

УДК 52  
ББК 22.6  
К71

**A Journey Through The Universe**

*A traveller's guide from the centre of the sun to the edge of the unknown*

*First published in the English language by Hodder & Stoughton Limited.*

*Печатается с разрешения издательства Hodder & Stoughton Limited.*

*Нарушение прав автора, правообладателя, лицензиара влечет привлечение виновных к уголовной, административной и гражданской ответственности*

К71 **Космос.** От Солнца до границ неизвестного / под ред. С. Бэттерсби ; пер. с англ. Н. Липуновой. — Москва : Издательство АСТ, 2020. — 288 с. — (New Scientist. Лучшее от экспертов журнала).

ISBN 978-5-17-117850-5

Что случилось с Венерой? Как Сатурн стал властелином колец? Где искать Девятую планету? Почему мы не видим облако Оорта? Что мы знаем о самой большой звезде? Как живут звезды после смерти? Как галактики воруют друг у друга? Как сфотографировать черную дыру? Какая галактика самая большая?

Эта книга отправит вас в космическое путешествие вместе с экспертами журнала *New Scientist*. Стартуя от Солнца, мы посетим планеты земной группы, газовые гиганты и их спутники, пересечем облако Оорта и выйдем за границы Млечного Пути.

УДК 52  
ББК 22.6

ISBN 978-5-17-117850-5  
ISBN 978-1-4736-2984-4 (англ.)

© New Scientist, 2018  
© Оформление, ООО «Издательство АСТ», 2020

# НАД КНИГОЙ РАБОТАЛИ

Редактор — Стивен Бэттерсби, автор книг по проблемам физики и консультант журнала *New Scientist*.

Редактор серии *Instant Expert* — Элисон Джордж.

Приглашенный редактор-эксперт — Джереми Вебб.

Авторы: Джейкоб Арон, Анил Анантхасвами, Стивен Бэттерсби, Эмили Бэнсон, Ребекка Бойл, Маркус Чаун, Стюарт Кларк, Энди Кохлан, Рэчел Куртланд, Ли Крэйн, Кен Кросвелл, Сара Круддас, Педро Феррейра, Вилл Гэйтер, Конон Гирин, Лиза Гроссманн, Адам Хэдэзи, Элис Хэйзелтон, Найджел Хэнбест, Хэл Ходсон, Руан Хупер, Адам Манн, Дана Макензи, Мэгги Мак-Ки, Мика Мак-Киннон, Хэйзел Муир, Шон О'Нэйл, Шэннон Палус, Авива Руткин, Говерт Шиллинг, Сара Скоулз, Дэвид Шига, Майкл Слезак, Джошуа Сокол, Колин Стюарт, Ричард Вебб, Челси Уайт, Сэм Вонг, Эйлин Вудвард.

# ВВЕДЕНИЕ

Нам с вами предстоит совершить путешествие по Вселенной. На борту космического корабля новейшей конструкции мы посетим самые знаменитые объекты известного нам космического пространства. Оставив позади диковинные уголки нашей собственной Солнечной системы, вырвемся на просторы Млечного Пути через дали загадочных межгалактических пустынь, чтобы встретиться с бурлящими нестабильными звездами и экзопланетами, с удаленными галактиками с их гигантскими зияющими черными дырами и рождающимися в мощных взрывах звездами, этими зримыми маяками Вселенной. Для удобства нашей точкой отправления будет астрономический объект всего в 499 световых секундах от нас, за которым наблюдают с тех самых пор, как появились глаза.

*Стивен Бэттерсби, редактор*

# 1

## ЗВЕЗДА НОМЕР ОДИН

*Неприметная в космических масштабах звездочка, Солнце играет главную роль в нашей Солнечной системе, на небе и в нашей жизни. В солнечном ядре протоны сливаются друг с другом и образуют ядра гелия, генерируя тепло, согревающее Землю, и создавая полчища неуловимых нейтрино. Солнце дарует нам свет и жизнь, но вместе с тем способно и принести цивилизации хаос — если только мы не сможем разобраться в его магнетических тайнах.*

## САМАЯ СТРАННАЯ ЗВЕЗДА

*Н*ашу Галактику заполняют миллиарды звезд. Многие из них светят очень ярко и в конце концов превращаются в сверхновые, в то время как другие обречены на тусклое прозябание. Среди них есть одиночки и парные, звезды с планетами-спутниками и без. Надеюсь постигнуть звездные тайны, мы пытаемся добраться до самого края Вселенной... Но в конечном счете в основе всех наших знаний лежит отправная точка нашего путешествия — Солнце.

Солнце состоит из **плазмы** — ионизованного газа. В его ядре плавятся атомы водорода. Оно извергает на нас свое излучение и дарует животворящий свет. По сравнению с другими звездами наше Солнце можно назвать зрелым — ему около 4,6 миллиарда лет. И еще примерно 5 миллиардов лет пройдет до того, как оно раздуется в **красного гиганта** и поглотит Меркурий, Венеру и Землю. Как бы тщательно мы его ни изучали, наше светило для нас по-прежнему остается таинственным, изобилуя многими странными явлениями...

## МАГНИТНЫЙ КАЛЕНДАРЬ

Нашей планете требуется 24 часа, чтобы обернуться вокруг себя один раз, и 365 дней, чтобы совершить один

оборот вокруг Солнца. Расписание самого Солнца не такое уж простое. Различные части Солнца вращаются с разными скоростями. Солнечный день на экваторе длится 25 суток, в то время как полярным областям, чтобы совершить полный оборот, требуется на несколько суток больше. Такое неравномерное вращение приводит к искажению магнитного поля Солнца. Вращение экватора растягивает магнитные силовые линии, направленные к полюсу. В закрученном магнитном поле возникает напряжение, как при скручивании резиновой ленты. В конце концов магнитное поле рвется и высвобождает энергию в виде солнечных вспышек или гигантских извержений плазмы, называемых корональными выбросами массы (КВМ).

Эта активность подчиняется циклу, который длится примерно 11 земных лет. При этом общее магнитное поле Солнца меняет направление в каждом цикле, создавая своеобразный солнечный календарь. Во время солнечного минимума вспышек на Солнце мало, немногочисленны и солнечные пятна (темные области на поверхности Солнца с наиболее сильными магнитными полями). Во время солнечного максимума пятен становится больше, возрастает число вспышек и корональных выбросов. Иногда корональные выбросы Солнца достигают Земли, нарушая электроснабжение и причиняя вред ее искусственным спутникам.

Последний солнечный максимум (2012–2015) был необычайно спокойным, одним из самых слабых с начала наблюдений в 1755 году. Предсказания, сделанные за пару лет до его начала, обещали нечто впечатляющее, что показывает, насколько плохо мы понимаем природу солнечных циклов.

## МЫЛЬНЫЕ ПУЗЫРИ

В течение 11-летнего цикла меняется интенсивность солнечного ветра, рентгеновского излучения, ультрафиолетового и видимого света.

Именно те потоки энергии, которые приходят к нам от Солнца, контролируют климат на Земле; вклад остальных источников энергии в совокупности в 2500 раз меньше. Похолодания и потепления, которые в прошлом случались на Земле, также в значительной степени объяснялись солнечной активностью. В настоящее время низкая солнечная активность играет не последнюю роль в том, что в Северной Европе и в США установились холодные зимы, а в южной Европе, наоборот, зимы довольно мягкие. Хотя по сравнению с глобальным потеплением влияние солнечной активности не так уж велико.

В 2003 году космическое агентство НАСА запустило космический аппарат *Total Irradiance Monitor* (ТИМ, Контролер совокупного излучения, КСИ), который осуществляет постоянный мониторинг полной интенсивности падающего излучения. Аппарат следит за спектром солнечного излучения, фиксируя малейшие изменения излучаемого потока. Это дает ученым возможность отличить влияние человека на климат от прочих чисто естественных причин, которые мы не в силах контролировать.

Но солнечное излучение и скачки в его интенсивности влияют не только на климат. Во время солнечного минимума потоки заряженных частиц — так называемый солнечный ветер — вылетают с полюсов с более высокими скоростями и оказывают на вещество из межзвездного пространства большее давление. Увеличивается размер ге-

лиосферы — огромного пузыря из заряженных частиц и магнитных полей, который раздувается вокруг Солнца и прокладывает себе путь за орбиту Плутона. Во время солнечного максимума магнитные поля на Солнце запутываются, препятствуя истечению сильного солнечного ветра, в результате чего гелиосфера сокращается.

## ДОЖДИ НА СОЛНЦЕ

Мы выяснили, что Солнце сильно влияет на земную и космическую погоду. Но и на самом Солнце погода впечатляет. Вокруг Солнца скапливается сверхгорячая плазма, формируя солнечную корону. Часть этой плазмы покидает корону в виде солнечного ветра, другая выпадает обратно на Солнце в виде осадков.

Хотя существование таких «корональных дождей» предсказывали еще 40 лет назад, только недавно благодаря возросшей мощности наших телескопов мы смогли их увидеть и начали изучать. Их цикл похож на круговорот воды на Земле: влага на поверхности нагревается, испаряется, поднимается ввысь и формирует облака. Охлаждение приводит к конденсации влаги, которая вновь выпадает на поверхность Земли в качестве осадков. Только на Солнце плазма не переходит из жидкого состояния в газообразное, а просто в результате охлаждения падает из короны обратно на поверхность.

Масштабы происходящего поистине грандиозны, а сами эти явления очень быстротечны. «Капли» плазменных дождей размером с целые страны падают с высоты 63 000 км — а это всего лишь в шесть раз меньше расстояния от Земли до Луны.

Иногда в солнечной плазме появляются вихри, в которых магнитные поля скручиваются по спирали и образуют суперторнадо, простирающиеся от поверхности Солнца до верхних слоев атмосферы.

## НАРУШЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ТЕРМОДИНАМИКИ

Солнечные торнадо — явление само по себе достаточно удивительное. Возможно, они также помогут объяснить одну из самых странных солнечных особенностей: атмосфера Солнца горячее его поверхности. Температура в 5700 К на поверхности выглядит холодной по сравнению с несколькими миллионами градусов, типичными для солнечной короны.

Обычно по мере того, как объект удаляется от источника тепла, он остывает. Чем ближе маршмеллоу к огню, тем оно быстрее поджаривается. Но солнечная атмосфера играет не по правилам. Энергия огибает видимую поверхность Солнца и вливается в его корону.

Значительная ее часть, похоже, поступает из переходной области, отделяющей корону Солнца от хромосферы — следующего атмосферного слоя. Торнадо, дожди, магнитные косы, плазменные струи и странные явления под названием «спикулы» — как полагают, все это играет большую роль в процессе нагревания короны, перенося энергию из нижележащих областей Солнца вверх. Детали происходящего, однако, пока не ясны и ждут своих исследователей.

## ПОЛЕТЫ К СОЛНЦУ

Чтобы решить все эти головоломки, нужно подобрать-ся к Солнцу как можно ближе.

В октябре 2018 года планировали запустить *Solar Orbiter* (Солнечный орбитальный аппарат) — спутник для исследования Солнца, который разрабатывает **Европейское космическое агентство**<sup>1</sup>. Он должен подлететь к Солнцу на расстояние 45 млн км и сфотографировать его полюса. Такие снимки, первые в своем роде, помогут ученым выяснить причину возникновения магнитного поля Солнца и, возможно, прольют свет на то, почему северный и южный полюсы так часто меняются друг с другом. Зонд также сможет выявлять начинающийся солнечный ветер, еще не достигший Земли.

Солнечный зонд *Parker Solar Probe* («Паркер») — автоматический космический аппарат НАСА для изучения внешней короны Солнца — запустили 12 августа 2018 года. Предполагается, что он подлетит к Солнцу на расстояние 6 млн км. Зонд будет приближаться круглым путем, осторожно, подобно тому, как матадор подкрадывается к разъяренному быку. Отчасти это нужно в целях безопасности: по мере приближения аппарата к Солнцу ученые смогут отслеживать возникающие под действием радиации или излишнего нагревания угрозы, которые могут повредить аппарат, и вовремя принимать надлежащие меры. Аппарат семь раз обогнет Венеру, прежде чем выйдет на конечную траекторию. При максимальном сближении зонд промчится мимо Солнца со скоростью 200 км/с. Ученые надеются с его по-

---

<sup>1</sup> Запуск перенесли на февраль 2020 года (здесь и далее прим. переводчика, если не указано иное).

мощью выяснить механизмы нагревания короны и образования солнечного ветра.

## МЕТАЛЛЫ, КОТОРЫХ НЕ ХВАТАЕТ

Мы не можем подкрасться к Солнцу и оторвать от него кусочек для исследований. Но, тем не менее, у нас есть два способа узнать, из чего оно состоит. Гелиосейсмологи изучают колебания поверхности Солнца и по их виду могут сделать вывод о химическом составе светила. Спектроскописты изучают солнечный свет, пропуская его через высокотехнологичные призмы, и препарируют его на части, выделяя характерные полосы и линии — уникальный штрих-код для идентификации составляющих элементов.

В течение долгого времени эти два метода рисовали одну и ту же картину: Солнце состоит в основном из водорода и гелия, с небольшими вкраплениями других элементов, оставшихся от взрывов более ранних звезд во Вселенной. Астрономы (в отличие от химиков) называют все элементы тяжелее гелия «металлами». Эти элементы содержатся во внутренних областях Солнца и составляют немногим меньше 2% от его полной массы. Несмотря на то, что металлы находятся в явном меньшинстве, они играют ключевую роль в переброске энергии от ядра в клочущиеся слои на поверхности.

Но в начале 2000-х годов случился конфуз. Мартин Асплунд, молодой ученый из Копенгагена, занялся исследованиями движений внешних слоев звезд, чтобы внести необходимые коррективы в расчеты спектров. У него в распоряжении оказался факультетский суперкомпьютер,

на котором он построил трехмерную численную модель внешнего солнечного слоя. В 2009 году с помощью этой модели получили неожиданный результат: не хватало четвертой части металлов, на присутствие которых неизменно указывали гелиосейсмические данные.

До сих пор никто не смог опровергнуть результаты Асплунда. В свете полученных им данных приходится пересматривать выводы, касающиеся не только Солнца, но и других звезд, ведь от Солнца, ближайшей к нам и самой досягаемой из звезд, зависит наше понимание и его космических родственников.

Не обошлось и без экзотических решений, предполагающих, что **темная материя** внутри Солнца поможет согласовать прежние данные с новыми. Но гораздо более правдоподобно следующее предположение. При тех экстремальных температурах и давлениях, которые существуют на Солнце, тяжелые элементы ведут себя иначе, чем мы ожидали, и законы поглощения и излучения для них описываются другими формулами.

Большие надежды на разрешение этой загадки связаны с нейтринным детектором SNO+ (расширенная версия эксперимента в *Sudbury Neutrino Observatory* — нейтринной обсерватории в Садбери), установленным в Канаде. Обнаружение солнечных нейтрино в настоящее время не является чем-то необычным, но с помощью детектора SNO+ есть надежда поймать слабый сигнал от редких CNO-нейтрино, образующихся в CNO-цикле — термоядерной реакции превращения водорода в гелий, в которой углерод, кислород и азот выступают как катализаторы. И таким образом можно будет заглянуть в ядро Солнца и оценить содержащееся там количество этих тяжелых элементов.