

Аристотель

(к 2400-летию со дня рождения)

Деятельность ума – есть жизнь.

Жить – значит делать вещи, а не приобретать их.

Аристотель

Итогом и вершиной развития древнегреческой науки в конце античного периода, на рубеже новой эпохи – эллинизма – стала более чем 30-летняя деятельность в Афинах Аристотеля – великого древнегреческого философа, первого ученого-энциклопедиста¹ и творца первой ставшей на два тысячелетия общепринятой естественнонаучной космофизической картины мира.

Аристотель (384–322 гг. до н.э.) из г. Стагира (на северо-западе тогдашней Греции, на побережье Эгейского моря – отсюда и его прозвище Стагирит) большую часть жизни (с 17 лет)

провел в Афинах². Как ученик, а затем сотрудник Платона он 20 лет (до смерти учителя) находился в его Академии. (Платон называл его “умом академии”.) В 342–339 гг. до н.э. Аристотель был воспитателем наследника царя Македонии Филиппа II и будущего великого полководца (с 336 г. – царя) Александра Македонского (356–323 гг. до н.э.). Возвратившись в Афины в 335 г., преподавал в общественном гимнасиуме-Ликее, который после его смерти возглавил его друг Теофраст уже как “перипатетическую школу Аристотеля”³.

¹ Сохранившееся научное наследие Аристотеля поистине необъятно. Помимо физики и космологии, оно включает труды по философии, логике, этике, эстетике, поэтике, социологии и политике, а в естествознании – по математике, биологии (зоологии), геологии. Это породило обширную многовековую литературу по комментированию его трудов, а в наше время – по их углубленному научному анализу. Настоящая статья ограничивается кратким анализом наследия Аристотеля как естествоиспытателя-физика и космолога, систематизатора и методолога науки.

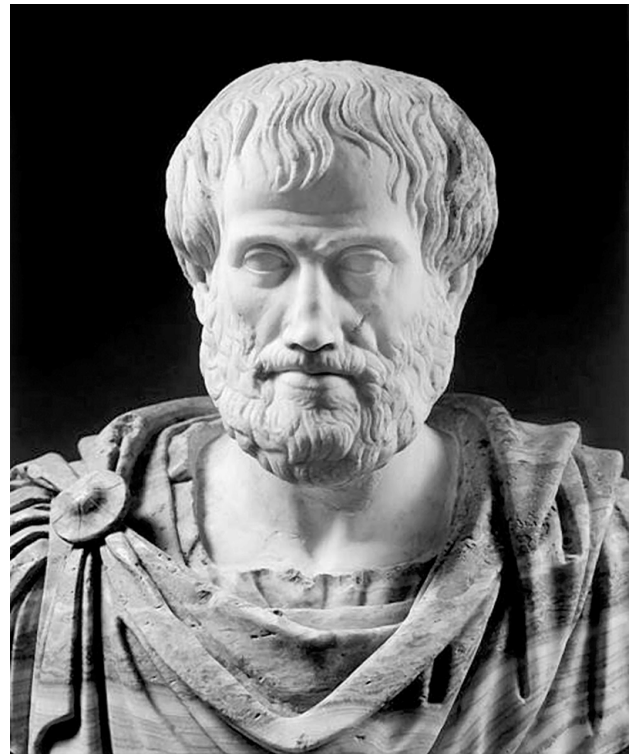
² Аристотель был сыном придворного врача и друга царя Македонии Аминты II и сам был товарищем его сына, будущего царя Филиппа II. Рано лишившись родителей, он уехал в Афины в Академию Платона. После смерти учителя жил в Малой Азии, где женился на племяннице местного правителя и имел дочь и сына. В годы жизни Аристотеля при Македонском дворе по приказу Александра Македонского во время его победоносных завоевательных походов для его учителя было собрано огромное количество экспонатов из всех областей природы, пополнивших коллекции Ликее. После ухудшения отношений со своим царственным воспитанником Аристотель уехал на родину, а затем вернулся в Афины. Но позднее из-за несогласия с произошедшими в Афинах политическими переменами удалился на о-в Эвбею, где и скончался в 322 г. до н.э.

³ От греч. “перипатос”, но, как уточняют современные историки науки, не в смысле прогулок во время учения (так это обычно ошибочно расшифровывалось в литературе), а по имени места, площадки (порттика – перипатоса, греч.), где проходили занятия.

В до-аристотелевскую эпоху (VII–IV вв.) у греков преобладало натурфилософское объяснение явлений окружающего мира. В космологии господствовала “очевидная” геоцентрическая идея устройства Вселенной. Однако наряду с этим выдвигались отдельными философами и иные объяснения, допускавшие подвижность (!) Земли, ее вращение и даже обращение вокруг другого тела. Высказывались идеи цикличности существования Вселенной и однонаправленной ее эволюции, конечности и бесконечности мирового пространства. Идея материальности, заполненности его соседствовала с идеей возможности существования абсолютно пустого пространства.

Такое почти равноправное сосуществование несовместимых идей, при полном их произволе, не способствовало организации систематических исследований явлений для их проверки, да и не требовало доказательств. Еще не было выработано ни четких, необходимых в науке фундаментальных понятий, ни руководящих принципов, ни методов исследования. Множественность объяснений одного и того же явления даже ставилась в заслугу натурфилософам (например, афинским философам Эпикуром). Объяснения не только отличались произвольностью, но еще и не полностью освободились от мифологии.

Первым попытался перейти от натурфилософии к строгой доказательной науке Платон (IV в.)⁴, но уклонился от реальности в сторону обработки “врожденных идей”. Исключением в разногласии гипотез была попытка создания первой универсальной естественной системы природы основоположниками атомизма Левкиппом и Демокритом (V–IV вв.). Но она, с одной стороны, была непонятной современни-



Аристотель (384 – 322 гг. до н.э.).

кам из-за новизны главных идей – атомизма и саморазвития материи. С другой, как учение чисто качественное, она не давала метода количественного описания наблюдаемых астрономических явлений – прежде всего, движений светил – и не могла стать основой для их предвычисления. Эта система была по существу научной фантазией (хотя и гениально провидческой!).

В итоге ни одно из предлагавшихся до Аристотеля объяснений окружающего мира не стало общепринятым, направляющим, полным представлением о нем, то есть общепринятой картиной мира.

**АРИСТОТЕЛЬ
КАК ПЕРВЫЙ СИСТЕМАТИЗАТОР НАУКИ,
ФИЗИК И КОСМОЛОГ**

**ИДЕЙНЫЕ ОСНОВЫ ЕГО ФИЗИКИ
И НАУЧНЫЙ МЕТОД**

Все накопленные знания об окружающем мире, вплоть до технической

⁴Здесь и ниже даты относятся к времени до н.э.



“Афинская школа”. В Академии Платона, в центре – Платон и Аристотель. Фрагмент фрески Рафаэля Санти в станце делла Сеньятура Ватиканского дворца. 1511 г.

практики и житейского опыта, были проанализированы, систематизированы, логически предельно развиты и объединены в первой универсальной космофизической картине мира – системе природы Аристотеля.

В естествознании Аристотелю принадлежат несколько многотомных сочинений: “Физика” (8 книг), “О возникновении и уничтожении” (2 книги), “О небе” (4 книги), “Метеорологика”⁵ (4 книги). В первом дано определение астрономии как науки. Последние два сочинения посвящены астрономии и космологии⁶.

Аристотель поставил цель, которую не могла бы отрицать и современная наука: понять и объяснить весь многогранный окружающий мир, исходя из

наблюдений, опыта. Он стремился изгнать и из физики, то есть из учения о природе (в новом смысле термина “физис”, φυσική – окружающая природа, греч.) всякий вымысел. Аристотель отверг учение Платона о реальном, независимом от человеческого ума существовании идей как нематериальных сущностей⁷ и признавал единственной реальностью в пределах Вселенной материю. Разумеется, и он не сомневался в существовании богов, но лишь за пределами материальной Вселенной, то есть за пределами познаваемого мира – природы.

Аристотель дал четкое, обобщенное, материалистическое определение пространства и времени. Первое он понимал как нечто, неразрывно связанное с

⁵ В литературе нередко употребляют менее правильное – название “Метеорология”.

⁶ Кстати, свои сочинения он писал на родном греческом языке и языком простым, в расчете на широкую публику.

⁷ Откуда и возникла приписываемая Аристотелю фраза: “Платон мне друг, но истина дороже”.



Аристотель со своим царственным воспитанником Александром.

материей, отрицая возможность абсолютной пустоты, поэтому за пределами материальной Вселенной, по Аристотелю, не существует и пространства. В определении понятия времени он принял идею Платона – о возникновении самого этого понятия для описания движения небесных тел, без чего оно не имело бы смысла. Однако у Аристотеля определение времени получило отточенную и предельно обобщенную формулу: *“Время есть мера движения, и нет движения без тела физического”*. Таким образом время впервые определялось как *характеристика изменений*⁸ в материальном мире (о чем, увы, забывают даже некоторые современные ученые мужи, рассматривая время как самостоятельную сущность...).

Аристотель вложил конкретный физический смысл в туманное понятие “природа вещей”, определив это как внутренний принцип движения и развития. Его можно назвать не только ве-

ликим философом и натурфилософом, но и отцом физики в современном ее смысле. Но – главное – он вошел в историю естествознания как основатель первой ставшей **общепринятой естественнонаучной системы природы, или космофизической картины мира**.

Естественнонаучный принцип объяснения явлений сближал его учение с идеями Левкиппа и Демокрита. Но в отношении наблюдаемой Вселенной, то есть в космологии идеи Аристотеля резко отличались от главной идеи атомистов – материального единства мира. В сочинениях “О небе” и “Метеорологика” Аристотель нарисовал совершенно иную картину. Он впервые четко разделил материальный наблюдаемый мир на две принципиально различающиеся части: мир “подлунный” (земных и околоземных тел и явлений) и Космос (мир небесных тел и явлений).

⁸ Именно так понимал Аристотель “движение” – как изменение вообще.



Аристотель в Афинском гимнасиуме Ликее.

В новой европейской науке, начавшейся с позднего Возрождения (конец XVI в.–XVII в.), такое разделение стало объектом резкой критики. Но в каждую эпоху наука имеет свои проблемы и задачи. По существу Аристотель выступил против неоправданных прямолинейных экстраполяций – примитивного обобщения, распространения на весь Космос, по аналогии, привычных закономерностей земных явлений⁹.

В основу всех вещей и явлений подлунного мира Аристотель положил старую идею четырех первоэлементов вещества: земли, воды, воздуха и огня, а космической материей и материей небесных тел считал особый, введенный Платоном как пятая сущность (квинт-эссенция) (но у Аристотеля также материальный) небесный элемент – эфир. От обычной материи он, по мысли Аристотеля, должен был отличаться лишь тем, что не имел ни легкости, ни тяжести.

МЕХАНИКА АРИСТОТЕЛЯ

Опираясь на доступные наблюдения и опыт, Аристотель разделил движения в подлунном мире на “естественные” и “насильственные”. К первым он отнес якобы “врожденное” движение вниз (падение тел ввиду их тяжести) и “врожденное” движение вверх (например, подъем дыма, пламени ввиду их легкости). Он утверждал, что всякое иное движение тел на Земле может длиться лишь до тех пор, пока на движущееся тело действует сила, и потому назвал его “насильственным”. Он утверждал также, что свободное падение тел происходит тем быстрее, чем тело тяжелее. Во всем этом Аристотель обобщал непосредственно наблюдаемые факты. В общем здоровое заключение в реальной обстановке опыта (с учетом трения) о “насильственном” движении привело его, однако, к нелепому выводу о том, что и стрела движется лишь подталкиваемая окружаю-

⁹ В Древней Греции первым предшественником Аристотеля на этом пути был, по-видимому, Анаксимандр с его идеей необычной мировой среды – апейрона, если не вспомнить еще и пифагорейцев с их фантастической, но впечатляющей “математической” космогонией и космологией, рисующей картину возникновения самого трехмерного пространства и объемных тел в нем из движения точки (“Огненной Единицы”), линий и поверхностей.

щим воздухом (и физики последующих веков немало потешались за это над великим греком¹⁰). Но в своем утверждении о свободном падении Аристотель был безупречен. Он утверждал, что лишь в абсолютной пустоте тела падали бы одинаково быстро (что ко времени критиковавшего его Галилея, вновь открывшего закон свободного падения – в пустоте – как независимого от веса тела, было забыто). Точно так же было с движением вверх дыма: столетие отделяло первого греческого физика от того легендарного момента, когда с победным криком: “Эврика!” другой великий древнегреческий физик Архимед провозгласил открытие своего знаменитого закона плавания. Аристотелю же пришлось удовлетвориться лишь признанием естественности такого движения.

Поскольку прямолинейные движения на земле имели начало и конец, а небесные тела с полной очевидностью безостановочно двигались по окружностям, Аристотель заключил, что для небесных тел, которые не обладают ни тяжестью, ни легкостью, естественным является именно такое круговое равномерное и вечное движение. По Аристотелю, в этом проявлялось главное отличие и совершенство небесных тел¹¹.

Для современников Аристотеля, пресытившихся безудержной фантазией целого хора натурфилософов, строгие, обоснованные непосредственным наблюдением выводы Стагирита были убедительны и потому его физика (=механика) представлялась истинной.

¹⁰ Лишь спустя тысячу лет появилась идея о передаче телу, приведенному в движение некоторой силой, и сохранении в нем на некоторое время количества движения (импульса, первично названного *impetus*).

¹¹ Одна из труднейших проблем и для современного естествознания – возникновение движения во Вселенной – прошла эволюцию и в представлениях Аристотеля. Начав с традиционного гилозоизма – одушевления каждого небесного тела, он пришел к идее бессилового естественного их движения (прообраз инерционного движения), но в поздние годы все же ввел силовую причину – некий абстрактный “перводвигатель” за пределами материальной Вселенной, который, будучи неподвижным, якобы обеспечивал мировые движения. Впрочем, некоторые историки, напротив, относят это к раннему Аристотелю, когда он еще находился под влиянием Платона, в отличие от своих более зрелых поздних лет.

КОСМОЛОГИЯ АРИСТОТЕЛЯ. КРИТИКА ПРЕЖНИХ КОНЦЕПЦИЙ

Накопленный ко времени Аристотеля опыт астрономических наблюдений оказался более надежным (чем в случае земных явлений) основанием для заключений об истинных чертах Космоса: о шарообразности Земли, ее изолированном положении в пространстве. Поэтому Аристотель резко высмеивал прежние примитивные идеи о том, что “плоская” Земля якобы уходит своими “корнями” в бесконечность (Ксенофан Колофонский) или что она “плавает на воде” (Фалес Милетский), держится на сжатом воздухе (Анаксимен, Анаксагор, Демокрит).

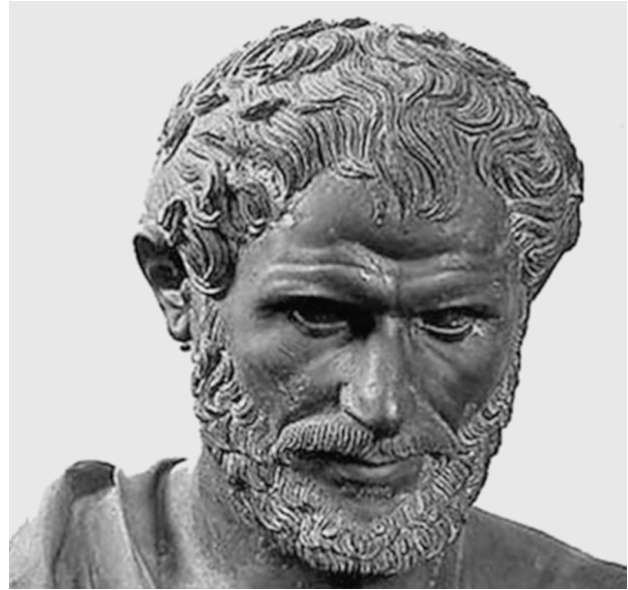
Аристотель называл “притянутой за уши” и картину Вселенной у пифагорейцев – с центральным священным очагом Гестией и невидимой нам “Антиземлей”, с Солнцем-зеркалом, отражающим лучи этого огня (по Филолаю). Высмеивал он – именно как физик – древнюю уже и для его времени идею пифагорейцев о “музыке сфер”. Заметим, что абсурдной Аристотель ее считал по чисто “инженерным” соображениям, указывая на то, что если бы небесные тела (для того, чтобы выявить звуки) двигались в пределах своих сфер (которые он в духе своего современника Евдокса Книдского мыслил материальными носителями планет), то вместо благозвучной музыки стоял бы невообразимый шум и скрежет от их трущихся частей!

Аристотель вскрыл математическую и логическую абсурдность таких тео-

рий, которые утверждали, что Вселенная имела начало, но не имеет конца, разумно напоминая, что понятие бесконечности не может быть односторонним. Он убедительно критиковал как внутренне противоречивые теории Гераклита и Эмпедокла о бесчисленном повторении процесса возникновения и гибели Вселенной в целом: «... Если вся телесная материя, будучи непрерывной, попеременно меняет свои состояния и упорядочивается то так, то иначе, а совокупное сочетание Целого остается “Космосом” и “Небом”, – писал Аристотель, – то отсюда следует, что возникает и уничтожается не Космос, а его состояния»¹². Не без основания Аристотель критиковал и космогонию атомистов, отрицая возможность возникновения всех тел с их многообразием качеств из полностью бескачественных атомов, только благодаря их механическому движению и взаимодействию. (Спустя две тысячи лет с такой же критикой чистых механистов выступил... Ньютон.)

НЕИЗБЕЖНЫЕ ИЗДЕРЖКИ:
ОТРИЦАНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ ДОГАДОК
ИЗ-ЗА ИХ МИФОЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Вместе с наивными или искусственными построениями своих предшественников Аристотель отбросил и ряд их правильных глубоких догадок. Например, о вращении Земли как вокруг некоего внешнего центра (пифагореец Филолай), так и вокруг своей оси (пифагорейцы Экфант, Хикетас, Филолай; современник Аристотеля Гераклид Понтийский), поскольку это вращение



Аристотель – мыслитель.

не ощущалось на опыте. Правда, Аристотель уже был знаком с кинематическим принципом относительности движения и понимал, что суточное вращение небосвода можно объяснить и как отражение вращения самой Земли. Но выбрал все же ее неподвижность как аксиому под влиянием “очевидного” ощущения, “опыта” (“если Земля неподвижна, то небо движется”).

Стремясь объяснить все явления материального мира естественными причинами, Аристотель резко критиковал древние “учения” (представлявшиеся в мифологической форме!), согласно которым Небо, чтобы не упасть на Землю, должно было якобы опираться на плечи могучего титана Атланта. “Те, кто сочинил эту басню, и последую-

¹² Это очень глубокая мысль, но облечена в ошибочную форму: Космос отождествлен со всей материальной Вселенной, тогда как он тоже лишь “часть” ее, упорядоченная. Та же, по сути, мысль Аристотеля правильнее звучала бы так: возникает и исчезает определенное *организованное* состояние материи, оформленной в тот или иной вид порядка – “Космос”. В этом звучит по существу утверждение о нетленности и неизменности в целом материальной основы окружающего мира (в современной картине – физического вакуума, скалярного поля...). Заметим, что и в XX в. классические релятивисты долгое время ошибочно приписывали начало и возможный конец именно *всей мыслимой* Вселенной, отождествлявшейся со всей материальной действительностью. И здесь критика Аристотеля была бы в цель.



Титан Атлант, удерживающий небо от падения. Римская копия греческой скульптуры, II век до н.э. Национальный археологический музей, Неаполь.

щие, – писал Аристотель, – думали, что все небесные тела имеют тяжесть [!] и состоят из земли” [то есть из элемента “земля”]. Здесь природа сыграла с Аристотелем злую шутку: вместе с мифологической формой он отбросил и верную догадку о вещественном единстве всей нашей наблюдаемой Вселенной, но – главное – о тяжести небесных тел!

Отделив Землю (вернее, введенное им понятие “подлунный мир”) от Космоса непреодолимой пропастью их качественного, принципиального различия – по составу и законам – Аристотель отнес все нерегулярные и сравнительно кратковременные явления (которые до него греки считали небесными – вплоть до молнии, грома, града и даже... росы) к явлениям несовершенного подлунного мира, иначе считал их происходящими в “верхнем воздухе” (по греч. – “мете-ора”) атмо-

сферы, которая в этой картине распространялась до Луны (но уже не на всю Вселенную, как у античных натурфилософов!). При этом, наряду с действительно атмосферными (“метеорными”) явлениями, к ним же он отнес кометы, болиды и падающие звезды (все эти явления стали называть “огненными метеорами”), а “небесные камни” объяснял выбросами вулканических бомб. Такие представления удерживались в научной картине мира вплоть до рубежа XVIII – XIX вв. Даже Млечный Путь (опять же по опыту – его непрерывному млечному сиянию) Аристотель относил (в противоположность Демокриту) к явлениям (свечениям) в подлунном мире.

НОВЫЙ ПОДХОД АРИСТОТЕЛЯ К МОДЕЛИ МИРА

Аристотель представлял собой новый, “реалистический” тип исследо-

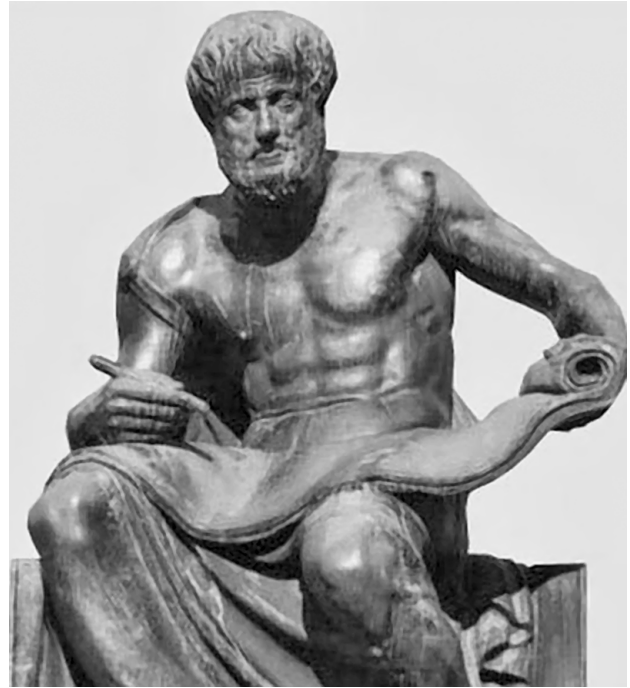


Одно из средневековых изображений Аристотеля, учение которого, препарированное в эту эпоху христианской церковью, было превращено в религиозную догму.

вателя. Его модель мира, также построенная на принципе геоцентризма, развивала современные ему гомоцентрические модели Евдокса – Каллиппа в новом направлении. Она была уже не просто способом описания (или, как говорили греки, “спасения”) *видимых* явлений, а первой попыткой раскрыть **истинное устройство** планетной системы и механику небесных движений. Вселенную Аристотель представлял как некое “инженерное” сооружение – набор материальных сфер, соединенных друг с другом в целостную систему реальными связями. Таким образом, перед ним впервые встала задача согласовать наблюдаемую картину движений планет с действием механических связей между сферами¹³. Поэтому Аристотель дополнил гомоцентрическую модель Евдокса – Каллиппа рядом новых, вспомогательных “реактивных” сфер, нейтрализующих для каждой планеты эффект ее неизбежного участия в движении всего набора “чужих”, связанных с другими планетами более высоких сфер. В итоге все сооружение у Аристотеля насчитывало уже, по разным подсчетам, от 49 до 56 сфер.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОСМОЛОГИИ АРИСТОТЕЛЯ

Аристотель утверждал, что по объекту исследования астрономия близка к физике, а по методам – к математике. В сочинении “Физика” он определил астрономию как *“наиболее физическую из математических наук”*, наряду с оптикой и гармонией (музыкой!). Он понимал, что в бесконечной Вселенной не могло быть ни центра, ни края и никакого общего внутреннего движения относительно одной точки. Но непосредственное наблюдение, казалось,



Один из современных памятников Аристотелю.

свидетельствовало против ее бесконечности. Ведь граница, край Вселенной был, что называется, виден простым глазом – осязтим в сферической форме небосвода. Столь же очевидным было общее движение звездного неба (суточное). Будь Вселенная бесконечной, движение бесконечно удаленной сферы звезд как материального объекта было бы неосязтимым! Во времена Аристотеля все это выглядело убедительным доказательством в пользу конечности Вселенной. Отсюда следовало и существование в такой, единой физической материальной системе тел единого физического же центра – особой точки, равноудаленной от внешней границы.

В пределах такой Вселенной положение и поведение тел, по Аристотелю, определялись *геометрией* этого мира – его сферичностью и составом

¹³ У математиков Евдокса и Каллиппа все подвижные светила повторяли движение лишь одной общей для всех звездной сферы (суточное), а далее шло математическое описание движения каждой планеты с помощью отдельной, независимой системы гомоцентрических сфер! Общее их число составляло 33 (по некоторым источникам – 34) сферы.



Не этот ли памятник Аристотелю вдохновил Родена на создание его "Мыслителя"?

тел. Центральное положение Земли (в отличие от постулируемой ее неподвижности) уже не было постулатом, а оказывалось неизбежным следствием физической природы ее составных частей: она состояла из наиболее тяжелого элемента – "земли", который естественно стремился "вниз", иначе к центру системы как пределу движения тяжелых тел.

В надлунном мире единственный небесный элемент – эфир, не имеющий по определению ни легкости, ни тяжести, не мог стремиться ни к центру, ни к периферии Вселенной. Все небесные тела Аристотель считал состоящими из эфира. Поэтому их наблюдаемое вечное равномерное круговое движение представлялось как "естественное" (то есть "бессилное"¹⁴!). Особое

движение семи подвижных светил с запада на восток Аристотель, не зная его причины, также считал естественным их свойством и сформулировал в качестве объяснения принцип: "Природа всегда осуществляет наилучшую из всех возможностей" (далекая предтеча принципа наименьшего действия!).

Любопытно Аристотель обосновывал физически закрепленность звезд на одной общей сфере (что выражалось в их видимой неподвижности друг относительно друга). Если бы звезды, подобно планетам, имели свои собственные независимые движения (были бы прикреплены к разным сферам, помимо общего небосвода), рассуждал Аристотель, то для сохранения их взаимных положений в созвездиях необходимо было бы точное совпадение скорости вращения каждой звезды вокруг центра Вселенной с линейной скоростью вращения соответствующего широтного пояса общей небесной сферы, что было бы практически невероятным. Между тем такое совпадение наблюдается – звезды не меняют взаимного расположения! – Чем не физический и логически строгий аргумент! (Ответ тот же, что и относительно звездных параллаксов: звезды слишком далеки! И изменения формы созвездий за счет собственных движений звезд могут стать заметными лишь спустя сотни тысяч лет.)

О том, что звезды, к тому же, и не вращаются, Аристотель заключил также на основании прямых наблюдений: давно подмеченного отсутствия вращения у Луны, которая всегда повернута к Земле одной стороной и также относилась к светилам, но лишь блуждающим. (Кстати, из-за неправильности их движений Аристотель считал блуждающие светила менее совершенными, нежели "верхние" – звезды).

Другое прямое наблюдение позволило Аристотелю впервые правильно

¹⁴ По существу, это было первое представление об инерциальном движении. Его так и понимали долгое время (включая Галилея!) – как движение круговое.

обосновать шарообразность Земли. Он обосновывал это закругленной формой границы земной тени на постепенно затмеваемом диске Луны во время лунных затмений. (Аналогичная форма границы тени явно шарообразной Луны при затмении Солнца была давно известна).

Относительно природы звезд до Аристотеля высказывались самые разные идеи и даже утверждалось, что это раскаленные тела, возможно, оторвавшиеся от якобы быстро вращавшейся сначала Земли (по Анаксагору) и разогревшиеся при стремительном движении сквозь мировой эфир (к тому же “огненный”). Об огромной скорости этого движения говорил малый период вращения звездной сферы – сутки! – при ее уже общепризнанной, хотя и не бесконечной, но очень большой удаленности от Земли. Отрицая идею Анаксагора в целом, Аристотель как физик не мог отрицать факта разогрева от трения. Он отмечал, что “движение раскаляет даже дерево, камни и железо” (не метеоритный ли здесь источник двух последних заключений?..) Но, по Аристотелю, тепло и свет, особенно при восходе и подъеме Солнца, возникали не от трения этого тела об эфир (ведь в своей сфере оно оставалось неподвижным!), а от трения друг о друга самих этих эфирных материальных сфер (!). При всей наивности такой картины Аристотель и здесь остается, прежде всего, физиком.

Звезды и планеты Аристотель считал огромными телами, тогда как Землю – небольшой (на том наблюдательном основании, что при перемещении по ней в направлении с юга на север путешественники обращали внимание на довольно быструю смену видимых над горизонтом созвездий). В сочинении Аристотеля “О Небе” приведена самая ранняя известная оценка окружности Земли – около 400 тыс. стадиев (то есть 63 тыс. км, если стадий считать египетским, в 157,5 м), завышающая подлинную величину менее чем в

два раза. (Правда, при более вероятном для Греции VII–I вв. значении стадия в 177–197 м оценка возрастала до 73 тыс. км).

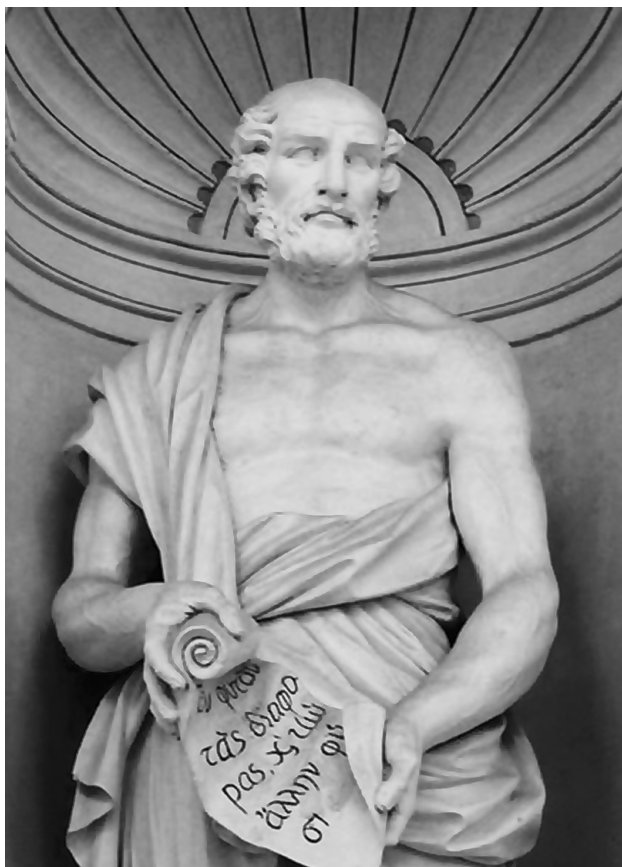
Наблюдения показывали одинаковую угловую скорость суточного вращения всех восьми небесных сфер. Между тем, их расстояния от центра Вселенной были явно различными. Отсюда Аристотель делал опять-таки логически безупречный вывод, что их линейные скорости должны возрасти пропорционально их расстояниям (картина твердотельного вращения системы). Он считал, что это и обеспечивает прочность неба (то есть всей системы светил), которое поэтому “не разваливается” (хотя, как мы видели, несколько и разогревается, по Аристотелю, – от трения своих внутренних частей). Таким образом, Космос у Аристотеля приобретал черты реальной физической системы тел. В его размышлениях о ее устойчивости, о разогревании эфирных сфер от трения между ними современный физик может увидеть первый шаг к осознанию, по существу, рассеяния энергии в такой системе.

Определив Вселенную как заключающую в себе всю мыслимую материю, Аристотель сделал из этого вполне логичный вывод, что она никогда не возникала и принципиально неуничтожима: как сумме всех возможных видов материи ей не из чего было возникнуть и не во что превратиться в будущем. Поэтому Вселенная в целом, по Аристотелю, единственна и вечна.

Аристотель признавал роль истории науки, напоминая о необходимости учитывать на пути познания прежние, даже неудачные, ошибочные попытки достичь истины: “... Ибо людям, желающим идти правильным путем, – писал он, – важно также знать и об уклонении”. О том, насколько нелегко этот путь – путь искания истины, свидетельствовал опыт самого Аристотеля, сказавшего: “Мышление есть страдание”.

ОТНОШЕНИЕ К УЧЕНИЮ АРИСТОТЕЛЯ В РАЗНЫЕ ЭПОХИ

Для современников Аристотеля его физико-космологическая система природы была, можно сказать, теорией, прочно обоснованной опытом, как он понимался тогда – при полном доверии к весьма грубым повседневным наблюдениям. Она стала первым организующим (хотя в то же время и ограничивающим) фактором на пути дальнейшего развития естествознания. И когда, столетие спустя после Аристотеля, появилась гениальная и принципиально новая идея подлинного гелиоцентризма, высказанная Аристархом Самосским, она была встречена крайне враждебно не только по религиозным соображениям, но и ввиду ее противоречия “здравому смыслу”, то есть общепринятой физической картине мира, сформировавшейся и укрепившейся на основе системы природы Аристотеля.



Аристотель. На свитке – слова: “Жить – значит делать вещи, а не приобретать их”.

Разумеется, с накоплением новых сведений о Вселенной, с уточнением наблюдательных данных об окружающем мире физика и космология Аристотеля постепенно изживали себя. Но именно они-то и были в средние века (в XIII в.) догматизированы в новой монотеистической религии, став тормозом на пути дальнейшего развития науки.

Однако было бы ошибкой полагать, что огромный авторитет Аристотеля всегда держался лишь на слепой вере в эти его конкретные теории. Ряд идей Аристотеля (во всяком случае, идей, которые он впервые осознанно и четко положил в основу научного познания мира) оказались очень глубокими (определение времени, определение пространства, утверждение вечности материальной Вселенной в целом) и сыграли прогрессивную роль на крутых поворотах развития науки. Достаточно вспомнить, что Коперник в своей критике теории Птолемея исходил, прежде всего, из принципиальных требований к научной теории, впервые четко сформулированных Аристотелем. Это – принципы экономии причин при объяснении явлений и внутренней непротиворечивости теории.

КОСМОФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА АРИСТОТЕЛЯ В СВЕТЕ НАУКИ XXI В.

Космофизическую картину мира Аристотель впервые дополнил своей новой гениальной идеей взаимосвязи свойств материи, пространства и времени (его даже сравнивают иногда в этом отношении с Эйнштейном). У Аристотеля эта взаимосвязь проявилась, правда, еще в “зеркальном отображении”: пространство сферической Вселенной как бы само обладало анизотропностью, “естественными” местами, различными для тел разной плотности, отчего материя распределялась в нем согласно своим якобы врожденным свойствам тяжести и легкости. (Тогда как, согласно Общей Тео-

рии Относительности, именно материя определяет свойства вмещающего ее пространства.) Вместе с тем Аристотель, отрицавший возможность существования абсолютной пустоты, понимал анизотропное пространство как уже заполненное материей!

И даже разделение у Аристотеля подлунного мира и космоса с высоты нашего третьего тысячелетия видится не просто примитивным заблуждением и фантазией древнего физика, а скорее проявлением незаурядности его ума. Великий древнегреческий мыс-

литель и наблюдатель в этом разделении материального мира, быть может, первым осознал неодинаковость правления естественных законов природы на разных масштабных уровнях материальной Вселенной. Недаром и современные историки науки продолжают анализировать труды Стагирита, а скульпторы в течение веков запечатлевали в памятниках образ великого мыслителя.

*А.И. ЕРЕМЕЕВА,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ*

Информация

“Радиоастрон”: наблюдение ядра галактики

Российский космический радиотелескоп “Радиоастрон” совместно с 15-ю наземными радиотелескопами России (сеть “Квазар-КВО”), Европы и США получил изображения сильно переменного внегалактического объекта VL Lacertae в созвездии Ящерицы, принадлежащего к типу активных ядер галактик. В ходе

сеанса наблюдений, проведенного интерферометром на длине волны 1,3 см, впервые в истории астрономии удалось добиться рекордного углового разрешения – 21 микросекунды дуги.

Ученые смогли разглядеть особенности структуры джетов (гигантских струй газа длиной до нескольких световых лет, которые выбрасывает сверхмассивная черная дыра в центре этой галактики) и восстановить структуру магнитного поля. Объект VL Lacertae – это блазар (сверхмассивная черная дыра), окруженная диском плазмы, разогретой до температур в миллиарды градусов. Вращение черной дыры и аккреционного диска приводит к тому, что линии магнитного поля формируют спиральные структуры,

которые, в свою очередь, ускоряют поток вещества в джетах. С помощью “Радиоастрона” ученые подробно изучили спиральные структуры и зоны ударной волны в области формирования джета, что позволило лучше понять, как работают эти самые мощные во Вселенной источники излучения. Статья о результатах исследований опубликована в журнале “Astronomical Journal”.

Уже пятый год обсерватория “Радиоастрон” успешно работает на орбите и проводит совместные наблюдения с крупнейшими наземными радиотелескопами мира (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 17–18; 2015, № 4, с. 101; 2015, № 6, с. 88).

Пресс-релиз ФИАН,
26 января 2016 г.