теоретические модели, чтобы сделать вывод о наличии водно-ледяных облаков, а также

о значительном вертикальном перемешивании в атмосфере. В этом же диапазоне длин волн Юпитер испускает собственное излучение (а не просто отражает свет нашего Солнца), а также демонстрирует значительное вертикальное перемешивание. Мы надеемся, что, изучая Y-карлики, мы сможем отделить свойства Юпитера, обусловленные его планетной природой, — другими словами, тем, что он сформировался в околозвездном диске нашего Солнца и постоянно освещается солнечным светом, — от свойств, которые, возможно, присущи всем холодным газовым объектам, будь то планеты, экзопланеты или коричневые карлики. Пока наши исследования показывают, что в большинстве случаев интенсивная динамика атмосферы для них норма.

Эти идеи в отношении атмосферы коричневых карликов привели к появлению в науке новой области — экзометеорологии. Хотя коричневые карлики находятся слишком далеко, чтобы можно было визуально изучать особенности их атмосферы, мы можем увидеть ее отпечаток по изменению яркости. Когда облако или какой-либо другой объект вращается — появляется и исчезает из поля зрения, — характер излучения, исходящего от коричневого карлика, изменяется. Астрономы проанализировали модификации яркости коричневых карликов за много оборотов и нарисовали карты их пятен и полос, которые удивительно похожи на хорошо знакомые нам полосы и вихри на планетах-гигантах Солнечной системы. Было обнаружено, что яркость некоторых коричневых карликов за один оборот изменяется на 25%. Результаты этих исследований позволяют нам получить более общие представления об идущих там атмосферных процессах — мы обнаружили, что коричневые карлики с температурами, при которых распадаются облака, демонстрируют значительные колебания яркости, причем молодым объектам, как правило, присуща бóльшая изменчивость яркости.

Ученые выявили также и другие сходные черты у коричневых карликов и газовых гигантов. И у тех и у других, например, присутствуют сильные магнитные поля и происходят полярные сияния, как показали радионаблюдения характеристик движения заряженных частиц, вращающихся в их магнитных полях. Измеренные значения напряженности магнитного поля коричневых карликов в 1 тыс. раз сильнее, чем у Юпитера и в 10 тыс. раз сильнее, чем у Земли. Хотела бы представить, как выглядит ночное небо на одном из этих коричневых карликов: если учитывать красоту полярного сияния Земли, это, вероятно, было бы потрясающим зрелищем.

Недавно вопрос одного из студентов побудил участников другого проекта исследовать сравнительные характеристики атмосферы коричневых карликов и планет. Когда я читаю вводный курс астрономии, он включает рассказ о планетах Солнечной системы (и, конечно же, я добавляю гору информации о коричневых карликах). Одна любопытная деталь из того, что я рассказываю студентам: продолжительность дня на Юпитере зависит от того, как вы ее измеряете. Если вы хронометрируете движение видимых объектов в экваториальной области Юпитера, период вращения, который вы получите, будет на пять минут короче, чем период вращения, измеренный с помощью радиосигнала, исследующего динамику его внутренних областей. Один из студентов спросил меня, из-за чего возникает такая разница во вращении, и я ответила, что это потому, что на экваториальные области Юпитера воздействуют сильные зональные ветры. Ветры на Земле вызваны перераспределением солнечной энергии, но мы не знаем, в какой степени это применимо к ветрам Юпитера.

После лекции я продолжила размышлять об этом. Астрономы измерили радиоизлучение коричневых карликов, механизм которого тот же, что и у радиоизлучения Юпитера, а значит, мы можем измерить период вращения их внутренних областей. А наш метод отслеживания изменения яркости мы можем использовать для измерения периода вращения атмосферы. Так впервые у меня родилась идея измерить скорость ветра на коричневом карлике. Лучшим кандидатом, чтобы опробовать этот метод, из имевшихся в нашем распоряжении был метановый коричневый карлик с подтвержденным радиоизлучением. Чтобы определить скорость ветра, требовалось измерить оба периода с ошибкой не более 30 с. Мы с коллегами внесли предложение использовать космический телескоп «Спитцер» для измерения колебаний яркости коричневого карлика и подали заявку на использование комплекса радиотелескопов Очень большая антенная решетка им. Карла Янского в Нью-Мексико для более точного измерения периода колебаний радиоизлучения. Мне по-прежнему кажется маленьким чудом, что наши измерения показали разницу в периодах чуть более одной минуты, что соответствует скорости ветра 2,3 тыс. км/ч. В прошлом году мы опубликовали наши результаты в журнале *Science*. Такая большая скорость ветра на изолированном коричневом карлике означает, что атмосферные ветры не всегда обусловлены перераспределением солнечной энергии, оставляя открытым вопрос о том, вызваны ли ветры на Юпитере излучением Солнца.

Астрономы продолжают поиски коричневых карликов. Некоторые программы поиска сфокусированы на выявлении больших выборок коричневых карликов на покрывающих все небо изображениях с высоким разрешением, полученных в рамках таких программ, как 2MASS, WISE и Pan-STARRS (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System — Система телескопов панорамного обзора и быстрого реагирования, автоматическая система из двух телескопов, предназначенная для регистрации объектов до 24-й звездной величины. — Примеч. пер.*). Любители астрономии также вовлечены в поиски благодаря таким проектам, как *Backyard Worlds* («Миры по соседству»), который позволяет любому использовать данные, полученные в рамках программы WISE, в целях поиска признаков коричневых карликов и других движущихся объектов. Мы ожидаем, что предстоящая программа масштабных исследований с помощью Обсерватории им. Веры Рубин (наблюдения должны начаться в начале следующего года) и космического телескопа «Нэнси Грейс Роман» (запуск которого запланирован на 2025 г.) поможет расширить наш каталог коричневых карликов.

Печально, но мы не смогли добиться выделения средств для телескопа на Серро-Токо, он так и не построен. Но когда в этом году будет запущен космический телескоп «Джеймс Уэбб», астрономы получат беспрецедентную возможность взглянуть на коричневые карлики в инфракрасном диапазоне без помех со стороны земной атмосферы. Первый запланированный цикл наблюдений включает программы по изучению химического состава атмосферы Y-карликов и облаков пыльных коричневых карликов и даже по поиску планетных систем вокруг коричневых карликов. Вне всяких сомнений, тех, кто изучает одни из самых недооцененных небесных тел, ожидают захватывающие времена. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ The Discovery of Brown Dwarfs. Gibor Basri; April 2000.



Выходит 6 раз в год

Познавательный журнал для хороших людей

Анализ дыхания на газовые метаболиты – низкомолекулярные продукты обмена веществ – может стать основой ранней диагностики болезней

Кровососущие клещи служат переносчиками «родственников» возбудителей сыпного тифа – бактерий риккетсий, вызывающих клещевую лихорадку

Самые безопасные, но еще недоступные в России мРНК-вакцины против COVID-19 содержат матрицу для синтеза вирусного белка, «упакованную» в липидные пузырьки

Расселение по планете нежелательных растений-«мигрантов» – еще одна глобальная угроза биоразнообразию природных сообществ

При медленном беге «сгорает» больше жиров, чем при быстром – при максимальной физической нагрузке организм переходит на углеводное «топливо»

www.scfh.ru