

ГАЛИЛЕЙ В ИСТОРИИ АСТРОНОМИИ*

L'autorità dell'opinione di mille nelle scienze non val per una scintilla di ragione di uno solo.

Galileo. Istorie e Dimostrazioni intorno alle macchie solari.— Edizione Nazionale, V, 200¹.

Авторитет, основанный на мнении тысячи, в вопросах науки не стоит искры разума у одного единственного.

Галилей. Описания и доказательства, относящиеся к солнечным пятнам.

1

Во все времена человек размышлял над строением внешнего мира. От глубочайшей древности он наблюдал восходы и заходы Солнца, Луны и звезд и их суточное обращение по небесному своду. Человек распознал на небе пять больших планет и остановился перед загадкой их сложных, неравномерных движений по звездному небу. Он заметил, что Марс, Юпитер, Сатурн движутся между звезд то «прямым движением» с запада на восток, в ту сторону, куда смещается Луна между звезд, то «обратным движением» с востока на запад, в сторону суточного вращения неба; что между этими движениями Марс, Юпитер, Сатурн по несколько дней остаются неподвижными относительно звезд и затем, продолжая движение, описывают как бы петли на фоне звездного неба. Человек заметил также, что две другие планеты, Меркурий и Венера, в отличие от названных трех, остаются на небе вблизи Солнца, появляясь и исчезая около него в лучах вечерней и утренней зари. И как только человек начал осознавать закономерность в происходящих явлениях, он стал убеждаться в том, что все эти движения повторяются с извечной правильностью, что им присуща устойчивость, которой он не знает ни в чем, происходящем на

* Из книги «Галилео Галилей». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943.

Земле. И, размышляя, человек должен был спросить себя: та твердыня, с которой он наблюдает эти движения, — его Земля, — в каком стоит она отношении к тому театру небесных явлений, который развертывается над ней? Где происходят эти движения, какие из них ближе и какие дальше от Земли? Как сочетаются между собой основное суточное вращение всего свода в его целом, увлекающее и Солнце, и Луну, и планеты, и звезды, с перемещениями Солнца и Луны между звезд, со сложными путями планет на вращающемся своде?

Вокруг этих высоких задач развивалось первичное естественнонаучное мышление. Все культуры разных времен и народов, отзвуки которых дошли до нас, подходили к этим проблемам со своими попытками решения. Но первые построения и схемы, заслуживающие именно здесь нашего внимания, принадлежат древней Элладе. Все научно-познавательные принципы, все схемы чисто астрономического содержания, созданные греками, сыграли самую выдающуюся роль в том процессе смены мировоззрений, который связан с именами Коперника, Кеплера и Галилея.

Первая астрономическая доктрина, более или менее детально разработанная греками, есть так называемая система концентрических сфер. В ее первичной форме, предложенной Евдоксом Книдским (около 410—350 гг. до н. э.), она была призвана воспроизводить видимые движения планет при помощи четырех сфер для каждой планеты; все эти сферы вращались равномерно вокруг осей, пересекающихся в одной точке, но наклоненных друг к другу под различными углами; две сферы вращались с запада на восток, другие две — в обратную сторону; периоды их вращений различны. Каждая из сфер, независимо от ее собственного вращения, воспринимала движение всех внешних по отношению к ней; на экваторе самой внутренней из них, четвертой, находилась точка, изображающая данную планету. Составное движение ее, получаемое в результате сложения вращений всех четырех сфер, должно было воспроизводить, путем подбора углов наклона осей и периодов их вращений, видимое нам движение планеты с теми стояниями и петлями, о которых сказано выше.

Дальнейшее усовершенствование схем Евдокса принадлежит выдающемуся астроному Калиппу, который, по словам комментатора², прибыл в Афины и имел там постоянные собеседования с Аристотелем, задумав с его помощью

произвести «пересмотр и дополнение системы Евдокса». В системе Калиппа полагалось по пяти сфер для Солнца, Луны, Меркурия, Венеры и Марса и по четыре для Юпитера и Сатурна; всего их было таким образом 33. Затем сам Аристотель подошел к той же проблеме; стремясь создать единую модель, которая охватывала бы совокупность всех наблюдаемых движений небесных тел, он смог достичь этого только ценой существенного осложнения построений Евдокса и Калиппа ³.

Разумеется, мы не будем описывать здесь всех деталей аристотелевой схемы, а поставим вопрос: каково вообще назначение всего этого построения? На какой запрос мыслящего интеллекта оно отвечало — скажем, даже и не практической, а научно-познавательной значимостью?

На этот вопрос мы нигде не найдем лучшего ответа, как в одном положении, которое тот же комментатор Аристотеля приписывает Платону:

«Платон принимает как основное правило, что небесные тела движутся круговым, равномерным и вполне правильным ⁴ движением, и он ставит тогда перед математиками следующую задачу: найти, с помощью каких подлежащих заданию равномерных и правильных круговых движений окажется возможным спасти явления, представляемые планетами» ⁵.

В этих замечательных тезисах мы встречаем прежде всего априорный постулат, изгоняющий из построений астронома все и всякие движения, кроме вращений с постоянной угловой скоростью; постулат, который был заострен еще сильнее великим учеником Платона: Аристотель считал необходимым ввести условие, что всякое вращательное движение происходит только вокруг некоторого неподвижного тела, являющегося для этого движения необходимым началом отсчета, и что для движений небесных тел таким неподвижным центром служит Земля; иными словами, в современной терминологии: всякое наблюдаемое с Земли движение есть абсолютное. Каждое из этих положений на долгие столетия легло тяжелым бременем на нашу науку! Далее, в том же тексте Платона содержится и крылатая фраза: «спасти явления» — та самая, которая будет повторяться затем десятки раз у греческих астрономов и философов, у арабских астрономов и комментаторов IX—X вв., у парижских схоластов XIII—XIV вв.; отзвук которой мы найдем у Коперника и в трагедии Галилея.

Совершенно очевидно, что схемы Евдокса, Калиппа и Аристотеля соответствовали общей платоновой концепции: они воспроизводили явления, и самое это воспроизведение уже давало все, чего философ жаждал получить от астронома; оно представляло собой познание явлений, оно давало им достаточное объяснение. Увы, эти схемы ничего не могли спасти: всякая точка любой из сфер всегда оставалась на одинаковом расстоянии от центра всех движений, т. е. от Земли. Но греки знали, например, что Марс и Венера в разные моменты своего движения обладают совершенно различной яркостью; что видимый диаметр Луны в течение месяца изменяется в отношении 12 : 11; эти явления и еще некоторые другие они правильно объясняли как следствие изменения расстояния этих небесных тел до Земли. Отсюда вытекало, что обстоятельства движения небесных тел в системе сфер не могут найти своего спасения. Греческой астрономии приходилось искать для этого иных путей. И она нашла их в двух основных построениях, связанных с именами Гиппарха (II в. до н. э.) и Птолемея (II в. н. э.); то были: система эксцентрических кругов и система эпициклов.

В немногих словах вот в чем суть дела: астрономы Греции установили, например, неравенство времен года. Так, Калипп нашел, что весна продолжается 94 дня, лето 92, осень 89 и зима 90 дней⁶. Этот факт очевидно не совместим со схемой равномерного годичного движения Солнца по эклиптике вокруг неподвижной Земли. Однако Гиппарх показал, что можно найти для Земли такое положение внутри круговой орбиты Солнца — но не в ее центре, — что углы, под которыми будут усматриваться с Земли четыре части годичного круга Солнца, должны соответствовать по продолжительности равномерного движения Солнца как раз 94, затем 92, потом 89 и 90 дням. Таким образом, поместив Землю вне центра круговой орбиты, греческие астрономы получали так называемую схему «неподвижного эксцентра». Далее, Гиппарх показал, что прямые и обратные движения планет можно воспроизвести, вообразив, что планета движется равномерно по окружности (называемой эпициклом), в то время как центр эпицикла равномерно вращается вокруг центра мира по другой окружности (называемой деферентом).

Но греки были слишком тонкие геометры, чтобы не заметить тотчас же, что обе схемы — неподвижного эксцентра

и эпицикла — в смысле «спасения явлений» — равноценны между собой. Так, например, неравномерное видимое движение Солнца укладывается в любую из них; точно так же прямые и обратные движения планет находят двойное объяснение, так как можно всегда поменять местами эпицикл и деферент при условии перемены направления одного из составляющих движений⁷. Для нас теперь все это простые теоремы из той главы кинематики, которая носит название «эпициклические механизмы». Но для греков то были открытия самого первого ранга, имевшие немаловажное теоретико-познавательное значение.

В самом деле, они ставили перед греческими астрономами и мыслителями такую проблему: если данное движение допускает двойное объяснение, то какое же из этих объяснений соответствует действительности? Если же астроном откажется сделать такой выбор, то не получится ли, что ни одно из этих объяснений не может претендовать на соответствие действительности, так что оба они окажутся только удобными фикциями для спасения явлений? Так, Гиппарх полагал, что две различные гипотезы, одинаково соответствующие природе вещей, могут совпадать между собой в смысле получаемой из них схемы составного движения и притом совпадать «случайно»⁸.

Напротив, Птолемей, которому пришлось в знаменитом «Альмагесте» значительно усложнить схему эпициклов, допустив неравномерные движения центров этих окружностей по деферентам, дает ясно понять, что он не приписывает никакой реальности тем составляющим движениям, из которых у него получается движение планеты. Поэтому Птолемей признает единственным принципом всех построений астронома правило наибольшей простоты: «Нужно применять, насколько возможно, наиболее простые гипотезы в построении движения светил; но если они недостаточны, нужно брать другие, наиболее подходящие»⁹.

Из этих примеров видно, что греческая астрономия существенно отошла от требований и от положений, установленных философами; она допустила движения, происходящие, и притом с неравномерной скоростью, не вокруг материальных тел, а вокруг «пустых» центров — геометрических точек, какими являлись, например, центры эпициклов. Примирить Птолемея и Аристотеля теперь оказалось невозможным. Поэтому, когда арабские астрономы и философы обратились в X—XII вв. к изучению греческой

науки, они прежде всего осознали это противоречие, и поклонники Стагирита начали борьбу против Птолемея, борьбу под лозунгом «назад к Аристотелю». Основоположником этого течения являлся знаменитый Аверроэс (Ибн-Рошд, 1126—1198), которого Данте называет «il gran commentatore». Отзвуки этой борьбы можно проследить в парижской Сорбонне до XV века; в итальянских университетах она не заглохла еще в ту пору, когда в них был слушателем и работал Коперник (1496—1506). Но, по несчастью, система аристотелевых сфер была и навсегда осталась бесплодной: по ней нельзя было строить таблиц движения планет и предвычислять наперед их положения; между тем как «Альмагест» Птолемея был знаменит у астрономов своими таблицами движения Солнца, Луны и планет.

Таким образом, в области астрономии создавалось очень трудное и запутанное положение; оно осложнялось еще тем, что некоторые греческие мыслители, идя дальше Птолемея, ставили вопрос: познаваемы ли вообще небесные движения в их сущности? И иные из них приходили к выводу, что человеческому разуму доступно познание явлений только в подлунном мире — на Земле. Но самая сущность небесных явлений от него скрыта навсегда; человек должен довольствоваться здесь только приближенным знанием; он вправе выдвигать различные гипотезы, если они приводят к выводам, одинаково спасающим явления; но только Высшему Разуму, Логосу, дано познание этих явлений в их первосущности¹⁰. Так постепенно от ясных требований Платона и Аристотеля греческая мысль замыкается как бы в совершенном агностицизме по вопросам астрономии, по крайней мере по главной линии развития нашей науки, по линии Гиппарха и Птолемея.

Но наряду с этими основными построениями астрономия греков наметила и иные схемы, для нас здесь особенно существенные; то были гелиоцентрические системы мира, о которых до нас дошли только более или менее глухие указания¹¹. Мы знаем, например, что Гераклид Понтский (эпоха Платона и Аристотеля, IV в. до н. э.) принимал для объяснения суточного вращения небесного свода вращение Земли вокруг ее оси; Солнце в системе Гераклида обращалось вокруг Земли, но Венера и Меркурий обращались не вокруг Земли, а вокруг Солнца. Мы узнаем далее из изумительного сочинения Архимеда, носящего назва-

ние «Псаммит, или Исчисление песчинок» (Arenarius), что Аристарх Самосский (живший в III в. до н. э., старший современник Архимеда)¹² предлагал законченную гелиоцентрическую систему мира, в которой неподвижным полагалось только Солнце, в то время как Земля вместе с ее Олимпом, с обителью богов, обращалась вокруг Солнца, так же как и все прочие планеты, и вращалась вокруг своей оси. И мы читаем, что некий стоик Клеант обличал Аристарха, требуя ему возмездия за беззаконие и безбожие,— примерно так, как через 18 столетий доминиканцы обличали Галилея перед инквизицией; и если Аристарху не пришлось испытать сократовой чаши или испытать судьбу Галилея, то это не была, конечно, вина благочестивого стоика.

Помимо Гераклида и Аристарха, до нас дошли имена нескольких более ранних мыслителей, воспринимавших мир если не гелиоцентрически, то во всяком случае не геоцентрически, принадлежавших к пифагорейской школе (V в. до н. э.); то были Филолай, Гикетас из Сиракуз и Экфант¹³; но мы очень мало знаем об их учениях. То были семена, брошенные греческим гением на неподготовленную еще почву. Однако именно эти семена дали слабые ростки в эпоху средневековья; они наметились более явственно в мышлении Николая Кузанского (1401—1464), кардинала, философа и математика, одного из замечательных немецких гуманистов первого поколения, открыто признававшего вращение и обращение Земли; а еще через столетие эти же семена вззошли неувядаемым цветом под ясным и глубоким взором великого астронома с берегов Вислы.

2

Далекими истоками учения Коперника является прежде всего неудовлетворенность философских школ средневековья построениями Птолемея, особенно в связи с анти-тезой Птолемей—Аристотель; затем отзвуки тех гелиоцентрических построений греков, о которых мы только что упоминали. Сверх того, учение Коперника,— что часто забывается,— отвечало и некоторым конкретным запросам церковной культуры, именно требованиям исправления солнечного и лунно-солнечного счисления¹⁴.

Свою новую систему мира, всю свою радикальную перестройку астрономии Коперник, осмотрительный и уе-

динившийся, скрывает от современников, по его словам, «не девять, а четырежды девять лет»; и когда семидесятилетним старцем он решается на опубликование «De Revolutionibus orbium Coelestium libri VI»¹⁵, то в посвящении книги папе Павлу III он пишет: «Некоторые математики пользуются только концентрическими сферами, другие эксцентриками и эпицентрами; и тем не менее они не удовлетворяют требованиям астрономии. Те, кто отдают свое доверие концентрическим сферам, действительно доказывают, что некоторые неравномерные движения могут быть составлены этим способом; но, основываясь на их гипотезах, они не смогли установить ничего точного, строго удовлетворяющего явлениям; те, которые избрали эксцентры, по-видимому, сумели так разложить большинство видимых движений, что они совпадают с наблюдениями; но гипотезы, принятые ими, в большинстве случаев, как кажется, противоречат основным началам, касающимся равномерности движений; кроме того, они не смогли открыть или вывести из их допущений то, что имеет наибольшую важность, именно форму мира и точную симметрию его частей».

«К тому же,— говорится далее в посвящении,— для астрономов остались столь неясными обстоятельства движения Солнца и Луны, что они не смогли ни определить из наблюдений, ни доказать неизменяемость длины года».

Почему все это происходит? Потому что астрономы пользовались неверными исходными представлениями: «Если бы гипотезы, которые они приняли, не были обманчивыми допущениями, то все следствия, выведенные из них, были бы, без сомнения, подтверждены».

Из создавшегося нетерпимого положения для Коперника выход один: явления надо «спасать» на основе допущений, правильных в их сущности, т. е. соответствующих природе вещей. Где же искать эти новые принципы? Оказывается, сама древность дает эти орудия Копернику: у древних авторов он читает сообщения о Филолае и других пифагорейцах, доказывавших вращение Земли¹⁶.

«Воспользовавшись этим указанием,— говорит он,— я тоже стал размышлять о движении Земли; это мнение казалось бессмысленным; но я знал, что моим предшественникам была предоставлена свобода изобретать какие угодно измышленные круговые движения, чтобы спасти небесные явления; и я решил, что столь же легко и мне будет предоставлено право сделать попытку в этом направлении,

именно испробовать, не окажется ли возможным, приписав Земле некоторые движения, найти в отношении обращений небесных тел доказательства более точные, чем у моих предшественников».

И вот в маленьком городке Фромборке, недалеко от устья Вислы, в тени старинного собора великий польский астроном в течение трех десятилетий строит гелиоцентрическую систему. «*In medio omnium residet sol*» — В середине же всего пребывает Солнце; и далее следует такой могучий гимн этому светилу, что, читая эти строки, не знаешь, написаны ли они скромным каноником Фромборкского собора или древним солнцепоклонником... Но эта высокая лирика не мешает методическому, математическому творчеству Коперника. По его словам, *mathemata mathematicis scribuntur* — математическое пишется для математиков. И он достигает грандиозного: в его доктрине не только легко спасаются сложные движения планет; он первый за всю историю человеческой мысли устанавливает правильные значения расстояний планет от Солнца, принимая данным расстояние от Солнца до Земли. При этом замечательно, что переход от геоцентрической к гелиоцентрической системе достигается у него при помощи простого приема, который теперь тоже удобно трактовать как задачу на обращение эпициклического механизма; наряду с этим переходом он обогащает человеческую мысль понятием относительного движения, столь чуждым грекам и столь фундаментальным, как мы увидим, в миропонимании Галилея.

«Всякая замечаемая нами перемена положения предмета происходит, — по замечанию Коперника, — или вследствие движения этого предмета, или же движения наблюдателя, или относительного их движения; если же движения и того и другого равны, то перемещение незаметно».

Однако, наряду с этим великим новаторством, Коперник во многом остается по необходимости насыщенным птолемеевскими концепциями. Так, например, Луна в его системе движется по эпи-эпициклу¹⁷; кое в чем он просто ошибается — его кинематическое мышление оказывается недостаточным; это происходит, например, при допущении так называемого «третьего движения» Земли, бесцельность которого выяснил только Галилей¹⁸.

Но все это, конечно, не основное; свою центральную доктрину о сложном движении Земли Коперник развивает с твердой и спокойной уверенностью: мир в действительности

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

Размещение полного текста данного произведения
невозможно в связи с ограничениями по IV части ГК РФ

Эту книгу вы можете прочитать
в Оренбургской областной универсальной
научной библиотеке им. Н. К. Крупской
по адресу: г. Оренбург, ул. Советская, 20
тел. для справок: (3532) 77-08-50

