

**Солнечные вспышки:** языки плазмы, вырывающиеся с поверхности Солнца, запечатлены космической Обсерваторией солнечной динамики NASA в 2014 г.

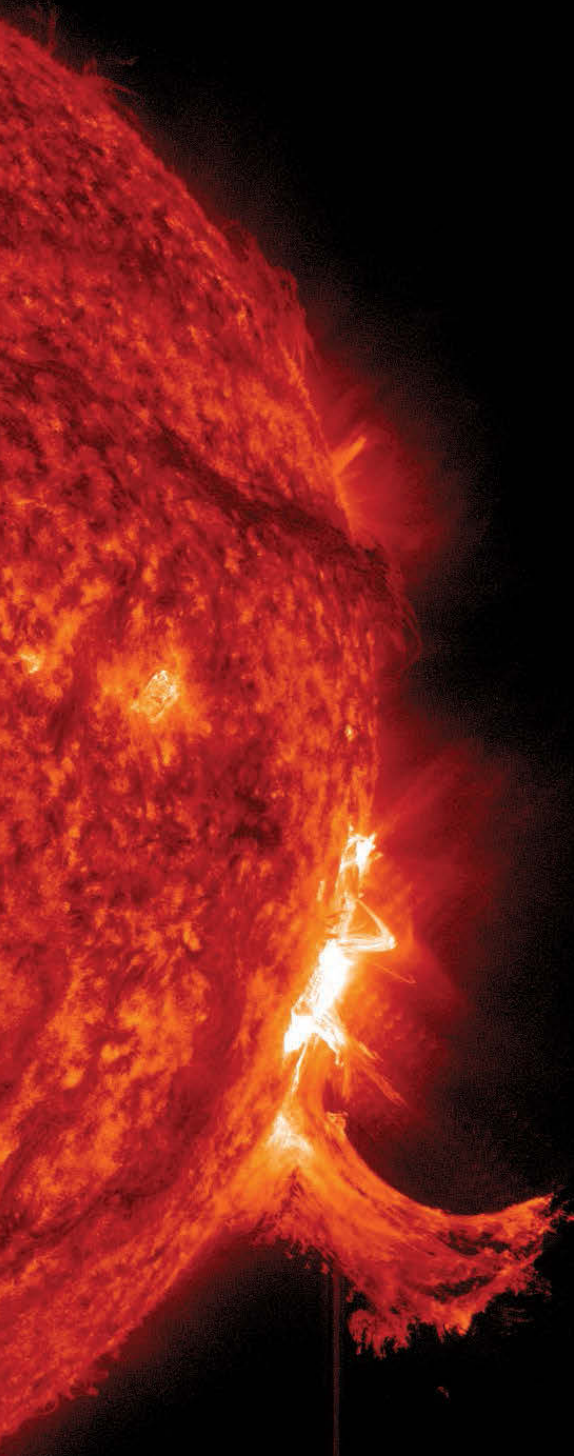
АСТРОНОМИЯ

ТАЙНАЯ

ЖИЗНЬ  
СОЛНЦА

Биография ближайшей к нам звезды — намного более захватывающая, чем когда-то считали ученые. Новые исследования освещают прошлое и возможное будущее Солнца

*Ребекка Бойл*



**ОБ АВТОРЕ**

**Ребекка Бойл** (Rebecca Boyle) — независимый журналист, обладательница нескольких журналистских наград, проживает в Сент-Луисе, штат Миссури. Она сотрудничает с журналом *Atlantic*, ее статьи регулярно появляются в журналах *New Scientist*, *Wired*, *Popular Science* и других изданиях и были включены в антологию «Лучшие публикации об американской науке и природе».



# СНАЧАЛА

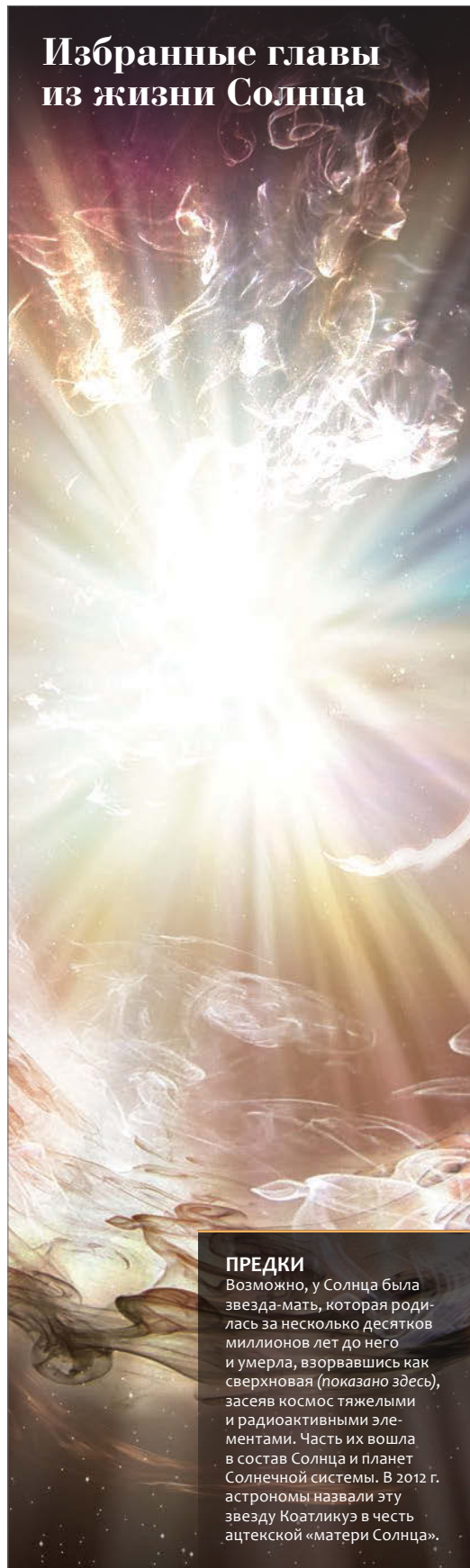
ничего не было, только холод и мрак в промежутках между атомами, которые затем превратились в Солнечную систему. Чуть более 4,5 млрд лет назад не было никакого Солнца, лишь легкое, как паутина, облако из остатков сиявших когда-то звезд, среди которых попадались элементы, выкованные в горниле предыдущих космических катаклизмов, о которых у нас нет ни малейшего представления. А затем что-то случилось.

Возможно, гравитация пролетавшего мимо небесного странника подтолкнула какой-то процесс в облаке, возможно, где-то далеко взорвалась звезда и от нее повеяло космическим ветром, который вызвал в облаке рябь, аналогично тому, как порыв ветра может собрать опавшие листья в кучу. Так или иначе, атомы сгруппировались вместе и начался процесс уплотнения, пока вещество не разогрелось настолько, что вспыхнула реакция синтеза, превращающая водород в гелий. Солнце родилось, а спустя

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

- Когда-то астрономы считали, что Солнце — ничем не примечательная звезда с заурядной историей.
- Однако в последнее время ученые обнаружили, что у Солнца были «мать», «тети» и «дяди» — а также целое семейство «сестер». Возможно даже, что оно украло планету у одного из своих родственников.
- Не исключено, что его генеалогическое древо продолжает расти. Астрономы обнаружили, что когда звезды солнечного типа умирают, у них есть шанс «родить» новые звезды.

## Избранные главы из жизни Солнца



**ПРЕДКИ**

Возможно, у Солнца была звезда-мать, которая родилась за несколько десятков миллионов лет до него и умерла, взорвавшись как сверхновая (показано здесь), засеяв космос тяжелыми и радиоактивными элементами. Часть их вошла в состав Солнца и планет Солнечной системы. В 2012 г. астрономы назвали эту звезду Коатликуэ в честь ацтекской «матери Солнца».



PRECEDING PAGES: NASA'S SOLAR DYNAMICS OBSERVATORY AND AIA, EVE AND HMI SCIENCE TEAMS; Illustration by Ron Miller



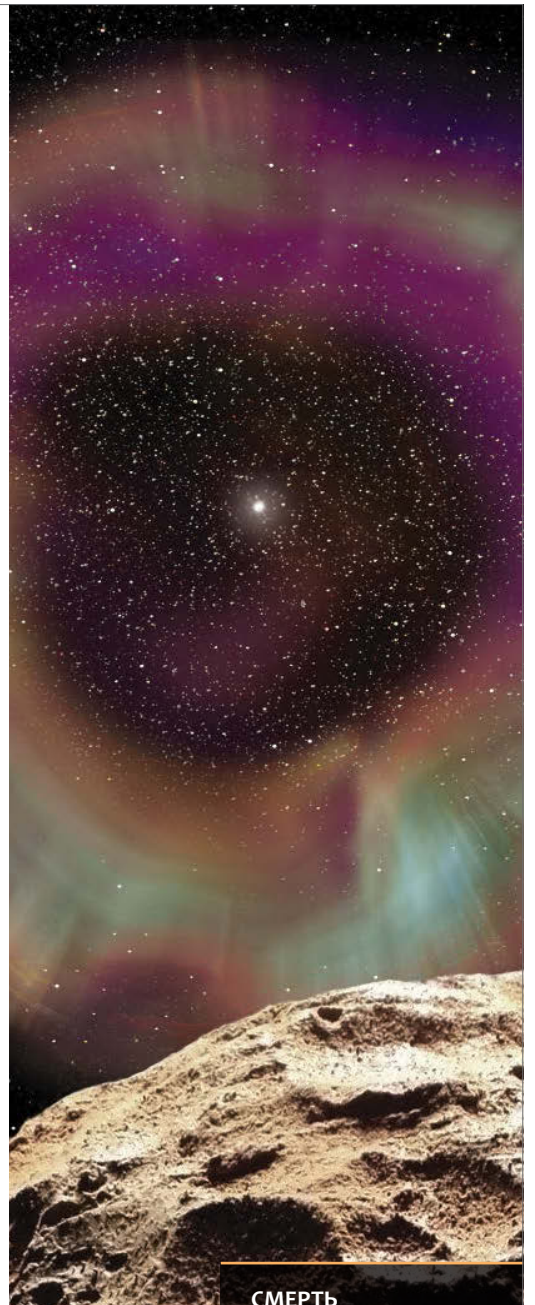
### СЕСТРЫ

Солнце родилось из газво-пылевого облака, когда достаточное количество его вещества сжалось настолько, чтобы в нем зажглась реакция термоядерного синтеза. Это облако, вероятно, породило от нескольких сотен до десятков тысяч звезд, которые стали его близнецами (изображено здесь). С течением времени эти звезды разлетелись далеко друг от друга, но недавно ученые выявили по крайней мере одного кандидата в сестры Солнцу.



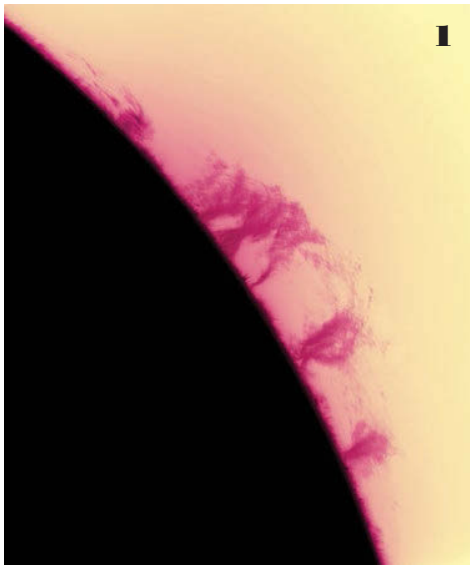
### ДЕТСТВО

Когда Солнце еще было молодым, зерна пыли, обращающиеся вокруг него, сгруппировались, образовав небесные тела небольшого размера. В течение всего 1 млн лет образовались астероиды, и еще через миллион лет, возможно, появились первые планеты с твердой поверхностью. Земля, по-видимому, сгруппировалась в промежутке между 38 млн и 120 млн лет после рождения Солнца.



### СМЕРТЬ

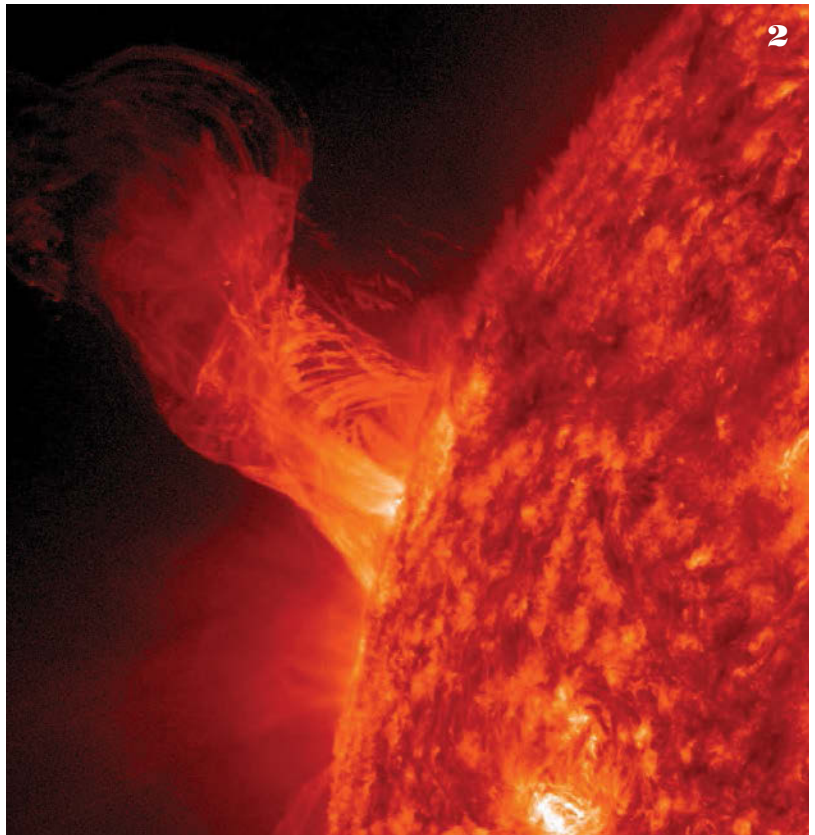
Еще через 5 млрд лет жизнь Солнца подойдет к концу. Скорее всего, оно утратит свою газообразную оболочку, которая, разлетевшись, образует сияющую планетарную туманность. В ее центре остатки солнечного ядра превратятся в небольшой плотный белый карлик. На этой стадии Земля и планеты земной группы исчезнут (будут поглощены Солнцем в последние годы его жизни), но астероиды внешней области Солнечной системы, такие как объекты Пояса Койпера (изображены внизу), сохранятся.



непродолжительное время родилась и Земля. Менее чем через миллиард лет после этого появилась первая жизнь, по крайней мере на нашей планете, — и вот мы здесь.

В общих чертах наука в течение многих десятилетий рисовала следующее: рождение Солнца, унылое течение времени и, наконец, зарождение жизни. Однако новые мощные космические телескопы и бурно развивающаяся область науки — космохимия, а также позаимствованные у биологии методы изучения родословной позволяют астрономам сегодня написать гораздо более богатую и более сложную биографию Солнца. Теперь ученые знают, что наша звезда не всегда была одиночкой. Когда-то у нее были сестры, и она, возможно, прихватила одну из их планет. И у Солнца, и у его планет когда-то была мать (за неимением менее антропоморфного термина): гигантская звезда, чья короткая жизнь дала Солнечной системе эмбриональный материал. Этот исходный материал, вероятно, был изолирован от остальной Галактики в течение по крайней мере 30 млн лет — достаточно долгий период «беременности», в результате чего мы получили неверное представление о скорости, с которой Солнце рождало планеты.

Даже неизбежная смерть Солнца представляется в новом свете. Астрономы знают, что примерно через 5 млрд лет оно израсходует все свои запасы водорода и начнет охлаждаться, раздуваясь в опухшее чудовище, чья внешняя граница, вероятно, поглотит и нашу планету. Но они все еще пытаются выяснить, как предсмертный хрип Солнца повлияет на межзвездную среду (газ и пыль, заполняющие пространство между звездами), состав будущих звезд и Галактику в целом. Возможно,



**Солнечные протуберанцы** вырываются с поверхности Солнца на этих фототграфиях 2013 (1) и 2012 (2) гг. Огненные языки простираются на высоту соответственно примерно 55 тыс. и 290 тыс. км над поверхностью Солнца.

умерев, Солнце само станет «матерью», способствуя образованию новых звезд, а может быть и новых планет.

И добывая новые сведения о прошлом, настоящем и будущем нашего Солнца, ученые делают нечто большее, нежели просто описывают нашу историю. Возможно, во Вселенной неисчислимо количество звезд, но изучить в непосредственной близости мы можем только одну. Каждый новый факт, который мы выясняем о ней, проливает свет на облик множества далеких миров, которые нам никогда не удастся постичь настолько же глубоко.

### Предыстория: предки нашего Солнца

За миллионы лет до того, как Солнце вспыхнуло, до того, как оно тускло засияло в спирали Млечного Пути, его прародители доминировали в окрестности этой области Галактики. Эти звезды-предшественницы сами были далекими прапрапраправнуками первых звезд Галактики, и между ними стояли десятки тысяч поколений. Спустя несколько миллионов лет после своего рождения некоторые из них начали умирать. В результате катастрофических актов их смерти наша область Галактики была засеяна первыми тяжелыми элементами, такими как железо и алюминий.

Остатки тех звезд дали начало следующим поколениям звезд, включая прародителей Солнца.

Астрономы реконструируют их историю, изучая метеориты — кусочки, оставшиеся от формирования Солнечной системы. Ученые сравнивают количество различных радиоактивных изотопов в метеоритах с их содержанием в межзвездной среде Галактики, которое постоянно восполняется в результате агонии умирающих звезд. Различия в относительном содержании этих радиоактивных элементов, количество которых уменьшается со временем по характерному для каждого элемента закону, служит астрономам временной шкалой, позволяющей определить, когда же окончательно появились строительные кирпичики Солнечной системы.

Отслеживая содержание одного из радиоизотопов алюминия, а именно  $^{26}\text{Al}$ , Матье Гунель (Matthieu Gounelle) из французского Национального музея естественной истории и Жорж Мейне (Georges Meynet) из Женевской обсерватории проследили генеалогическое древо Солнца на три поколения назад.  $^{26}\text{Al}$  — радиоактивный изотоп с периодом полураспада примерно 730 тыс. лет, а это означает, что половина любого его количества распадается за это время. Он обнаружен в метеоритах, датированных первыми годами существования

Солнечной системы, и многие астрономы считают, что он образовался при вспышке сверхновой, взорвавшейся недалеко от Солнца, когда оно еще только формировалось. Но «салют» сверхновой в честь рождения Солнечной системы был бы совпадением исключительным. Вместо этого в 2012 г. и позднее Гунель и Мейне показали, что  $^{26}\text{Al}$ , скорее всего, образовался внутри массивной звезды.

Согласно расчетам Гунеля и Мейне, эта звезда, по-видимому, была самой массивной в нашем уголке космоса, массой примерно в 30 раз больше, чем у нашего Солнца. Как и другие звезды-гиганты, она, вероятно, прожила короткую, но захватывающую жизнь, взорвавшись через несколько миллионов лет после того, как зажглась. Она, по-видимому, не только синтезировала  $^{26}\text{Al}$ , но и во время своей смертельной агонии как сверхновая выбросила потоки газообразного водорода, тяжелых металлов и радиоактивных элементов, образовавшие газовое облако, которое и стало впоследствии Солнечной системой. Ученые назвали эту звезду Коатликуэ в честь «матери Солнца» в космогонии ацтеков. (*Cōātlīcūe* на языке науатль означает «она в платье из змей», в мифологии ацтеков это богиня земли и огня, олицетворяющая одновременно начало и конец жизни. — Примеч. пер.)

## Местные семейства

Вдохновленные биологией, астроном Паула Хофре с коллегами разработали генеалогическое древо для нашего уголка Галактики. Они начали с 21 звезды, которые были похожи на наше Солнце по цвету и яркости, и, чтобы найти среди них родственников, проанализировали общие черты химического состава. Ученые обнаружили три различных семейства, каждое из которых, вероятно, было рождено от различных небесных «родителей», в результате смерти которых космос оказался засеян веществом для формирования нового поколения звезд. Группа Солнца показана оранжевым и красным цветами, серые звезды не попали ни в одно из семейств.

Генеалогическое древо на основе схожести химического состава



Звезды показаны, как если бы их рассматривали из точки над плоскостью Млечного Пути

Дуга вокруг каждой звезды указывает ее возраст:

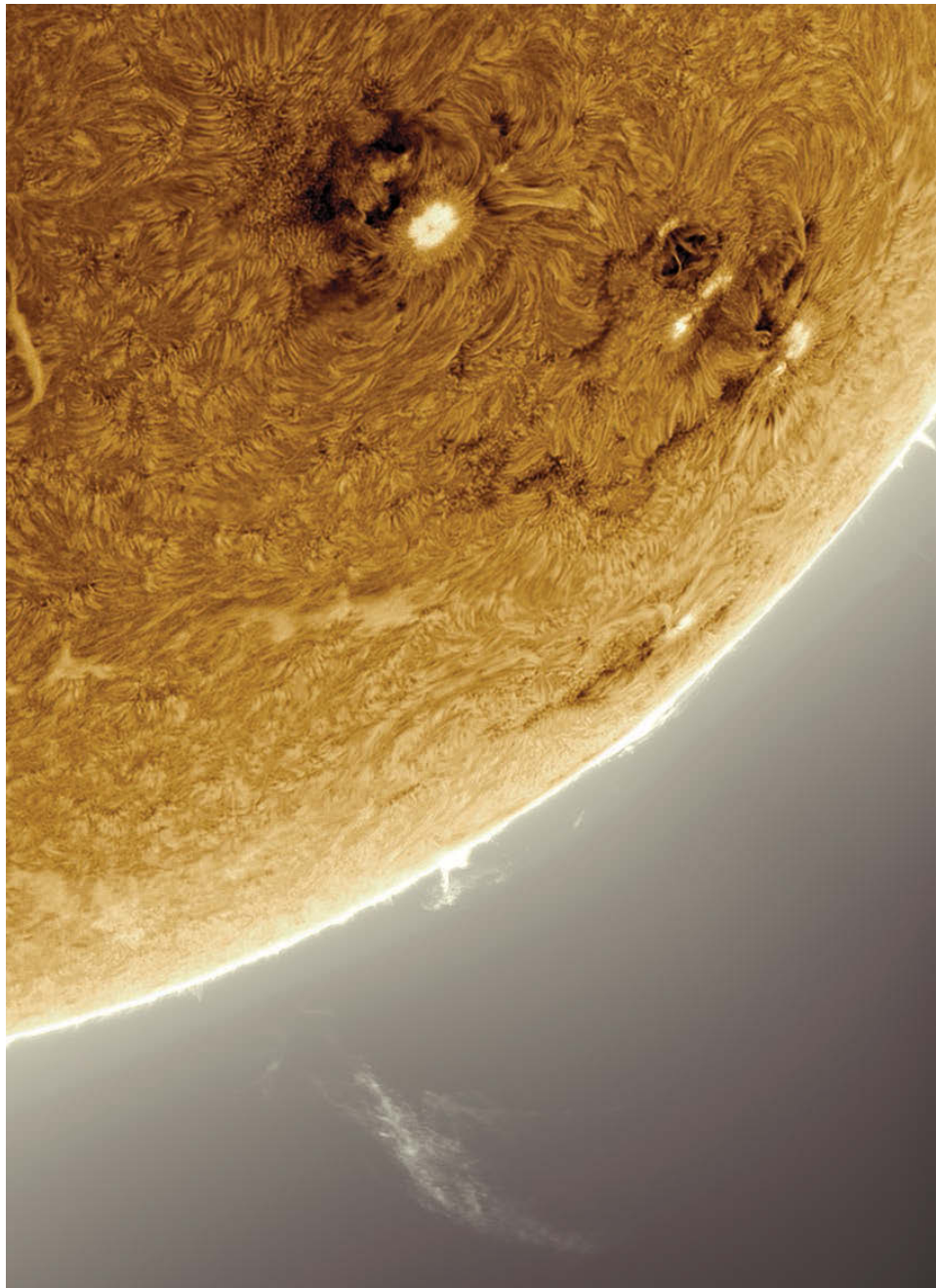
- 5 млрд лет
- 9 млрд лет

Солнце

Ученые нашли и другие ключи к загадке происхождения строительных кирпичиков Солнечной системы. Например, в 2014 г. австралийские ученые показали, что некоторые из тяжелых металлов, такие как золото, серебро и платина на Земле и в метеоритах, объявились в наших краях где-то за 100 млн лет до того, как зародилось Солнце. Часть редкоземельных элементов, таких как неодим, прибыли в область, где зародилось Солнце примерно за 30 млн лет до того, как оно сформировалось. Следовательно, Солнце вращивалось в течение длительного срока, верхняя граница которого составляет 30 млн лет.

Хотя астрономы не могут путешествовать назад во времени, чтобы проверить истинность картины формирования Солнечной системы, они могут сравнить ее с другими планетными системами, имеющими схожий химический состав, рассказывает Меган Беделл (Megan Bedell), астрофизик из Института Флэтайрон в Нью-Йорке. И, похоже, временная шкала хорошо согласуется с данными наблюдений: «Мы рассматриваем Солнце в контексте его окружения и видим, что это вполне типичная звезда, если речь идет об условиях ее формирования», — говорит она.

Помимо прослеживания предков Солнца ученые используют инструменты из арсенала биологии для поиска его братьев, дядей и прочих родственников — его расширенного генеалогического древа. В то время как ботаник для установления родства двух видов растений может воспользоваться анализом ДНК или изучением наследуемых признаков, астрономы, чтобы выявить степень родства различных звезд, исследуют содержание в них химических элементов. Дидье Фрэ-Бюрне (Didier Fraix-Burnet), астроном, в настоящее время работающий в гренобльском Институте планетологии и астрофизики, был одним из первых, кто предложил эту методику в 2001 г. Он назвал ее «астрокладистикой», имея в виду биологический термин «кладистика», который в этой науке означает метод классификации, базирующийся



**Активные области Солнца**, где перемешиваются магнитные поля, видны как солнечные пятна и показаны здесь белым цветом. В самом большом из них может поместиться несколько планет, таких как Земля. Крупный оторвавшийся протуберанец летит по направлению вниз.

на систематике наследуемых черт. В прошлом году Паула Хофре (Paula Jofré) из Университета им. Диего Порталеса в Чили с коллегами использовала этот метод для построения эволюционного древа звезд — соседей нашего Солнца.

Работая с биологом Кембриджского университета, группа Хофре использовала кластерный подход из инструментария биологов, называемый методом дистанционной матрицы, позволяющий

построить эволюционное древо, в котором различные ветви соответствуют эволюционным изменениям. В астрономии ветви представляют семейство звезд, которые различаются возрастом и картиной движения в Галактике. Представьте себе два поколения звезд. В первом поколении две звезды — одна большая и одна маленькая. Более массивная звезда взорвется раньше и даст начало звезде второго поколения так же, как Коатликуэ умерла и родила новую звезду. «Второе поколение унаследовало информацию от первого. Между ними существует нечто вроде "генетической" связи», — рассказывает Хофре. — Поэтому вы, возможно, найдете звезду и ее "дядю».

Хофре с коллегами тщательно изучили 22 расположенные рядом звезды, аналогичные Солнцу, и сфокусировали свое внимание на 17 химических элементах, которые послужили им тем же, чем у биологов служит ДНК, для определения «родственных» связей. При таком анализе звезды группируют в соответствии с содержанием этих элементов, что позволило рассортировать их на два четко выделенных семейства. Они также обнаружили несколько звезд, которые принадлежат к новой, неизвестной ранее третьей группе, которая, по словам Хофре, остается загадочной.

### Звезда и ее сестры родились

С момента рождения Коатликуэ и ее прародителей, за несколько десятков миллионов лет до того как сформировалось Солнце, в газово-пылевом облаке, из которого оно возникло, постоянно шли какие-то процессы. Водород сжимался и вспыхивал термоядерным огнем, формируя другие звезды. Когда они зажглись, давление создаваемых ими звездных ветров и света, вероятно, выбросило газ из их окрестностей наружу, и в конечном итоге это положило начало рождению еще большего числа звезд: Солнца и его близнецов. Оценки числа этих близнецов варьируют от нескольких сотен до десятков тысяч. Истина, вероятно, лежит у более низкой границы, если учитывать достаточно стабильное расположение планет Солнца: близко расположенные братья вызвали бы возмущение Солнечной системы, изменяя число и расположение планет внутри нее.

Хотя они родились относительно близко друг к другу, близнецы Солнца давным-давно разлетелись. За многие миллионы лет часть из них, взорвавшись, ушла в небытие, а другие разлетелись далеко друг от друга из-за небольшой разницы в скоростях, с которыми они обращаются

вокруг центра Галактики. Их текущее положение почти невозможно привязать к месту рождения. «Это очень напоминает ситуацию со мной и моим братом-близнецом: мы формировались вместе, но разбрелись далеко друг от друга и заняты каждый своим делом», — поясняет Кейт Хокинс (Keith Hawkins), астроном из Колумбийского университета. Он говорит, что изучение химических маркеров (раздел астрономии, называемый космохимией), например сравнение содержания в звездах определенных тяжелых и легких элементов, позволяет ученым установить между звездами связь, которую невозможно увидеть никакими иными способами.

В 2014 г. Иван Рамирес (Iván Ramírez) начал искать близнецов Солнца и нашел одного. Сегодня профессор Общественного колледжа Такомы, Рамирес начал работу с 30 кандидатами, которых он выбрал на основе их химического состава, а также скорости и направления их движения в Млеч-

## Девятая планета, теоретически предсказанное гигантское небесное тело, которое, как полагают астрономы, скрывается на краю Солнечной системы, — возможно, усыновленная Солнцем планета одной из его сестер

ном Пути. После углубленного анализа этих характеристик он сузил область поиска до одной-единственной звезды, называемой *HD 162826*. Она примерно на 15% массивнее Солнца и чуть-чуть более голубая, говорит он. Хотя Солнце и его сестры-близнецы, по-видимому, образовались недалеко друг от друга, сегодня *HD 162826* находится на расстоянии 110 световых лет от нас, в созвездии Геркулес. Ее можно рассмотреть в приличный бинокль даже не очень большого увеличения над плечом Геркулеса, недалеко от яркой звезды Веги.

Рамирес говорит, что начал свои поиски из чистого интереса, но хотел также проверить стратегии, которые он и другие астрономы собираются использовать, когда получат в свое распоряжение колоссальный массив галактических данных от нового спутника «Гая». Этот космический зонд создан, чтобы измерить яркость и точное расположение на небосводе звезд, и будет отслеживать миллиард звезд с целью построить самую подробную из имеющихся трехмерную карту Млечного Пути. Его последний пакет данных, ставший доступным в апреле, включает точные измерения более чем 1,3 млрд звезд. Это число более чем на порядок превышает количество звезд в лучшем из вышедших ранее звездных каталогов.

Рамирес считает, что «Гейя» поможет астрономам найти примерно половину потерявшихся сестер-близнецов Солнца. Тем самым эта карта, возможно, расскажет астрономам о том, в каких условиях окружающей среды зародилось наше Солнце, и о маршруте его скитаний с тех пор по Млечному Пути. Сегодня Солнце обращается вокруг центра Галактики со скоростью примерно 225 км в секунду и, как полагают астрономы, совершило уже по крайней мере 20 облетов Галактики.

### Детство: рождение планет

Вскоре после того как Солнце и его сестры зажглись, крупцы пыли вокруг многих — если не всех — из этих звезд начали соединяться в планеты. По крайней мере в нашей Солнечной системе формирование планет происходило очень быстро. Свидетельства, полученные на основании данных о метеоритах, дают основание полагать, что после того как твердое вещество сконденсировалось, потребовалось менее 1 млн лет, чтобы образовалось первое поколение астероидов. В большой степени под воздействием распада  $^{26}\text{Al}$  куски породы разогрелись и превратились в небесные тела с металлическим ядром и мантией из силикатов. Появление более крупных планет не заставило долго себя ждать. Согласно одной из оценок, Марс сформировался, вероятно, не позднее чем через 2 млн лет. Земля собралась в единое целое в промежутке от 38 млн до 120 млн лет после возникновения Солнца.

Примерно в это же время наша звезда, по-видимому, захватила планету у своей сестры. Гипотетическая Девятая планета, теоретически предсказанное гигантское небесное тело, которое, как полагают астрономы, скрывается на дальнем краю Солнечной системы, — возможно, одна из планет сестры нашего Солнца, удочеренная им через 100 млн лет после рождения нашей звезды. Чтобы такой сценарий имел место, Девятая планета должна была обращаться вокруг своей родной звезды на большом расстоянии, примерно в 100–500 раз больше расстояния между Землей и Солнцем (от 100 до 500 астрономических единиц). В то же время

эта звезда должна была проскользнуть мимо своего брата-Солнца на расстоянии примерно в 1,5 тыс. раз больше. Такой тип звездных свиданий относительно часто встречается в других скоплениях звезд, поэтому астрономы знают, что он вполне возможен. Если планеты размером с Нептун распространены достаточно широко, то многие звезды, вероятно, приютили планеты типа Девятой планеты на орбитах с большим эксцентриситетом, что делает их уязвимыми для похищения другими звездами.

В 2016 г. Александр Мустилл (Alexander Mustill) и Мелвин Дэвис (Melvyn Davies), оба из Университета Лунда в Швеции, и Шон Реймонд (Sean Raymond) из Университета Бордо во Франции рассчитали, что Солнце, вероятно, имело несколько

возможностей заархивировать Девятую планету. Возможно даже, что Солнце прихватило ее, не затронув Пояс Койпера, кольцо из комет и астероидов на краю Солнечной системы.

Дальнейшее изучение небесных тел на периферии Солнечной системы поможет теоретикам вычислить родословную Девятой планеты — если эта эфемерная планета действительно существует. И если это на самом деле так, возможно, она — не единственный пришелец от другой звезды, прибывший к семье планет нашего Солнца или влившийся в нее. В 2015 г. Эрик Мамаек (Eric Mamajek), в то время работавший в Университете Рочестера, с коллегами показали, что 70 тыс. лет назад — когда современные люди вышли из Африки и стали распространяться на другие континенты и когда еще были живы неандертальцы — звезда, названная звездой Шольца,

вошла в облако Оорта, сферическую оболочку из ледяных планетезималей, которые окружают Солнце за орбитой Плутона. Эта звезда приблизилась к Солнцу на расстояние менее одного светового года — скользящий удар, который переориентировал траектории некоторых объектов облака Оорта, согласно результатам исследования 2018 г., проведенного Карлосом де ла Фуэнте Маркосом (Carlos

**В наружных слоях Солнца меньше тяжелых элементов, чем у других аналогичных ему звезд, и это количество примерно эквивалентно нескольким массам Земли. Одна из интерпретаций предполагает, что это вещество заперто в планетах земной группы или ядрах газовых гигантов и поэтому исчезло из наружного слоя Солнца**

de la Fuente Marcos) из Мадридского университета Комплутенсе. В настоящее время эта звезда от нас на расстоянии почти 20 световых лет. И астрономы знают, что инородные небесные тела меньшего размера тоже иногда могут нанести нам визит. Прошлой осенью Солнце в течение короткого промежутка времени приветствовало первого известного нам путешественника из-за пределов Солнечной системы: межзвездный астероид *1I*, или Оумуамау. Однако скала-странник пронеслась мимо нас слишком быстро, чтобы иметь возможность навсегда пристать к кругу небесных тел Солнца.

В то время, когда Солнце занималось формированием планет, оно и само тоже менялось. Беделл, которая потратила несколько лет, пытаясь вычленивать связь между химическим составом звезды и историей ее возникновения, исследовала группу звезд — близнецов Солнца, которые не обязательно происходят из одного и того же семейства, но чей химический состав точно совпадает с его химическим составом. Если сравнивать Солнце с другими звездами, то, как обнаружила Беделл с коллегами, оно слегка отличается одним ключевым признаком: в его наружных слоях меньше тяжелых элементов, чем у других аналогичных ему звезд, и это количество примерно эквивалентно нескольким массам Земли. Одна из интерпретаций предполагает, что это вещество «заперто» в планетах земной группы или ядрах газовых гигантов и поэтому исчезло из наружного слоя Солнца», говорит она. Если это так, то процесс формирования планет трансформирует и само Солнце, так же как беременность изменяет фигуру женщин.

Это открытие, возможно, предоставит новый путь поисков экзопланет. Если астрономы выяснят, что другие звезды солнечного типа имеют чуть более низкое содержание вещества пылевых облаков, они, вероятно, смогут сделать вывод о том, что их тоже окружают планеты, полагает Беделл.

### В конце всего

Однажды, примерно через 5 млрд лет, в ядре Солнца закончится водород. Оно быстро увеличится в размерах и вместо нынешней желтоватой звезды среднего размера превратится в красный гигант и поглотит ближайшие одну, две, а возможно и три планеты. Земля, скорее всего, окажется возле, если не внутри поверхности состарившегося Солнца. Его ядро начнет охлаждаться, а ядерный горн станет медленно угасать. Когда Солнце раздуется еще больше, гравитационные силы уже не в силах будут удерживать его рассеянные внешние слои. Атмосфера его улетучится.

«Солнце превратится в красивейшую планетарную туманность с белым карликом в середине», — рассказывает Хокинс. Белый карлик — небольшой

плотный шар, состоящий из остатков Солнца, — со временем охладится и будет странствовать по Галактике неисчислимы миллиарды лет.

Сможет ли Солнце, после того как погаснет, основать новое семейство? В 2016 г. Ганс ван Винкель (Hans Van Winckel) и Мишель Хиллен (Michel Hillen), оба из Левенского католического университета в Бельгии, показали, что звезды солнечного типа и в преклонном возрасте теоретически могут образовать новую группу планет. Используя один из крупнейших наземных телескопов, Очень большой телескоп (*VLT*), расположенный на вершине горы Серро-Параналь в чилийской пустыне Атакама, они заметили горячий пылевой диск вокруг старой умирающей звезды. Он напоминал протопланетный диск типа тех, что окружают нарождающиеся звезды. А значит, некоторые звезды — возможно даже и Солнце — могут обрести второй шанс образовать планеты. Однако такой сценарий, по-видимому, более вероятен в системах двойных звезд, а наша звезда — одинока.

Когда Солнце умрет, все, что от него останется, в конечном итоге рассеется в межзвездном пространстве, где вероятность столкнуться с достаточно большим количеством другого вещества и соединиться с ним в новую звезду весьма мала, замечает Беделл. «Поэт сказал бы, что оно развеется в космосе и станет частью нового поколения звезд, придумал что-нибудь про круговорот жизни и тому подобное», — говорит она. Но Солнце, скорее всего, умрет «тихой смертью в отдаленной области Галактики». Мало чего останется, что могло бы рассказать о его полной приключений жизни.

А пока мы все-таки здесь. Все, что мы узнали о Солнце, — это не только сага о нашем небольшом уголке Вселенной, но и окно в мир множества звезд, которые мы не можем изучить вблизи. «Я слышала раньше, как говорили, что звезды в целом хорошо изучены и нерешенных проблем нет, — заключает Беделл. — Но все еще остается много того, что мы не понимаем». Медленно, но верно Солнце помогает нам изменить эту ситуацию. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Пасачофф Д. Великое солнечное затмение 2017 года // ВМН, № 10, 2017.
- Solar System Genealogy Revealed by Extinct Short-Lived Radionuclides in Meteorites. M. Gounelle and G. Meynet in *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 545, Article No. A4; September 2012.
- Elemental Abundances of Solar Sibling Candidates. I. Ramírez et al. in *Astrophysical Journal*, Vol. 787, No. 2, Article No. 154; June 1, 2014.