

ЛЕКЦИИ

О

СОЛНЦЕ

Сергей Язев

Доктор физико-математических наук, профессор Иркутского государственного университета, директор астрономической обсерватории Иркутского государственного университета, старший научный сотрудник Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН

Миллиарды лет в ядре Солнца бушуют термоядерные реакции. Выделившаяся энергия просачивается наружу, сквозь гигантскую толщу раскаленной плазмы. В наружных слоях нашей звезды вещество всплывает к поверхности, а затем, остывая, погружается обратно в недра, участвуя в постоянном круговороте.



Лекторий. Как устроен мир

Сергей Язев

Лекции о Солнце

«Издательство АСТ»

2018

УДК 523.9
ББК 22.652

Язев С. А.

Лекции о Солнце / С. А. Язев — «Издательство АСТ»,
2018 — (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 С. А., 2018
© Издательство АСТ, 2018

Содержание

Предисловие	5
Лекция первая	7
Конец ознакомительного фрагмента.	19

Сергей Язев

Лекции о Солнце

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 отделывать 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 проис-

ходящие на Солнце процессы, в большинстве своем, наверно, пока еще не вполне адекватны. В списке задач, лежащих перед гелиофизиками, присутствуют глубокие и серьезные вопросы, разбираться 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) эллипсоидным, 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 сменяется 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 сущностей 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 клинописном 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.



Рис. 1. Египетский бог Солнца Ра

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.

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 разнообразное 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 напиток 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 выскользывают 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 статуса. Это некий важный элемент мира, возможно, даже одушевленный – но все-таки не бог.





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

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 можем найти и на Земле. Разница только в температуре. Заметим, что причину нагрева Солнца «добела» Фалес не указывал (точнее, его рассуждения на этот счет неизвестны, и что он думал по этому поводу, мы, видимо, уже никогда не узнаем).

Развивал и уточнял идеи Фалеса его ученик Анаксимандр (610–546 годы до н. э.). Историк астрономии Алина Иосифовна Еремеева называет поразительными идеи, которые были высказаны этим величайшим умом древности. С ней можно согласиться! По Анаксимандру, мир начинался с холодного и влажного ядра-зародыша, окруженного раскаленной огненной оболочкой. Под воздействием жара оболочки влажное ядро высыхало, выделявшиеся пары под растущим давлением раздували оболочку. В конце концов, оболочка лопнула и распалась на ряд огненных колец. В центре мира осталась свободно парящая Земля в виде низкого цилиндра (она неподвижна, поскольку нет причины двинуться в ту или иную сторону). Одно из отслоившихся колец и породило Солнце.

Добавим заодно, что Анаксимандр был, по-видимому, первым мыслителем, который считал, что Земля в виде плоского диска не покоится на каком-то массивном фундаменте (слонах, черепахах и т. д.), а висит в центре мира. Воистину, представить себе висящий в пространстве и никуда не падающий гигантский тяжелый объект было непросто. Отказ от «подставок» под Землей – это грандиозный интеллектуальный прорыв, который был осуществлен Анаксимандром. Впрочем, эта замечательная идея к сущности Солнца отношения не имеет.

Ученик Анаксимандра Анаксимен (?–528/525 годы до н. э.), в отличие от своего учителя, полагал, что Солнце и Луна свободно парят в воздухе, уже «не привязанные» к соответствующим кольцам.

К ионийской школе примыкал еще один мыслитель, чьи высказывания по поводу Солнца сохранились до наших дней. Речь идет о Гераклите из Эфеса (540–480 годы до н. э.). Философ считал, что Солнце – это круглое вместилище в пространстве, заполненное светлыми и чистыми испарениями некоей огнеподобной субстанции, – основы всего мира. Гераклит полагал, что Солнце имеет размеры в один фут (чуть больше 30 сантиметров).

Философское направление, развивавшееся ионийской школой, обычно квалифицируется как учение, содержащее элементы стихийного материализма. Судя по всему, в создаваемые картины мира ионийские философы вносили процессы и явления, которые наблюдали своими глазами. Впечатляющие картины испарения воды и формирования облаков над морем, видимо, привлекались для использования в построениях описаний Вселенной. А пар под давлением, способный подбрасывать крышку сосуда, вероятнее всего, и навел Анаксимандра на мысль о разрушении раскаленной оболочки мира. Впрочем, дело было 25 веков назад, и теперь трудно воспроизвести ход рассуждений древнегреческих мыслителей...

Совершенно иной подход развивали последователи знаменитого философа и математика Пифагора (около 580 – около 500 года до н. э.). Пифагорейцы считали, что Вселенная состоит из нескольких (девяти или десяти) концентрических шаровых поверхностей – сфер, которые вращались вокруг единого центра. На сферах были жестко закреплены известные в те времена планеты, а также воображаемый Антихтон («Противоземля»). На самой далекой, последней сфере размещались неподвижные звезды. Замечательным свойством этой системы было то, что Земля впервые не являлась центром мира, а двигалась вокруг общего его центра, подобно другим планетам! Но в центре Вселенной Пифагора было вовсе не Солнце, как можно было себе представить. Там находилась некая таинственная Гестия («центральный огонь»).

О системе мира Пифагора известно из достаточно туманного изложения его последователя Филолая Кротонского в пересказе Диогена Лаэртского. Возможно, картина была бы яснее,

если бы до наших времен дошли первоначальные тексты. Во всяком случае, если суммировать то, что известно о взглядах пифагорейцев, получается следующее. Вокруг «центрального огня» движется «Противоземля». Она нужна для того, чтобы загораживать Землю от «центрального огня», – собственно, поэтому мы его никогда и не видим. «Противоземля» всегда находится между Гестией и Землей, обеспечивая вечное «затмение» Гестии для земного наблюдателя. Кроме того, мы живем на той половине шарообразной Земли, которая всегда отвернута от Гестии, – и это тоже причина того, что никто никогда не видел своими глазами «центральный огонь».

На следующей за «Противоземлей» сфере находится Земля, за ней – Луна, затем Меркурий, затем Венера, и уже только за этой планетой – Солнце, совершающее за год один оборот вокруг «центрального огня». При этом Солнце – вовсе не источник света и тепла! По Филолаю, Солнце представляет собой нечто вроде полупрозрачного (стеклянного? хрустального?) шара. Этот шар только отражает (как зеркало), преломляет (как линза) и передает планетам тепло и свет «центрального огня». Уже упоминавшаяся А. И. Еремеева предположила, что эта идея возникла у пифагорейцев при изучении свойств стеклянных шариков, собирающих свет, – первых линз в руках человека.

Кроме того, в системе невнятно описан еще и некий, еще более таинственный, «внешний огонь», который разливается за пределами далекой сферы неподвижных звезд.

Итак, Солнце, по Пифагору (точнее, по Пифагору в интерпретации Филолая), – это своеобразное оптическое устройство со свойствами линзы и зеркала, чья функция – транслировать на планеты свет «центрального» и «внешнего огня». Оставалось только гадать, кто же сконструировал и построил такую Вселенную...

Воистину, Древняя Греция – это удивительное место и удивительная эпоха. Именно здесь и именно тогда, более двух тысяч лет тому назад, впервые возникали грандиозные и разнообразные идеи об устройстве мира. Если пифагорейцы видели мир гармоничным и подчиненным строгому математическому замыслу, то такой мыслитель, как, например, Анаксагор (500–428 годы до н. э.) представлял себе Солнце весьма «весомо, грубо, зримо». Он полагал, что Солнце – это оторвавшаяся от Земли в результате ее быстрого вращения громадная каменная глыба размерами с полуостров Пелопоннес (занимающий, между прочим, треть территории Греции). Сама идея означает, что Анаксагор был знаком с понятием центробежной силы. При этом, стремительно двигаясь сквозь наполняющую Вселенную субстанцию (мировой эфир), Солнце сильно раскалилось, став «огненным насквозь». Это первая известная нам попытка указать на огромные размеры Солнца! В те времена превалировала точка зрения о том, что Солнце имеет диаметр порядка одного фута, двух локтей и т. п. Кроме того, нагрев небесного тела за счет трения при движении сквозь некую среду – тоже великолепная идея, которая (не в случае с Солнцем) вполне соответствует законам природы, которые еще не были открыты, но уже нащупывались.

Анаксагору приписывается объяснение природы большого («с два воза») метеорита, рухнувшего на севере Греции в 470 или 467 году до н. э. Философ счел его куском Солнца (трудно не вспомнить носовского Незнайку, который пугал своих собратьев-коротышек жутким известием: «От Солнца оторвался кусок и летит к нам на Землю, и скоро нам всем будет крышка!»). Изучение метеорита, согласно легенде, привело Анаксагора к мысли, что все небесные светила включая Солнце и звезды – это просто раскаленные камни.

Замечательно и предложенное им объяснение, почему же эти глыбы не падают. Мыслитель считал, что к быстро вращающемуся твердому небу их прижимает центробежная сила! Но иногда случается притормаживание этого вращения, что может приводить к их падению.

Взгляды Анаксагора общественностью приняты не были, он подвергся гонениям и умер в изгнании. Еще бы – он предлагал проститься с представлениями об особой небесной (в том числе и божественной) сущности светил: Солнце в его картине мира было просто разогретым

кусом земной скалы... Впрочем, нечто подобное, хотя и не столь подробно, в свое время уже говорил Фалес...

Точки зрения сильно различались. Современник Анаксагора Эмпедокл (около 490 – около 430 года до н. э.) был знаком с ним и слушал его выступления. Но Солнце, по Эмпедоклу, обладало иной сущностью. Диоген Лаэртский, излагая концепцию этого философа, писал: «Солнце он почитает обширным скопищем огня величиною больше Луны, Луну – кругловидной, небо же – кристаллообразным».

Вспоминая мыслителей Древней Греции, нельзя не вспомнить о великом философе и, пожалуй, первом настоящем физике в человеческой истории – Аристотеле (384–322 годы до н. э.). Аристотель критически осмыслил и обобщил, по сути, все разнородные и разнообразные учения того времени. Некоторые были им жестко и резко раскритикованы, некоторые включены в его собственную картину мира. При этом Аристотель основывался на наблюдениях и опыте, декларируя изгнание из науки бездоказательного вымысла. Многие детали мироздания были им подмечены совершенно правильно и точно. Но, с другой стороны, и в его собственном описании Вселенной есть немало умозрительных вещей, противоречащих опыту.

Рассуждения о достижениях Аристотеля уведут нас далеко от солнечной темы. Поэтому обратимся к цитате из сочинения Аристотеля «О небе», из которой сразу станет ясно, что же философ думал о природе Солнца.

«Земля неподвижна в центре мира, а Солнце и Луна вращаются вокруг нее, – писал Аристотель. – Наш огонь (видимо, тот, с которым мы имеем дело на Земле. – С. Я.) хотя бы по своему цвету не имеет ничего общего с солнечным белым сиянием. Солнце состоит не из огня, а из огромного количества эфира. Его тепло происходит от взаимодействия эфира при движении вокруг Земли».

По-видимому, это высказывание Аристотеля требует комментариев. Из чего построена Вселенная? Эмпедокл предлагал четыре основных элемента – землю, воду, воздух и огонь. Из них, согласно его учению, состоит все в мире, и если вещества отличаются друг от друга, то только потому, что в них разное сочетание этих элементов – например, больше или меньше воды. Аристотель принял идею Эмпедокла, но добавил к ней еще один, пятый элемент (*quinta essentia*, или квинтэссенцию, как позднее назвали его на латинском языке).

Болгарские астрономы и популяризаторы науки Никола Николов и Владимир Харлампиев в своей книге «Звездочеты древности» так описывают Аристотелеву картину мира: «Согласно Аристотелю, Вселенная имеет следующую структуру: самые тяжелые элементы – земля и вода – остаются внизу, над ними располагается слой воздуха и еще выше простирается самый легкий элемент – огонь. Так построена часть Вселенной до Луны, и эту часть Аристотель называл элементарным, подлунным или земным миром. Над нею находится более совершенный надлунный мир. Луна, Солнце и планеты состоят из эфира, но не вполне чистого, поскольку они расположены не очень далеко от Земли. Из самого лучшего эфира сделаны звезды и небесная сфера, к которой они прикреплены».

Итак, Солнце у Аристотеля представляет собой сгусток таинственного «пятого элемента» – эфира, причем вдобавок не совсем чистого (видимо, с примесями как минимум огня и воздуха, – а может быть, даже и воды с землей). И если разогрев звезд, как писал философ, происходит из-за их трения об эфир во время вращательного движения вокруг Земли, то мощный дневной поток света и тепла никак не связан с перемещениями Солнца, – ведь светило не движется в своей сфере, будучи закрепленным на ней. Тепло и свет возникают из-за трения самих сфер друг о друга! Но это значит, что небесные сферы вполне материальны – твердые, плотные, задевающие друг друга. «При всей наивности картины, – пишет А. И. Еремеева, – Аристотель и здесь остается прежде всего физиком, механиком, даже инженером...»

Из всей славной когорты древнегреческих философов и ученых особое место занимает Аристарх (310–250 годы до н. э.). Его достижения впечатляют. Впрочем, трудно избавиться от

ощущения, что его гениальные рассуждения либо неизвестны, либо непонятны подавляющему большинству населения земного шара и по сей день. Аристарх совершил первую из известных нам попыток в истории человечества определить размеры Солнца и Луны и расстояния до них! При этом он впервые использовал строгие геометрические построения, а не умозрительные рассуждения.

Ученый сделал следующее. Он дождался, когда Луна была в фазе первой четверти, когда на небе сияет ровно половинка лунного диска. Но это означало, как сообразил Аристарх, что в этот момент Солнце светит точно «сбоку» на лунный шар. Следовательно, угол между линиями «Луна – Земля» и «Луна – Солнце» должен быть прямым! Если начертить треугольник с вершинами в точках «Земля», «Луна» и «Солнце», то он окажется прямоугольным. А чтобы решить задачу с прямоугольным треугольником, достаточно знать еще один его элемент, – например, еще один угол. Этот угол (между направлениями на Луну и на Солнце) Аристарх измерил. Из его треугольника получалось, что если разделить расстояние от Земли до Луны (катет) на расстояние от Земли до Солнца (гипотенуза), то это отношение будет равно косинусу измеренного им угла. Другими словами, величина косинуса этого угла будет показывать, во сколько раз расстояние от Земли до Луны меньше расстояния от Земли до Солнца.

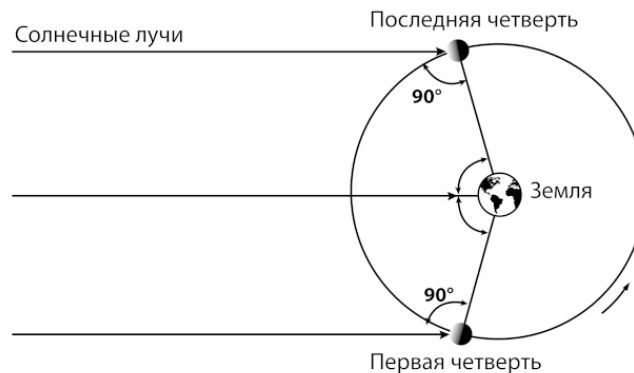


Рис. 3. Определение соотношения между расстояниями до Солнца и до Луны

Получить правильный ответ Аристарху помешала низкая точность измерения угла между направлениями на Солнце и Луну. Это непросто и сегодня, тем более что для измерений нужно выбрать момент, когда мы видим на небе ровно половину лунного диска, а это само по себе трудно. В результате у ученого получилось, что Солнце дальше Луны примерно в 19 раз (на самом деле – в 400, ошибка больше чем в 20 раз!). Тем не менее, впервые был получен неожиданный результат: Солнце расположено существенно (т. е. не в два раза) дальше Луны!

Отсюда следовал еще более глубокий вывод. Наблюдения солнечных затмений показывали, что угловые размеры Луны и Солнца на небе почти одинаковы, хорошо «подогнаны» друг к другу. В результате во время затмения Луна точно, как специальная крышка, загораживает диск Солнца. Но это означало, что если Солнце в 19 раз дальше Луны (на самом деле – в 400 раз), но имеет такие же угловые размеры, то Солнце должно быть в те же самые 19 раз больше Луны (на самом деле – в 400 раз)!

Этот вывод поражал воображение. Оставалось определить, каковы размеры Луны. Аристарх сделал и это!

Со времен Аристотеля было ясно, что лунное затмение происходит тогда, когда тень Земли падает на Луну. Если источник света (Солнце) находится очень далеко – дальше, чем экран (Луна), на который падает земная тень, – то диаметр Земли должен быть примерно равен диаметру ее тени, которую мы можем наблюдать на Луне во время лунного затмения. Аристарх довольно точно определил соотношение размеров: оказалось, тень Земли по диаметру

примерно втрое больше Луны. Но тогда и сама Земля должна быть втрое больше Луны. А если это так, то, вспоминая, что Солнце оказалось, по Аристарху, больше Луны в 19 раз, следует сделать окончательный вывод: Солнце должно быть больше Земли по диаметру примерно в шесть с лишним раз (на самом деле – в 109 раз).

Вычисляя объем Солнца, Аристарх получил фантастический результат – в 250 раз больше объема Земли! Если бы он знал правильный ответ (в 1 300 000 раз), он был бы поражен еще больше. Но и то, что получилось, было удивительно. Напомним, только Анаксагор умозрительно рискнул сравнить Солнце по размерам с полуостровом Пелопонесс, и по тем временам это была неожиданная и смелая оценка. А тут на основе наблюдений и вычислений получалось нечто невообразимое – Солнце оказывалось существенно (во много раз!) больше всей громадной Земли!

Этот вывод заставил Аристарха изменить свои прежние представления. Это обстоятельство тоже говорит в пользу данного замечательного человека. Есть множество примеров, когда ученый упрямо настаивает на своей точке зрения только потому, что она своя, – несмотря на новые факты, ее опровергающие. Ранее Аристарх, вслед за Аристотелем, был геоцентристом, считая, что неподвижная шарообразная Земля стоит в центре Вселенной. Но вообразить, каким образом гигантское Солнце кружится вокруг маленькой Земли, было трудно. Колоссальное светило, несомненно, должно было находиться в центре мира!

Аристарх стал убежденным гелиоцентристом (Солнце в центре мира). Заодно, вслед за последователями Пифагора, он возродил их старую идею движения Земли вокруг своей оси и вокруг центра мира, где теперь вместо «центрального огня» наконец расположилось Солнце. Вращение Земли вокруг своей оси, кстати, естественно объясняло смену дня и ночи.

В общем, Аристарх вполне заслуживает, чтобы мы помнили о нем как об одном из самых выдающихся интеллектуалов за всю историю человечества. К сожалению, сведения об Аристархе весьма скудны. Известно только, что он родился на острове Самос, а жил и работал в знаменитом Мусейоне – по сути дела, первом в истории университете в городе Александрии. Ученый находился на попечении государства, читал лекции. Здесь он писал свои труды, которые хранились в не менее знаменитой Александрийской библиотеке.

Многие столетия спустя, в 640 году н. э., арабы захватили Александрию и уничтожили здесь все, что могли, включая библиотеку. Это была гигантская потеря для человечества. По некоторым данным, еще 2000 лет назад здесь хранились около 400 000 томов рукописных книг, свитков пергамента и папируса. Уже никто никогда не узнает, какие древние знания о былых земных событиях, людях и культурах хранились здесь... Не сохранились, к сожалению, и труды Аристарха – до наших дней дошла лишь одна его книга «О размерах Солнца и Луны и расстояниях до них». Мы располагаем также упоминаниями о его трудах в книгах других ученых. Нет сомнений, что достижения Аристарха произвели глубокое впечатление на его образованных современников. Солнце оказалось колоссальным – значительно больше, чем люди когда бы то ни было раньше могли себе это представить.

Но само устройство Солнца, его природа и причина происхождения яркого солнечного света и мощного потока тепла оставались непонятными. Все существовавшие версии – от нагретого камня до сгустка загадочного вездесущего эфира – выглядели уязвимыми для критики со стороны думающих людей. Надлунный мир и главный его объект – сияющее Солнце – продолжали хранить свои тайны.

Вершиной греческой астрономии явилась система мира Аристотеля – Птолемея, которая включила в себя частично и результаты Аристарха. Великий александрийский математик, астроном, оптик и географ Клавдий Птолемей (около 87–165) совершил выдающийся научный подвиг. Он создал энциклопедию своего времени, включив в нее все достижения греческой науки. А эти достижения были впечатляющими: буквально за несколько столетий греки

создали столько, сколько человек разумный не создал за десятки тысяч лет своего прежнего существования на нашей планете!

Труд Птолемея назывался «Математическое сочинение», или «Большое сочинение» («Мегалэ Синтаксис», как это название звучало по-гречески). Позже вместо «большого» его стали называть «величайшим» – «Мегистэ». Арабы именовали труд Птолемея «Аль Маджисти», что привело к современному обозначению «Альмагест».

«Альмагест» – это грандиозный труд в 13 книгах. В нем, помимо многого другого, математически точно описаны движения планет с учетом их сложного петлеобразного движения по небу. Сегодня мы знаем, что странные петли, которые выписывают на небе планеты, объясняются тем, что сама Земля вовсе не неподвижна, и когда мы глядим на движущуюся планету с движущейся же Земли, создается впечатление сложного петлеобразного движения. Это похоже на наблюдения с вращающейся карусели, где наблюдатель сидит на вращающемся сидении! Учитывая, что планеты движутся не по окружностям, а по слегка вытянутым орбитам (эллипсам), да еще и не в одной плоскости, да еще и с переменной скоростью, нужно признать, что задача математического описания перемещения планет (а заодно и Солнца с Луной) по небу является сложной и на сегодня!

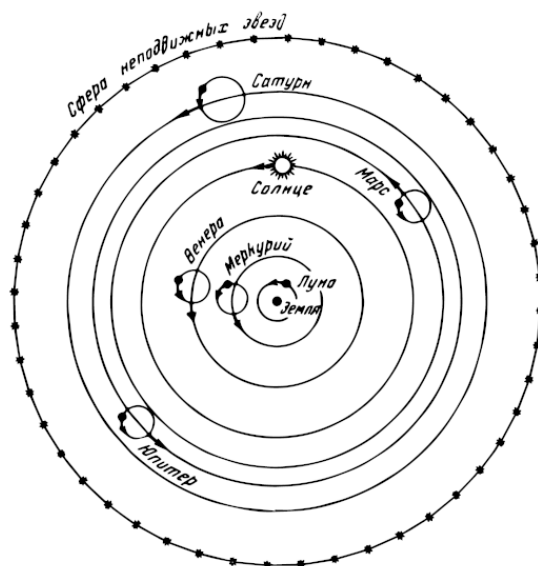


Рис. 4. Система Птолемея. Неподвижная Земля находится в центра мира, планеты движутся по эпициклам, центры эпициклов – по деферентам (орбитам вокруг Земли). У Луны и Солнца эпициклов нет

Птолемей блестяще справился с этой задачей. Он предложил систему, которая в результате длительных и сложных вычислений давала поразительную точность определения положения планеты на небе в данный момент времени – всего лишь до 10 угловых минут! Учитывая, что система при этом была принципиально неверна (Птолемей исходил из того, что Земля неподвижна и не вращается, а светила движутся вокруг нее, причем планеты – по очень сложным составным траекториям, участвуя в перемещении одновременно по многим окружностям), это была тем более сложная проблема. Но Птолемею удалось подобрать такой набор окружностей (эпициклов) с разными диаметрами. Планеты в системе Птолемея двигались по эпициклам: планета – по первому эпициклу, центр первого эпицикла – по второму эпициклу, центр второго – по третьему, и так далее, причем диаметры и скорости вращения для каждого из эпициклов были точно подобраны. Эта невероятно сложная аналоговая система, как было

указано выше, прекрасно работала и позволяла с приемлемой точностью рассчитывать перемещения планет, Солнца и Луны на фоне звездного неба.

Замечательно, что после Аристарха было известно, что Солнце значительно больше Земли. Птолемей прекрасно понимал, что движение огромного светила вокруг нашей небольшой (по сравнению с Солнцем) планеты выглядит не очень логичным. Но в пользу системы Птолемея работал набор доказательств неподвижности Земли, который 2000 лет назад выглядел вполне убедительным.

В соответствии с утверждавшейся в те годы научной методологией, которая успешно работает и сегодня, каждое научное утверждение должно быть доказано. По тем временам, убедительных доказательств вращения (и движения) Земли не было. Зато доводы в пользу неподвижности нашей планеты казались вполне логичными. Например, Птолемей считал, что в случае вращения Земли вокруг своей оси мы должны наблюдать облака, уносящиеся в направлении, противоположном вращению планеты. Это правильное рассуждение: если бы все окружающее Землю пространство было заполнено бесконечным воздухом, и облака принадлежали бы этому пространству. Кто мог подумать во времена Птолемея, что Земля вращается вместе с атмосферой, в которой плавают облака, а светила разделяет безвоздушное пространство... Были и другие соображения, работавшие в пользу идеи о неподвижности Земли. Знаний не хватало, и логика позволяла строить концепции на уровне тех знаний, которые были...

В описаниях системы Птолемея ничего не говорится о сущности Солнца. Здесь основное внимание уделялось кинематике – законам движения, которые сводились к многочисленным вращениям вокруг множества осей. Продолжала работать идея Аристотеля, предлагавшая считать Солнце сгустком таинственного эфира.

«Альмагест» оказался результатом грандиозной работы всей древнегреческой культуры. Начиная с III века этот труд изучался и комментировался. Из Греции он попал на арабский Восток и в Индию.

В начале нашей эры отношение молодой, энергичной и потому агрессивной и нетолерантной христианской религии к концепции Птолемея было скорее негативным. Помимо прочего, дело было в том, что новая религия поддерживалась не очень образованными людьми. Сложные геометрические построения в «Альмагесте» были для них абсолютно чуждыми. Даже представление о шарообразности Земли вызывало резкое неприятие: этого не могло быть! Ведь люди не могли жить на «нижней» полусфере планеты – они должны были отрываться и падать «вниз». Так рассуждал, например, христианский богослов Лактанций (250–330). А Тертуллиан (150–222) утверждал прямо: «Нам после Христа не нужна никакая любознательность, не нужно никакого исследования». Подразумевалось, что все, что следует знать человеку, содержится в Священном Писании. Если же чего-то там нет, то это неслучайно: видимо, Создатель счел нецелесообразным сообщать людям нечто. И значит, попытки узнать это нечто (сверх Писания) расценивались как ненужные и греховные, и их надлежало рассматривать как ересь.

Византийский купец и путешественник Косма (Козьма) в 547 году явил миру книгу под недвусмысленным названием «Христианская топография Вселенной, основанная на свидетельствах Священного Писания, в коем христианам нельзя сомневаться». Согласно этому труду, мир походил на внутренность гигантского сундука с плоским прямоугольным дном (Землей), боковыми стенками и крышкой (небосводом). Заход Солнца за огромную гору на севере приводил в этой системе мира к наступлению ночи, проливание воды сквозь отверстия в крышке – к осадкам. Что такое Солнце, разумеется, здесь не сообщалось. Эта картина мира, близкая к самым примитивным взглядам первобытных культур, возобладала в Европе (во всяком случае, в Восточной). Когда-то и на Руси учили космографии по творению этого авторитетного автора – Козьмы Индикоплевста (или Индикоплова, т. е. плававшего в Индию). Спорить с ним было невозможно – он ездил в Индию, всюду был и все видел, а значит, знал, о чем писал...

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.