

УДК 523.9
ББК 22.652
Я40

*Нарушение прав автора, правообладателя,
лицензиара в соответствии с действующим законодательством
Российской Федерации, включая, но не ограничиваясь
УК РФ, КоАП РФ, ГК РФ влечет привлечение виновных к уголовной,
административной и гражданской ответственности*

Язев, С. А.

Я40 Лекции о Солнце / Сергей Арктурович Язев. —
Москва : Издательство АСТ, 2018. — 320, [16] с. :
ил. — (Лекторий. Как устроен мир).

ISBN 978-5-17-107796-9

Две тысячи лет назад Солнце было персонажем многих легенд, мифическим духом или даже богом. Долгое время считалось, что дневное светило движется вокруг центра мира — Земли. Четыреста лет назад люди смотрели на Солнце в первые телескопы — и не могли поверить в то, что видели. Сегодня Солнце изучают несколько тысяч специалистов, но что мы о нем знаем? Как мы получили эти знания?

Эта книга — не только о самом Солнце, но и о наших представлениях о нем. О том, как умозрительные рассуждения сменялись научными гипотезами, а старые гипотезы — новыми. О том, как изучают то, до чего невозможно дотронуться, и почему такие знания достоверны. О том, каким сложным и драматичным бывает путь исследователей Солнца. И, конечно, обо всем самом интересном, что происходит на нашей звезде.

УДК 523.9
ББК 22.652

ISBN 978-5-17-107796-9

© Язев Сергей Арктурович, 2018
© Оформление, ООО «Издательство АСТ», 2018

Предисловие

Эта книга содержит несколько лекций о Солнце. Если говорить точнее, не столько о самом Солнце, сколько о наших представлениях о нем. Эти представления со временем менялись, причем довольно существенно. По поводу сущности Солнца и того, что на нем происходит, выдвигались многочисленные версии, большинство из которых в конечном итоге оказались неверными.

Я попытался показать, как долгими веками шел путь познания природы дневного светила. Умозрительные рассуждения о Солнце постепенно сменялись научными гипотезами, и разброс во взглядах на нашу родную звезду медленно уменьшался по мере того, как научный метод позволял получать все больше информации о ней.

Вся история исследований Солнца показывает тесную связь общего уровня науки с возможностями гелиофизиков. Наука развивается по своим внутренним законам, отдельные направления науки помогают другим, все время выравнивая общий фронт научных исследований. Так, например, выдающиеся достижения в области спектрального анализа, сделанные в XIX веке, и будучи примененными в астрофизике, позволили сделать качественный прорыв в нашем понимании Солнца. Раньше это было невозможно.

До тех пор, пока стремительно развивавшаяся в XX веке физика не добралась до тайн микромира, приступив к изучению природы атомов и элементарных частиц, было невозможно появление гипотезы о термоядерных реакциях в недрах Солнца как источнике его гигантской энергии. Пока не появились внеатмосферные методы исследования, невозможно было узнать о многих образованиях на Солнце, излучающих только в рентгеновских и ультрафиолетовых лучах.

Из этой книги любознательные читатели, далекие от профессиональных занятий солнечной физикой (а книга адресована прежде всего им), узнают, каким сложным и драматичным был и остается путь исследователей Солнца.

В здание наших знаний о Солнце каждый исследователь укладывает свой кирпич (кусочек новых знаний). Кому-то удастся уложить больше кирпичей, кому-то — меньше. Чей-то кирпич приходится выкорчевывать, когда становится ясно, что полученные знания неверны и опровергаются другими знаниями.

Здание знаний постепенно поднимается, темпы его строительства увеличиваются. Если 400 лет назад лишь несколько человек на нашей планете вглядывались в Солнце с помощью первых телескопов, размышляя о его природе, то сейчас светило изучают во всем мире несколько тысяч специалистов, используя самые современные достижения науки.

Иногда возникает ощущение, что здание близко к завершению, и остается лишь отделять помещения и заниматься декором. Но в науке так уже бывало. Вполне может оказаться, что построенное

здание окажется отдельным крылом более значительного здания, которое еще предстоит возводить, а кажущийся надежным фундамент окажется крышей иного сооружения, о котором мы и не подозревали. А может быть, завершающий (как нам кажется сегодня!) этаж послужит фундаментом для новых будущих грандиозных надстроек.

Это вовсе не означает, что научный метод плох и наука неэффективна. Это значит, что все идет как надо. Других эффективных способов познания мира у нас не существует.

Познание продолжается. Солнце оказалось слишком сложной физической системой (в чем, впрочем, никто никогда не сомневался), и существующие модели, описывающие происходящие на Солнце процессы, в большинстве своем, наверно, пока еще не вполне адекватны. В списке задач, лежащих перед гелиофизиками, присутствуют глубокие и серьезные вопросы, разобраться с которыми, похоже, ученым предстоит еще очень долго.

Всем исследователям Солнца всех времен, и, прежде всего, моим дорогим коллегам-солнечникам по Институту солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН, с которыми мы вместе уже более 40 лет, посвящается эта книга. Хочется надеяться, что камни, которые все мы (и каждый в отдельности) заложили в здание знаний о Солнце, останутся на своих местах и послужат основой для дальнейших построений.

Сергей Язев,
июнь 2018 года,
Иркутск

Лекция первая

Солнце на заре цивилизации

*Солнце, сердце мира, свет нетленный,
Ты — дух, скрепивший рукопись Вселенной,
Небытия и бытия причина,
Источник жизни и ее вершина.*

Икбал Мухаммад

*Солнце — это то, что светит и помогает нам
видеть. Солнце нужно, чтобы тепло было на
Земле. Если бы его не было, было бы темно
и грустно.*

Алена Слизких, 7 лет

Давайте представим себе ощущения древнего человека. Цивилизации в современном смысле этого слова не существует. Нет домов, машин, механизмов, систем связи, искусственных материалов. Человек живет в примитивном жилище — это пещера или подобие шалаша. Его окружает удивительный и разнообразный, непонятный и поэтому крайне опасный мир. Огромная бескрайняя плоская земля, с ее холмами и равнинами, горами и водоемами населена множеством живых существ: насекомых, птиц, рыб и зверей. Живые существа движутся и явно обладают собственными стремлениями — подобно людям.

Но в мире есть не только звери и птицы. Человека окружают деревья, которые растут, а значит, тоже по-своему движутся (только медленно). Но иногда ветви деревьев начинают качаться! Даже мертвые, казалось бы, камни, порой двигаются — катятся вниз. Как живое существо ведет себя вода: она может быть тихой и неподвижной, а может с ревом двигаться, сокрушая все на своем пути. Свойства живого существа можно обнаружить у ветра. Более того, даже вся гигантская земля порой содрогается в конвульсиях землетрясений, как огромное животное. Для человека это означало, что весь мир наполнен живыми существами.

Высоко в небе летают птицы. Но еще выше птиц видны облака. Они тоже ведут себя как живые: все время меняются, движутся. Иногда из них льется вода, иногда падает снег. А еще выше облаков виден на небе яркий огонь, который ослепляет и на который можно смотреть без опасности утратить зрение только рано утром, либо поздним вечером, либо сквозь плотный туман. И тогда видно, что небесный огонь — Солнце — имеет удивительно круглую форму, как, пожалуй, ничто иное в мире. Но, находясь низко над горизонтом, Солнце тоже изменяется: становится (как мы сегодня знаем, из-за эффекта рефракции света в плотных слоях земной атмосферы) эллипсовидным, приплюснутым, а иногда приобретает другие сложные формы.

Человек давно заметил, что животворное согревающее тепло связано именно с Солнцем. Теплая земля быстро остывает, если нет Солнца. Полуденный зной

меняется прохладой заката. Если зимнее Солнце поднимается в небо ненадолго и невысоко, то греет оно слабо, и землю охватывают долгие холода. Создается впечатление, что движущееся по небу Солнце — тоже живое, ведущее себя по-разному в разное время, подобно людям и зверям.

Специалисты по этнографии едины в одном: мир первобытного человека был плотно населен духами. Живым было все! Живыми были листья, травы, камни, скалы, горы, реки. Живым был песок, и живой была глина. Живыми, безусловно, были и Солнце, и Луна, и звезды. Последние, как думалось людям, иногда падали с небес метеорами (яркими искорками на черном небе), а то и метеоритами (железными или каменными почерневшими обломками). Может быть, первым проявлением абстрактного мышления человека разумного было выделение в окружающих его элементах мира воображаемых жизненных сущностей — духов.

Наверное, человек не мог не ощущать разницу между листком на ветке и воображаемым духом листка. Дух листка, несомненно, обладал жизненной силой, он мог «захотеть», чтобы лист оторвался от ветки и полетел, а мог пожелать пребывания в покое. Человек допускал: дух камня может в принципе «захотеть», чтобы камень полетел вверх, а не вниз. Если это не происходит, то только потому, что духу камня это не нравится, и по какой-то причине он предпочитает перемещаться именно вниз.

Но так же, проявляя самостоятельность, ведет себя и Солнце! Оно каждый день ходит по небесной

тропе, подобно крупному животному на водопой. Солнце самостоятельно, без каких-либо видимых внешних причин, меняет в течение года траекторию своего пути по небу, движется на небе то выше, то ниже. Более того, похоже, что Солнце гораздо «сильнее» многих других существ по многим очевидным причинам.

Общаясь с духами (как правило, через колдунов и шаманов), можно было просить духа воды усмирить свое буйство во время наводнения, просить духа дождя о ливне во время засухи, просить духа оленя поддаться во время охоты, чтобы накормить племя, просить духа Солнца, чтобы было, как всегда, светло и тепло днем.

Много позже у многих народов духи превращались в богов. Бог Солнца традиционно был одним из самых сильных и могущественных — это отражало жизненные наблюдения людей. Когда Солнце гневало, губительные засухи сушили и испепеляли землю, и все живое погибало от страшной жары. Когда Солнце засыпало, болело или отворачивалось от людей, оно становилось низким, бледным, и землю сковывали зимние холода. Поэтому у множества народов Солнце ассоциировалось с главным или одним из главных богов, которых было, как правило, немало.

Известный специалист в области истории астрономии Бартел Ван дер Варден указывал в своем классическом труде «Пробуждающаяся наука. Рождение астрономии», что у древних арийцев в Иране и Индии был солнечный бог Митра. В кли-

нописном тексте на глиняных табличках из знаменитой библиотеки Ашшурбанапала имя Митра приводится как одно из многих обозначений солнечного бога Шамаша. В более поздние времена на монументе Антиоха I из Каммагены один из четырех изображенных богов был указан под четырьмя именами — Аполлон, Митра, Гелиос, Гермес. Еще позднее, в эпоху Римской империи, Митра именуется *Deus Sol Invictus*, то есть «Бог Солнце Непобедимое». Не лишним будет указать, что культ Митры требовал кровавых жертвоприношений животных.

Японская богиня Солнца Аматерасу считалась первой среди более чем 800 божеств.

Могучий бог плодородия Ярило — воплощение Солнца у древних славян. Обряд масленицы — след славянского ритуала поклонения Солнцу. Округлая форма масленичных блинов напоминает нам о Солнце, прибывающем дне и приближающемся жарком лете.

У древних египтян бог Солнца Ра, изображавшийся в виде человека с головой сокола, увенчанной сияющим солнечным диском, совершал трудное и опасное путешествие на своей ладье через весь мир. Утром ладья Ра выплывала в небо, поднимаясь с востока, вечером спускалась на западе. Ночами Ра проделывал сложный маршрут в подземном темном царстве, преодолевая препятствия и сражаясь со страшными чудовищами. Своими ночными страхами и опасностями, таящимися в темноте, люди щедро делились с богами! Но, в отличие от людей, бог Ра всегда выходил победителем в схватках с монстрами подземного

мира, и его ладья каждый раз вновь и вновь появлялась на востоке, озаряя светом замершую ночную землю.

Ежедневное исчезновение Солнца на западе и его новое появление на востоке породило у многих народов множество мифов и легенд о великом круговращении, повторении, умирании и воскрешении как основных механизмах и принципах, на которых построен мир.



Любопытно, что транспортировка бога Ра по твердому небу осуществлялась при помощи ладьи — большой лодки. Для египтян перемещение по главной реке страны — Нилу — было основным и наиболее совершенным видом перевозки грузов. Поэтому египетские рисунки на папирусе и настенные фрески не показывают нам колесницу бога Солнца — в отличие от представлений греков, викингов, ведических племен Индии, у которых светило перемещается именно при помощи колесницы.

Рис. 1. Египетский бог Солнца Ра

Директор Гриффитской обсерватории в Лос-Анджелесе Эдвин Крапп в своей книге «Астрономия. Легенды и предания о Солнце, Луне, звездах и планетах» обращает внимание еще и на то, что само Солнце походит на колесо, катящееся по небу.

Интересно, что у тех же египтян есть другой способ изображения Солнца — в виде крылатого диска. Понятно, что Солнце, двигаясь на огромной высоте, как птица, должно было пользоваться крыльями, — иначе как оно могло летать? Не исключено, что естественная мысль о крыльях могла появиться во время наблюдений солнечных затмений — во всяком случае, во время минимумов солнечной активности корона напоминает два симметричных протяженных крыла. Ассирийцы и персы тоже изображали Солнце в виде сияющего диска с крыльями, но у этого диска было еще и хвостовое оперение!

Это не единственный пример наделения богов чисто земными, привычными и наблюдаемыми на практике атрибутами. Вся мифология, связанная с греческими богами, — тому пример.

Впрочем, Солнце оказывалось богом далеко не всегда. Как указывает Эдвин Крапп, у многих народов мира мифические персонажи, олицетворявшие Солнце, отнюдь не являлись богами. Полинезийский полубог (наполовину человек, наполовину божество) насмешник и проказник Мауи однажды поймал Солнце с помощью веревочной петли, применив привычные навыки охоты на животных. Солнце было отпущено под обещание двигаться по небу медленнее. При этом сущность Солнца в полинезийском

мифе не раскрывается: Солнце — это просто Солнце (впрочем, живое и, видимо, наделенное разумом, раз уж оно было способно давать и, тем более, выполнять обещания).

В новозеландском варианте мифа Мауи даже поколотил пойманное Солнце — никакой бог не позволил бы подобного обращения с собой! Солнце при таком рассмотрении выглядит вполне обычным и даже домашним персонажем, как конь или собака. Хозяин поймал лошадь и отхлестал — чтобы не убегала...

Индейцы племени чумашей в Южной Калифорнии представляли себе Солнце во вполне человеческом виде: некий бородатый обнаженный муж идет по канату, натянутому над миром, и несет факел, чтобы осветить и согреть Землю.

Существует замечательное описание процесса «разжигания» Солнца во время солнечного затмения. Индейцы привязывали горящие угольки к наконечникам стрел и стреляли вверх, надеясь снова поджечь потухшее светило. Технология оказалась эффективной: очень быстро Солнце снова ярко вспыхивало на небосводе. Очевидно, что в этом Солнце — просто источник света и тепла, подобный очагу.

Описывая затмения Солнца, создатели многих древних мифов считали, что разнообразные существа (демоны, чудовища либо мифические животные) настойчиво пытаются сожрать Солнце. В древнеиндийском эпосе излагается история, как демон по имени Раху (изображаемый, как правило, в образе дракона) отхлебнул напиток бессмертия. Солнце и Луна,

заметившие этот возмутительный акт беззакония (демонам напитков не полагался), немедленно сообщили о случившемся богу Вишну. Рассердившийся Вишну поступил радикально — отрубил Раху голову. С тех пор успевшая заполучить свойство бессмертия голова дракона периодически пытается в отместку проглотить доносчиков — Солнце и Луну. Поскольку у Раху нет туловища, светила снова и снова выскальзывают из перерубленной глотки и убегают.

Следует обратить внимание: в этом мифе (и во многих иных) Солнце снова живое и разумное (способно разговаривать и убегать от опасности), но дополнительно о сущности Солнца ничего не говорится.

Мотив поедания Солнца как причина затмений довольно распространен у многих народов. Во всех подобных мифах природа Солнца не раскрывается — какой смысл о нем рассказывать, если все о нем и так знают? При этом ясно, что какая-нибудь лягушка, хотя бы и гигантская, — наверное, все-таки не соперник богу (иначе, что это за бог?) И если во вьетнамском мифе ей (лягушке) удастся проглотить Солнце (хапнуть с неба, как какого-нибудь комара),

то такое светило явно лишено божественного ста-



Рис. 2. Раху заглатывает Солнце. Солнечное затмение нередко воспринималось древними как акт пожирания Солнца сверхъестественными существами

туса. Это некий важный элемент мира, возможно, даже одушевленный — но все-таки не бог.

Упомянем, что затмения в некоторых мифах рассматриваются не как акт поедания одного светила другим, а как акт их совокупления.

Во времена Древней Греции мир в умах просвещенных людей строился на иных принципах. Никто (или почти никто) здесь уже не говорил об одушевленности небесных светил. Картины мира, которые строили древнегреческие философы, указывали на Солнце как на некий физический объект, элемент окружающей нас природы.

Версий о сущности Солнца было множество. В их числе представление о том, что Солнце и Луна — некие светящиеся облака, которые сгорают, двигаясь по небу с востока на запад. Наутро ввысь поднимается новое облако — Солнце. Надо полагать, люди понимали, что если Солнце и облако, то все же какое-то необычное. Но, тем не менее — все-таки облако!

С давних времен людьми признавалась (точнее, предполагалась) огненная природа Солнца. Огонь, хорошо известный людям с тех пор, как они стали людьми, был непонятным, но привычным. Как и Солнце, огонь мог нести тепло и жизнь, а мог обернуться смертельным бедствием (например, в образе лесного пожара). Естественно, и ослепительное Солнце воспринималось как нечто горящее, раскаленное, огненное... Но все-таки, что это такое? Что горит в небесах, почему не исчерпывается необходимое для горения, как давно поняли люди, горючее?

Первые попытки дать обоснованные ответы на эти вопросы были предприняты носителями нового подхода к окружающему миру — первыми учеными, применившими научный метод к объяснению Вселенной. На самом деле, это еще не был полноценный научный метод, это были только его зачатки. Считается, что первые проявления науки, воспринимаемой в современном смысле, характерны для Древней Греции (хотя очевидно, что ростки новой методологии появлялись и раньше, например в Древнем Египте).

Описание истории науки обычно начинается с Фалеса из малоазиатской греческой колонии Милет, основателя так называемой ионийской школы философов. Он жил более двух с половиной тысячелетий назад — с 640/624 по 548/546 год до н. э. В списке из 12 астрономических достижений Фалеса фигурирует его утверждение: «Солнце и звезды состоят из земли, но при этом раскалены».

Некоторые достижения Фалеса в астрономии опровергаются специалистами, — в том смысле, что его утверждения были известны и ранее. Делая оговорку о том, что Фалес мог быть и не первым, повторим вслед за ним: Солнце состоит из раскаленной земли. Слово «земли» в данном контексте, видимо, надо интерпретировать так: из грунта, камня, из всего того же, из чего состоит и Земля, на которой мы живем.

Главным по отношению к Солнцу было утверждение, что весь видимый мир устроен одинаковым образом и вполне материален. Небесные тела, по Фалесу, состоят из вещества, подобное которому мы