

# Андрей Юрьевич Грязнов

Авторизированный вариант статьи, напечатанной в  
«Энциклопедии для детей Аванта+», том «Физика»-1.

## Логика «Космоса»

“Космос” в переводе с греческого означает “устройство”, “порядок”, “украшение”. И этим же словом греки называли Вселенную. Мир в античном восприятии представлялся как упорядоченное по законам логики и гармонии мироздание, существующее ради высшего (божественного) блага. Отдельный человек и общество в целом должны быть, подобно Космосу, гармоничным единством – малым космосом. “Гармония” по-гречески означает “связь”, “созвучие”, “согласие”.

Идея гармоничного единства мира и человека впервые была выражена в философии природы, начало которой положил Фалес (примерно 625 – 547 гг. до н. э.). Стремясь укрепить веру в силу человеческого разума, ранние греческие философы отрицали существование принципиально не постижимых чудес. Они смело брались за объяснение всех явлений окружавшего их мира. На этом пути были совершены удивительные открытия в области теоретического мышления. Некоторые из них привели к постановке таких проблем, которые в конце концов оказались не по зубам греческому мышлению. К ним относятся, например, знаменитые парадоксы, сформулированные Зеноном в V веке до н. э. В полной мере они не разрешены и по сей день.

### «Все есть живая вода»

Примерно за 600 лет до нашей эры один из “семи мудрецов” Эллады по имени Фалес высказал загадочное утверждение – “все есть вода”. Все возникает из воды и в воду же обращается после своего уничтожения. Так впервые была воплощена мысль о единстве мира.

Утверждение Фалеса явно противоречит повседневному опыту, оно парадоксально. Разве земля и небо, горы и облака, деревья и животные – это вода? Может быть, в организмах живых существ и содержится довольно много влаги, но этого еще недостаточно для того, чтобы утверждать, что все есть вода. По-видимому, мудрец из ионийского города Милета имел в виду что-то другое – неочевидное, но очень важное для греков.

Мы очень мало знаем о Фалесе. Сочинения его до нас не дошли. Более или менее достоверно известны несколько утверждений Фалеса да названия некоторых его сочинений, написанных в прозе: “О началах”, “О солнцестоянии”, “О равноденствии”, “Морская астрология”. Однако в истории человеческой мысли существует традиция рассказывать о Фалесе как о первом философе и ученом.

Попробуем и мы восстановить рассуждения Фалеса, которые могли привести его к столь необычным взглядам. Предположим, что Фалес пришел к ним путем доступных всем логических построений, исходя из запрета на сверхъестественное объяснение возникновения единого в своей основе мира.

Из ничего мир возникнуть не мог, иначе случилось бы чудо. Следовательно, наш мир мог возникнуть только из какого-то другого мира. Если между этими мирами нет ничего общего, то переход от другого мира к нашему был бы поистине чудесным. По сути это было бы рождением из ничего, что невозможно. Мы вынуждены признать, что существует общее начало, связывающее старый мир и возникающий из него новый.

Это единое начало отличается и от старого, и от нового миров, иначе не было бы никакого возникновения нового из старого. Но все, что мы можем наблюдать, есть новый мир по сравнению со старым (он же есть старый мир по сравнению с тем, который будет). Следовательно, общее начало всех возможных миров не наблюдаемо в принципе. Поэтому единую первооснову всего возникающего нельзя себе представить, хотя мы вполне понимаем, о чем говорим. Выходит, что понимать (мыслить) и представлять – это не одно и то же.

Для того, чтобы легче было понять то, что нельзя представить, целесообразно прибегнуть к аналогии. Следует подобрать такое вещество, которое как можно меньше выделяется своими свойствами, с одной стороны, и имеет наглядную возможность превращаться в различные состояния, с

другой. На роль такого вещества хорошо подходит именно вода. Ведь она бесцветна, безвкусна, не обладает запахом, ей не присуща какая-то определенная форма. Вода может превращаться из жидкости в твердое состояние и может испаряться. Получается, что образ чувственно данной воды вполне может помочь мыслить “воду” как понятие, обозначающее единую первооснову всех состояний меняющегося мира. Чувственно воспринимаемая вода есть возникшая вещь, часть мира, и возникла она из “воды” как первоначала. Эта “вода” – уже не вещество, воспринимаемое чувствами, не та вода, которую мы пьем, которая течет в реках и находится в морях. Это философская категория – абстрактное понятие, которому не соответствует какое-либо наглядное представление, но которое лежит (вместе с другими категориями) в основе научного познания.

Если не признавать единства всех наблюдаемых явлений, то мира как такового нет, а есть случайный набор не связанных между собой картин, которые не принадлежат одному и тому же миру. И тогда все превращается в иллюзию, в сон с беспорядочно следующими друг за другом сюжетами. Такой тип философии возник в Древней Индии.

Греки же находили мудрость в том, чтобы все понять как проявление чего-то одного. Именно к этому стремился Фалес. Все в мире произошло из воды как из первичного строительного материала. После Фалеса за этот материал принимали воздух, огонь и т.д. Осталось же в науке то название, которое предложил Аристотель – “лес”. По-гречески “лес” – “гиле” (υλη). Римляне, осваивая греческую философию, перевели это слово на свой язык: по-латыни “строительный лес” – “материес”. Материю как первооснову мира греки также называли “архэ”, что означает “начало”.

Возникает вопрос о той движущей силе, которая приводит к возникновению вещей из воды, понимаемой как архэ. Эта причина движения, изменения, возникновения и уничтожения должна быть внутренне присуща самой материи, должна понижать ее, но в то же время быть чем-то отличной от нее. Что же это как не мировая душа? “Все в мире полно богов”, говорил Фалес, имея в виду одушевленность всех вещей. В душе находится первоисточник движения и любого изменения вообще. Поэтому вода Фалеса одушевлена, она живая и содержит причину своих превращений в себе самой.

Такой взгляд на мир получил в XVII веке название “гилозоизм” (от греческих слов “гиле” – лес, материя и “зоос” – живой). Гилозоистами были Джордано Бруно, Дени Дидро, И.В.Гете и другие. Согласно гилозоизму, “материя никогда не может существовать и быть деятельной без духа, а дух – без материи” (Гете). Гилозоизм с самого начала рассматривает всю материю как одушевленную. Первым философом-гилозоистом был Фалес. Ярким примером проявления одушевленности материи он считал способность магнита притягивать железные предметы. Магнит, таким образом, обладает душой.

Ученик Фалеса Анаксимандр (около 610 – 546 гг. до н. э.), развивая учение учителя, выдвинул идею о неопределенности первоначала мира не только в качественном, но и количественном отношении. Так возникла мысль о бесконечности Вселенной и о множественности миров. Есть основание полагать, что Анаксимандр впервые высказался о шарообразности нашего мира, а может быть, и Земли (об этом свидетельствует знаменитый автор III века н. э. Диоген Лаэртский). По-видимому, Анаксимандр мог бы вмешаться в спор о приоритете в этом вопросе с Пифагором и Парменидом, хотя есть также указания на то, что он считал Землю цилиндром. Анаксимандру приписывают изобретение солнечных часов, составление первой географической карты, систематизацию геометрических утверждений.

Попробуем понять, как Анаксимандр мог придти к своим представлениям о Вселенной. Первоначало мира он называет “апейроном”, что в переводе с греческого означает “беспредельное”. Апейрон сам по себе не обладает ни качественными, ни количественными характеристиками. Он вечен и бесконечен в пространстве. Все произошло из апейрона. Нет основания полагать, что выделившийся из него мир не подобен шару. В самом деле, как мироздание может оказаться не центрально-симметричным, если сам апейрон не имеет в себе выделенных направлений? Более того, он не имеет какой-либо выделенной точки. Следовательно, мир не может возникнуть в единственном экземпляре (иначе центр мира был бы выделенной точкой). Поэтому миров должно быть много, и все они должны быть шарообразны.

Анаксимандр создал картину, объяснявшую в нашем мире, наверное, все. Сначала выделилось из вечного апейрона горячее и холодное. Образовалась огненная сфера, в центре которой возникла Земля с водной и воздушной оболочками. Затем огненная сфера разорвалась и замкнулась в несколько колец, их окружил плотный непрозрачный воздух. В воздушных оболочках колец, образовались отверстия, которые люди воспринимают как Солнце, Луну, планеты и звезды. Затмения Солнца и Луны,

а также ее фазы объясняются закрытием и открытием этих отверстий. Солнечное кольцо в 27 раз больше Земли, а лунное – в 19. Ближе других находится кольцо “блуждающих” звезд, т.е. планет. Откуда Анаксимандр получил эти данные, неизвестно. Земля первоначально была покрыта водой. Вода постепенно испарялась, оставаясь лишь во впадинах – так образовались моря. Высыхая от жары, Земля покрывается трещинами, в которые проникает воздух – это приводит к землетрясениям. Первые животные возникли во влажном месте и были покрыты колючей чешуей. Постепенно они стали выходить на сушу, и из них возникли земные животные и люди.

Годы жизни ученика Анаксимандра Анаксимена известны очень приблизительно (588 – 525 гг. до н. э.). Не исключено, что он дожил до разрушения Милета персами в 494 году. Его книги, написанные, по свидетельствам более поздних авторов, простым и понятным языком, до нас не дошли. Он назвал первоначало воздухом, отказавшись от термина “апейрон”. Возможно, Анаксимен хотел подчеркнуть в самом названии первоначала его живую сущность. Ведь воздух и дыхание – в греческом языке слова однокоренные (как и в русском). Также Анаксимен мог полагать, что апейрон Анаксимандра слишком абстрактен, не имеет чувственного аналога, а потому не выполняет роли образа первоначала, помогающего легче его понять. Воздух по своим качествам достаточно неопределен: равномерно распространенный и неподвижный, он незаметен для чувств, становясь ощутимым вследствие движения, сгущения и разрежения. Так, ветер есть движущийся уплотнившийся воздух, а облако – это уплотненный ветер. Холодное есть сгустившийся воздух, а теплое – разреженный. Если человек выпускает изо рта воздух при плотно сжатых губах, сгущая его, получается холод. Если же рот широко открыт, то воздух разрежается и образуется теплота. Все возникло, таким образом, из воздуха как первоначала.

Анаксимен считал Землю плоской подобно диску. Это дало ему возможность объяснить механизм удерживания Земли в безграничном воздухе. Земля просто парит в нем. Солнце, Луна и планеты приводятся в движение космическим ветром. Звезды прикреплены к хрустальному небесному своду, который вращается вокруг Земли. Затмения Солнца и Луны, а также ее фазы Анаксимен объяснял тем, что светила поворачиваются к Земле то светлой, то темной своей стороной. Град образуется из замерзшей воды, падающей из туч. Дождь выпадает из сгустившегося воздуха. Молния и гром возникают из-за того, что ветер резко разрывает облака. Радуга – результат падения солнечного или лунного света на облако, одна часть которого из-за этого накаляется, другая остается темной. Землетрясения возникают вследствие растрескивания земли при засухе или проваливания отдельных ее участков при сильном увлажнении.

Итак, мы видим, что представители милетской философии природы смело берутся за объяснения явлений космического и земного масштабов по аналогии с известными из обыденного опыта фактами. Фалес, Анаксимандр и Анаксимен задали на тысячелетия стиль научного мышления: объяснять неизвестное через известное. Физики XVII–XX веков зачастую мыслили так же. Например, Кельвин в XIX столетии пытался объяснить природу энергии Солнца на основе термодинамики: Солнце, по его мысли, сжимается, в результате чего происходит выделение тепла.

### «Не мне, но Логосу внимая...»

Проблемы, поставленные милетскими мыслителями, продолжил разрабатывать философ, которого уже сами древние прозвали темным. Возможно, не только из-за того, что он в старости ослеп, но и из-за того, что его учение было слишком трудным для понимания. Речь идет о Гераклите из ионийского города Эфеса. Родился он примерно в 544 году до н. э., а когда умер – неизвестно. Прочитав его философское прозаическое сочинение, которое называлось так же, как и труды Анаксимандра и Анаксимена, – “О природе”, Сократ сказал: “То, что я понял, превосходно. Думаю, таково и то, что я не понял. Впрочем, для этого нужен делосский водолаз”. Действительно, чтобы понять всю глубину мысли Гераклита, нужно “нырять” очень глубоко.

Главная проблема, над решением которой бился Гераклит, может быть выражена в виде парадокса. Откуда берется новое? Если из старого, то оно не новое. Если же не из старого, то из ничего. Но из ничего не может возникнуть ни одна вещь. Следовательно, новое невозможно.

Этот “парадокс возникновения” актуален для ионийской философии природы. В самом деле, как из первоначальной стихии (воды ли, воздуха ли – неважно) появляется мир? Ведь возникший мир

должен быть чем-то новым по отношению к тому, из чего он возник. Но как можно понять появление нового?

В новом, с одной стороны, должно быть то, чего раньше не было. Но, с другой стороны, это новое должно было каким-то образом уже содержаться в старом, иначе для его возникновения не было бы основания.

Однако если новое по отношению к старому есть действительно новое, то его в старом еще нет. Следовательно, оно для старого есть небытие. И это небытие должно каким-то образом присутствовать в уже имеющемся бытии, для того чтобы стать в конце концов бытием.

Таким образом, бытие и небытие должны сосуществовать. Только при этом условии возможно рождение нового – оно появляется в результате борьбы между бытием и небытием. Следуя Гераклиту, можно провозгласить, что все существует и одновременно не существует, потому что все течет, все изменяется.

Гераклит вскрывает проблему, неразрешенную милетскими мыслителями (они до нее просто не добрались). Где же тогда искать то единство мира, которое было необходимо греческому духу? Ведь “признак мудрости – согласиться, внемля не мне, но Логосу, что все едино”. Так говорит Гераклит. Мало только материального единства мира, ведь и небытие должно существовать!

Гераклит делает следующий шаг после милетских мыслителей. Он утверждает единый закон перехода небытия в бытие, и наоборот. Этот закон и есть Логос. Все происходит закономерно, подчиняясь космическому Логосу. Сам Логос неизменен. Его никто не может отменить или переиначить. Даже богам это не под силу. Именно Логос связывает Вселенную в единый, закономерный, упорядоченный, вечно изменчивый Космос. Единство мира Гераклит усматривает как в материальной первооснове всего существующего, так и в единой закономерности всех изменений и различий в нем. Постоянно лишь одно закономерное непостоянство. Следовательно, можно сделать смелый вывод о вечном существовании мира, изменчивого и одновременно неизменного в закономерности своего изменения: “Этот Космос, один и тот же для всего сущего, не создал никто из богов и никто из людей, но он всегда был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим”. Непрерывно меняющийся, но остающийся самим собой огонь Гераклита – это образ, символизирующий постоянную закономерную изменчивость всего происходящего и ее материальную основу. “Все обменивается на огонь и огонь – на все, как на золото – товары и товары – на золото”. Изменение есть “путь вверх-вниз”, и по нему движется мир. “Сгущающийся огонь исходит во влагу, уплотняется в воду, а вода крепнет и оборачивается землей – это путь вниз. И с другой стороны, земля рассыпается, из нее рождается вода, а из воды – все остальное... – это путь вверх”. В действительности “путь вверх и путь вниз один и тот же”.

Пронизанный Логосом огонь “правит” миром и “судит” его. “Суд над миром и всем, что в нем есть, совершается через огонь”. Ибо “все грядущий огонь будет судить и осудит”. Наступит мировой пожар, в котором все сгорит, но затем опять возродится. И так – до бесконечности.

Знание Логоса есть высшая мудрость, которая открывается далеко не всем. Космос говорит через избранных, к которым и причисляет себя Гераклит. “Тайная гармония лучше явной”, впрочем “ослы солому предпочли бы золоту”.

Полагая, что через него говорит не то оракул, не то вещая Севила, или, может быть, сам Космос, Гераклит изъяснялся загадочно, оформляя свои мысли в афоризмы – краткие запоминающиеся своей глубиной изречения. “В одну и ту же реку нельзя войти дважды”, т.к. на входящего в нее текут каждый раз новые воды. И все же это одна и та же река, хотя она и течет.

“Кто б мог для утоленья жажды,  
Сняв под кусточком башмаки,  
Сбежать по берегу и дважды  
Напиться из одной реки?”, –

риторически вопрошает, подражая Гераклиту, современный поэт Е.Винокуров.

“В нас одно и то же живое и мертвое, бодрствующее и спящее, юное и старое. Ибо это, изменившись, есть то, и обратно, то, изменившись, есть это”. Каждая вещь, по мысли Гераклита, изменчива, текуча. Все непрерывно течет, все постоянно изменяется, говорил его ученик Кратил, а поэтому в одну и ту же реку нельзя войти и один раз, потому что покаходишь, она уже изменилась.

Однако, по Гераклиту, если бы у текучего не было единой неизменной основы, то оно не было бы изменяющейся вещью. Каждая вещь, таким образом, есть единство изменчивости и неизменного. В ней есть то, что сохраняется (ее постоянное), и то, что не сохраняется. Если же разрушается постоянное вещи, то исчезает и сама вещь, хотя материя ее разрушится не может, т.к. она вечна.

Изменчивое и неизменное – это противоположности. Следовательно, каждая вещь есть единство и в то же время борьба противоположностей, ведь противоположности на то и противоположности, что они не могут мирно сосуществовать, они находятся в состоянии войны. “Должно знать, что война общепринята, что вражда – обычный порядок вещей, и что все возникает через вражду заимообразно”, т.е. одно – за счет другого и наоборот. “Гомер, молясь о том, чтобы вражда сгинула меж богами и меж людьми, сам того не ведая, накликает проклятие на рождение всех существ”, ибо они рождаются в силу противоборства и противодействия. Выходит, что без противоречия, без борьбы между противоположностями нет движения и изменения, не возникает ничего нового.

### «Движенья нет!»

Учение Гераклита Эфесского о неизменном в своей изменчивости мире явилось вершиной ионийской философии природы. Стержнем этого учения стала смелая мысль о единстве и борьбе противоположностей как источнике всякого движения, всякого изменения вообще. В чистом виде эта мысль была выражена в утверждении о подвижном сосуществовании бытия и небытия. Возникновение нового можно мыслить как переход небытия в бытие и наоборот. Но для этого то, чего еще нет (небытие) должно существовать в том, что уже есть. В этом заключается решение парадокса возникновения, ярко осознанного Гераклитом.

И все же это решение далось слишком дорогой ценой – пришлось отказаться от святой святых научного мышления, от закона недопустимости противоречия (или, по-другому, закона противоречия, как этот закон часто называют для краткости): нельзя одному и тому же приписывать взаимоисключающие характеристики. Например, нельзя одновременно в одном и том же смысле существовать и не существовать. Но не это ли утверждает Гераклит, когда говорит о существовании небытия? Ведь получается, что существует то, чего не существует, бытие и небытие суть одно и то же. Налицо явное нарушение закона противоречия.

С такой постановкой дела в решении парадокса возникновения никак не могли согласиться представители другой ветви древнегреческой философии природы, появившейся и окрепшей на территории современной Италии в городе Элея. Основателем школы элеатов был поэт-философ Ксенофан (около 565 г. – после 473 г. до н. э), его учеником был Парменид, написавший для Элеи законы и учивший Зенона – самого знаменитого элеата.

Парменид изложил свои взгляды в поэме, от которой до нас дошли лишь фрагменты. Логика Парменида поражала современников. Она приводила к парадоксальным выводам при, казалось бы, строгой последовательности рассуждений.

Существует только то, что существует, а несуществующее не существует. Или, как говорил Парменид, есть только бытие, а небытия нет вовсе. Это соответствует логике, ведь признать, что небытие есть, значит допустить логическую ошибку. Если мы хотим построить учение о природе, согласное с логикой, то небытию в нем нет места. Однако из этого вытекает странное утверждение о том, что бытие едино и неизменно. В самом деле, если бытие состоит из частей (множественно), то что отделяет одну часть бытия от другой? Граница, отделяющая части бытия друг от друга, может быть только тем, что не является бытием. Но только небытие не является бытием. Следовательно, если небытия нет, то нечему разграничивать части бытия, и бытие едино.

Бытие также неизменно, потому что бытию не во что изменяться, ведь оно могло бы измениться только в то, что не есть бытие, т.е. в небытие, а небытия нет. Таким образом, истинное бытие, то, что существует по истине, едино и неизменно. И если мы наблюдаем мир, разделённый на части и изменяющийся, то он не соответствует логике. Значит, множественный и изменчивый мир не есть истинное бытие.

Парменид говорит о существовании двух миров – мира истины, о котором только и возможно высказывать истинные суждения, и мира мнения, о котором можно высказываться лишь более или менее правдоподобно. Мир истины постигается умом. Мир мнения дан нам в чувственном восприятии. Парменид впервые сумел понять и ярко выразить это различие, поставив тем самым перед будущими

поколениями проблему соединения умопостигаемого мира, который един и неизменен, с чувственным миром, который множественен и изменчив.

Широкою известность получили парадоксы Зенона Элейского, так называемые “апории”. По-гречески а – отрицание, порос – выход, апория – “затруднение, безвыходное положение”. В своих апориях Зенон приводит аргументы против возможности мыслить движение, множественность и пространство. Самыми знаменитыми являются апории против движения, о которых мы и поговорим.

Зенон доказывал, что движение не мыслимо, хотя и представимо. Сочинения самого Зенона до нас не дошли, но мы знаем о его аргументах против движения из работ более поздних авторов, в которых, как правило, упоминаются четыре апории такого рода: “Стрела”, “Стадий”, “Ахиллес” и “Дихотомия”.

## Апория «Стрела»

Это главная апория против движения. Три остальные возникают при попытке решить апорию “Стрела” путем отказа от представления о бесконечной делимости пространства и времени.

Стрела движется либо там, где она находится, либо там, где она не находится – третьего не дано (*tertium non datur* – лат.) Второе отпадает, т.к. стрела не может двигаться там, где ее нет. Значит, ей остается двигаться только там, где она находится. Но может ли тело двигаться в том месте, которое оно занимает? Если нет, то стрела вообще не может двигаться.

Аристотель передает аргументацию Зенона так: “Если всегда всякое тело покоится, когда оно находится в равном себе месте, а перемещающееся тело в момент теперь всегда находится в равном себе месте, то летящая стрела неподвижна”. Однако, указывает Аристотель, в каждом месте, проходимом летящей стрелой, она не может покоиться, т.к. это означало бы, что стрела находилась бы в одном и том же месте не мгновение, а промежуток времени.

Выход из этой “безвыходной ситуации” заключается в признании того, что движущееся тело всегда движется именно в том месте, которое оно в данный момент времени занимает. Однако просто признать мало, надо еще это понять. Иными словами, апория Зенона ставит вопрос о понятии движения.

Заслуга Зенона состояла в том, что он убедительно показал отсутствие у греков понятия мгновенной скорости. В самом деле, если скорость есть отношение пути ко времени его прохождения, то как можно говорить о скорости в данный момент времени, когда ни пути, ни времени его прохождения нет? Даже если брать все более малые промежутки времени и соответствующие им пройденные пути, все равно – это конечные, а не бесконечно малые времена и длины. Ведь бесконечно малое – это операция ума, а не самое малое, которое можно представить. Пока у нас не будет понятия производной функции (которое появилось через 2000 лет после Зенона), ничего не получится. Да и с этим понятием тоже возникают проблемы, потому что понятие функции опирается на понятие множества, а в теории множеств были открыты такие парадоксы, которые в полной мере не разрешены до сих пор. Рассмотрим один из них.

Множество натуральных чисел, каждое из которых можно определить с помощью не более сотни слов, конечно. Возьмем наименьшее число, не входящее в это множество.

Предыдущий абзац есть осмысленный текст, содержащий не больше сотни слов и однозначно задающий число, которое по самому своему определению не может быть определено такого рода текстом. Парадокс!

Выходит, что Зенон поставил не просто проблему, актуальную и в наши дни. Он осознал то препятствие, которое стояло на пути у всей греческой науки. Греки так и не смогли взять этот барьер. Только избранные из них, такие как Евдокс и Архимед, сумели нащупать подходы к нему. Лишь с распространением христианского образа научного мышления Ньютон и Лейбниц создали интеллектуальный аппарат для освоения понятия движения.

Если закрыть глаза на парадоксы теории множеств и спокойно пользоваться математическим анализом, то можно поглядывать на Зенона свысока и удивляться, как это он не додумался до столь “очевидных” вещей. Так, известный французский математик Поль Леви, имея в виду апорию “Ахиллес и черепаха”, воскликнул: “Почему воображать себе, что время остановит свой ход вследствие того, что некий философ занимается перечислением членов сходящегося ряда? ...Признаюсь, я никогда не понимал, как люди, в других отношениях вполне разумные, могут оказаться смущенными этим парадоксом... Ответ, который я дал, когда мне было одиннадцать лет, старшему, рассказавшему мне

этот парадокс, ...я резюмировал тогда немногословной формулой: “Этот грек был идиотом”. Я знаю теперь, что нужно выражать свои мысли в более вежливой форме и что, быть может, Зенон излагал свои парадоксы только для того, чтобы проверить разумность своих учеников”.

Апории Зенона никогда не переставали волновать математиков и физиков. В науке XIX-XX веков споры о них разгорелись с новой силой. Одни ученые видели в них глубокий смысл, другие утверждали, что это не что иное, как ловкие софизмы. История науки показывает, однако, что если о чем-то долго спорят, то это неспроста.

Сохранилось забавное предание. Знаменитый философ-киник Диоген, выслушав Зенона, в качестве ответа начал пред ним ходить, демонстрируя наличие движения. Об этом А.С. Пушкин написал остроумное и проницательное стихотворение.

### Движение

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить.  
Сильнее бы не мог он возразить;  
Хвалили все ответ замысловатый.  
Но, господа, забавный случай сей  
Другой пример на память мне приводит:  
Ведь каждый день пред нами солнце ходит,  
Однако ж прав упрямый Галилей.

Действительно, не всегда то, что мы видим, есть истина. Нельзя логику опровергать с помощью чувственных наблюдений. По преданию Зенон ответил Диогену-киннику в ответ на его хождение: «Разумом ты разреши труднейшую эту задачу!»

### Глубина апорий

Уже во времена Зенона существовали взгляды, согласно которым пространство и время не делимы до бесконечности, а состоят из цельных неделимых частей – атомов пространства и атомов времени (в XX веке сказали бы “квантов” пространства и времени). С этих позиций движение острия стрелы представляет собой последовательный переход из одной неделимой “ячейки” пространства (в которой это острие покоится некоторое время, состоящее, может быть, из нескольких неделимых временных единиц) в другую. На этот элементарный переход требуется ровно один квант времени, ведь не может же острие мгновенно переместиться из одного места в другое (это было бы чудом, а в науке чудеса не рассматриваются). Важно отметить, что бессмысленно спрашивать, где находится острие, когда оно вышло из одной ячейки пространства, но еще не пришло в соседнюю. Ведь мы не имеем права разбивать неделимый квант времени на части, и поэтому никакого промежуточного момента времени (между началом и концом временного кванта) в этой теории не существует. Да и не существует того промежуточного места, где могло бы поместиться острие в промежуточный момент времени (если бы он существовал), потому что пространство квантованно, и острие может только скачками (но не мгновенно!) перемещаться из одного места в другое.

В этом случае стрела не движется в том месте, где она находится – в каждом из таких мест она покоится. Также стрела не движется там, где ее нет (что естественно). Стрела по истине (т.е. с точки зрения разума, логики) вообще не движется. А то, что мы воспринимаем чувствами как ее движение, есть данность именно чувств, а не ума. Для ума чувственно данное движение есть иллюзия, задача мышления заключается в том, чтобы свести движение к покою.

Быстрое от медленного отличается в теории квантованного пространства-времени тем, что в каждом атоме пространства быстрое находится в течение меньшего количества единиц (атомов) времени, нежели медленное. Казалось бы, апория разрешена. Движение стало чувственной видимостью, на самом же деле (т.е. по логике) существует только покой. Но здесь нас подстерегает новая трудность – апория “Стадий” (или “Стадион”).

### Апория «Стадий»

Если пространство и время состоят из атомов (неделимых ячеек и временных промежутков), то часть равна целому. Доказывается это положение так. Пусть на стадионе бегут навстречу друг другу с одинаковыми скоростями две колонны атлетов мимо неподвижной третьей. Пусть также все атлеты из каждой колонны находятся в соседних атомах пространства, в которых бегущие пребывают одну неделимую часть (единицу) времени и одну единицу времени затрачивают на переход из одного атома пространства в другой (соседний). В этом случае движение окажется самым быстрым. Тогда каждая из движущихся колонн в течение времени, которое нужно для того, чтобы пройти мимо, например, двух неделимых частей неподвижной колонны, т.е. за четыре неделимые единицы времени, пройдет мимо четырех неделимых частей другой движущейся колонны. Спрашивается: сколько на это понадобится единиц времени? Если тоже четыре, то получается, что четыре неделимые ячейки пространства пройдены за четыре единицы времени. Но это в теории квантованного пространства-времени невозможно, т.к. переход из одной ячейки в соседнюю осуществляется за один квант времени, и, по крайней мере, один квант времени атлет должен находиться в каждом атоме пространства. Следовательно, для прохождения одной движущейся колонны атлетов мимо другой колонны, движущейся в противоположную сторону, в этом случае надо затратить восемь единиц времени (именно восемь, а не четыре, как это было бы в случае бесконечной делимости пространства и времени). Но ведь прошло-то одно и то же время! Получается, что  $4=8$ , а это абсурдно.

Разумеется, приведенное рассуждение справедливо только в случае квантованности пространства и времени и совершенно не состоятельно, если этой квантованности не существует. Выходит, что попытка разрешить апорию “Стрела” с помощью теории квантованного пространства-времени приводит к новой неразрешимой ситуации, т.е. к новой апории.

Но предположим, что пространство бесконечно делимо, а время квантованно. Пытаясь решить апорию “Стрела”, мы можем использовать и такой подход. Тогда траекторию движущейся точки можно разбить на отрезки, соответствующие отдельным квантам времени. В каждый момент (квант) времени точка находится на соответствующем отрезке и движется со скоростью, равной отношению длины этого элементарного отрезка к единице (кванту) времени. Разбивать элементарные отрезки на более мелкие в этом случае бессмысленно и невозможно. Бессмысленно потому, что нельзя сказать, какую из частей элементарного отрезка точка проходит раньше, а какую позже, т.к. внутри кванта времени нет ни “раньше”, ни “позже”. Невозможно же потому, что на переход из одной части пространства в другую требуется некоторое время, а внутри элементарного отрезка время неделимо. Казалось бы, такой подход позволяет мыслить движение примерно так же, как и в случае квантованного пространства-времени, с той лишь разницей, что пространство не “само” (в силу своей квантованности) разбито на ячейки, а разбивается нами в соответствии с указанной процедурой. В этом случае аргументы “Стадия” будут бить мимо цели.

Однако здесь Зенон приготовил нам новые трудности – апории “Дихотомия” и “Ахиллес”.

### Апория «Дихотомия» («Деление пополам»)

Движущееся тело, прежде чем пройти весь путь, должно пройти его половину, а еще ранее оно должно пройти половину от этой половины, т.е. четверть всего пути, а перед этим – половину четверти, т.е. восьмую часть целого, и так далее до бесконечности, ведь пространство непрерывно. Если на прохождение каждой “половины” (а их бесконечно много) потребуется хотя бы один квант времени (который конечен, а не бесконечно мал), то общее время прохождения отрезка любой наперед заданной длины равно бесконечности. И мы опять попадаем в безвыходное положение. Апория, одним словом!

### Апория «Ахиллес»

Эта апория (иногда ее называют “Ахиллес и черепаха”) объединяет в себе трудности, встречающиеся в других апориях. Она говорит о том, что быстрое (Ахиллес) теоретически не может догнать медленное (черепаху), хотя на практике бегущий человек с легкостью догоняет и обгоняет ползущую черепаху. В самом деле, преследующему необходимо сначала достичь места, откуда уже двинулось убегающее, так что медленное всегда имеет некоторое преимущество.

а) Пусть пространство и время делимы до бесконечности.



Для проведения рассуждения в чистом виде рассмотрим прямую линию, на которой отметим две точки А (Ахиллес) и Ч (черепаха). Пусть между ними окажется расстояние  $l$ . Теперь представим, что эти точки одновременно начали двигаться в одну сторону, но с разными скоростями, причем  $v_A > v_C$ . Казалось бы, не должно возникать никаких проблем при определении времени, через которое Ахиллес догонит черепаху; оно равно  $l / (v_A - v_C)$ . На практике так и получается. Но в теории появляется существенная трудность, если вдуматься в понятие скорости. Что это такое? Греки считали, что скорость есть отношение пути ко времени его прохождения. Путь всегда связывает две отстоящие друг от друга точки. Следует ли отсюда, что скорость – это понятие, относящееся к двум точкам пространства? Если да, то как ответить на вопрос, движется ли точка (обладает ли она скоростью) в каждый момент своего движения, в каждой точке своей траектории. Если движется, то что это означает? Как определить скорость в точке? Можно, конечно, брать все более малые интервалы времени, которым будут соответствовать все более малые участки пути, и, деля второе на первое, получать некоторые значения скорости. Но с точки зрения логики две разные точки, сколь ни было бы мало расстояние между ними, всегда будут разными точками. Поэтому так определяемое понятие скорости относится к двум разным точкам, и мы не можем понять, как точка может двигаться там, где она находится. Т.е. мы опять вернулись к трудности, зафиксированной в апории “Стрела”.

Кроме этого, т.к. число шагов в принципе бесконечно, то логически мы решаем все время одну и ту же задачу (черепаха чуть впереди, а Ахиллес ее догоняет) и нисколько не продвигаемся вперед. Получается, так сказать, логическая “зацикленность”.

б) Пусть пространство и время не делимы до бесконечности.

В этом случае нельзя говорить о безразмерных точках. И Ахиллес, и черепаха должны быть представлены по крайней мере в виде отрезков. Итак, пусть вдоль прямой движутся в одну сторону два отрезка с разными скоростями и пусть наиболее быстрый из них сначала отстает. Тогда при обгоне быстрым отрезком медленного возникает ситуация, аналогичная апории “Стадий”: можно вообразить неподвижный отрезок, расположенный вдоль рассматриваемой прямой, и показать, что часть рана целому.

в) Пусть пространство непрерывно, а время квантованно.

Тогда быстрой точке, догоняющей медленную, нужно сначала достичь той точки, где была медленная, но за это время медленная точка уже уйдет немного вперед и так далее до бесконечности. Таким образом, ту длину, на которой быстрое догоняет медленное, можно с помощью указанной процедуры разбить на бесконечное количество частей, и если на перемещение из одной части в соседнюю требуется хотя бы один квант времени, то общее время становится бесконечным.

г) Пусть пространство квантованно, а время непрерывно.

Увы, и в этом случае нас ожидает неудача. В каждый момент времени движущаяся “точка” (которая уже не может быть меньше атома пространства) будет занимать определенный атомарный пространственный участок. Для того, чтобы въехать в соседнюю ячейку, необходимо некоторое время (иначе “точка” мгновенно переместится из одного места в другое, что невозможно). Но если при этом время непрерывно, то “точка” не может въехать в соседнюю ячейку. В самом деле, если на этот переход требуется время, то возникает вопрос, на который мы не можем ответить: где находится “точка”, когда она уже вышла из одной ячейки, но еще не пришла в соседнюю? Ведь “точка” не может въехать в соседнюю ячейку по частям (пространство-то квантованно). Следовательно она вообще не сможет сдвинуться с места. Это относится, разумеется, не только к Ахиллесу, но и к черепахе (и вообще к любому телу).

## «Все есть число»

Элеаты не были самыми первыми философами Великой Эллады (так называли греки колонизированную ими часть Италии). Пифагорейцы появились раньше элеатов. Последователи Пифагора, выходца с ионийского острова Самоса и младшего современника Фалеса, выработали оригинальный взгляд на мир и жили в соответствии с ним. Они создали в южноиталийском городе Кротоне религиозно-философское “братство” – пифагорейский союз, в который принимали мужчин и женщин. Первые женщины-философы были пифагорейками. Наибольшую известность среди них получила жена Пифагора Теано (по другим свидетельствам она была женой пифагорейца Бротина). Сохранился фрагмент из ее сочинения “О благочестии”: “И многие эллины, как мне известно, думают,

будто Пифагор говорил, что все рождается из числа. Но это учение вызывает недоумение: каким образом то, что даже не существует, мыслится порождающим? Между тем он говорил, что все возникает не из числа, а согласно числу, т.к. в числе – первый порядок, по причастности которому и в числимых вещах устанавливается первое, второе и так далее”.

Пифагор хотел быть не только мудрецом, но и пророком, а может быть, и полубогом. О нем рассказывали чудеса. Его душа жила сначала в сыне Гермеса, потом переселилась в троянца, которого ранил Менелай, затем она жила в теле милетца, узнавшего полусгнивший щит Менелая на стене храма Аполлона, и наконец стала Пифагором. Он гладил белого орла, разговаривал с рекой Сирус, одновременно находился в двух городах, между которыми была неделя пути. У него было золотое бедро.

Элеаты недолго любили Пифагора. Они, видимо, питали глубокое неприятие к его мистике, понимая, что Греции необходима другая философия – ясная и логичная, чуждая всякой таинственности. Элеец Ксенофан, завзятый остро слов, сочинил пародию на Пифагора, учившего о переселении душ.

Как-то в пути увидав, что кто-то щенка обижает,  
Он, пожалевши щенка, молвил такие слова:  
“Полно бить, перестань! живет в нем душа дорогого  
Друга: по вою щенка я ее разом признал”.

Есть современный вариант этой пародии.

Ворона серотелая  
Летает неспеша –  
Твоя осиротелая  
В ней каркает душа.

Рассказывают, как Пифагор шел мимо кузницы и, услышав разные звуки от ударов молотов разного веса, решил, что звук можно измерить числом, а именно весом молота. Вспоминают и про знаменитый монохорд Пифагора, представляющий собой струну, натянутую на доске. Звучание струны зависит от ее длины, которую можно выразить числом. Так, музыкальный интервал октава соответствует звучанию двух одинаково натянутых струн, длины которых относятся как 1:2. Для квинты и кварты отношения длин другие – 2:3 и 3:4. Пифагор использовал эти факты для подтверждения мысли о том, что число есть мерило, которому подчиняется всё.

Даже совершенство и дружбу можно выразить числами. “Совершенным” называлось такое число, для которого сумма всех его делителей, кроме самого числа, равна этому числу. Например, число 6 совершенное, т.к. его делители 1, 2 и 3 в сумме составляют 6. Число 28 – также совершенное. “Дружественными” назывались числа, обладающие тем свойством, что сумма делителей каждого из них равна другому. Говорят, Пифагор на вопрос “что такое друг?” ответил: “Тот, кто является другим я, вот как числа 220 и 284”. В самом деле, сумма делителей числа 220 равна 284 ( $1+2+4+5+10+11+20+22+44+55+110 = 284$ ), а сумма делителей числа 284 равна 220 ( $1+2+4+71+142 = 220$ ).

Пифагор не отталкивался от частных фактов (звучания молотов и струн, например), для того чтобы обобщить их на всю природу, как это делали ученые более поздних эпох. Ход мысли Пифагора был обратным: сначала он понял, что всё есть число, а уж потом эта общая идея помогла ему разглядеть конкретные факты, подтверждающие ее.

Сохранившихся сведений об учении Пифагора недостаточно для того, чтобы с уверенностью сказать, каким образом пифагорейцы отстаивали свой знаменитый тезис о числе как первоначале мира. Попробуем все-таки восполнить этот пробел, исходя из общей направленности ранней греческой философии на логическое осмысление идеи единства мира, которую вперемешку с мистикой разрабатывали и первые пифагорейцы.

Материя, о которой говорили милетцы, бесформенна (аморфна), совершенно неопределенна. Как же тогда чувственно воспринимаемые вещи, в основе которых лежит неопределенная материя, обладают вполне определенными свойствами? Между неопределенным и определенным пролегает пропасть. Перескок от одного к другому равнозначен чуду. Под угрозой оказывается утверждение о

единой природе всех вещей. Для его спасения необходимо найти такую основу всего существующего, которая, подобно мосту, соединяла бы края этой пропасти (между “пределом” и “беспределным”, как говорили пифагорейцы). Такой мост Пифагор навел с помощью понятия числа.

Число вообще (не “два”, не “сто”, а число как таковое) заключает в себе единство предела и беспределного. В самом деле, каждое конкретное число ограничено, но не существует самого большого числа. Следовательно, понятие числа содержит в себе понятия и ограниченного (предела), и неограниченного (беспределного). Таким образом, первоначально всех вещей можно мыслить с помощью понятия числа. Все есть число, но не в том смысле, что числа порождают вещи (Теано права, указывая на невозможность этого), а в том, что единство вещей заключено в числах. Изучая числа, можно понять мир как единое и, что немаловажно, гармоничное целое – вот вывод пифагорейской натурфилософии.

Теперь становится понятен стимул, побуждавший Пифагора и его последователей отделить математику от интересов торговли и измерения земли. Они занимались изучением математических объектов, потому что каждый из них – символ, несущий в себе тайный смысл определенной грани мира, а все эти грани, сведенные воедино, похожи на прекрасный алмаз.

Пифагорейцы по праву считаются создателями математики как теоретической науки. Для них она была еще и ориентиром в жизни, философией. По некоторым свидетельствам, Пифагор первым назвал себя философом, т.е. любителем мудрости, а не мудрецом. Он утверждал, что мудростью обладает только бог, человеку же дано лишь стремление к мудрости. “Я не учу мудрости, я исцеляю от невежества,” – говорил Пифагор.

Он первым назвал Вселенную Космосом, подчеркивая ее упорядоченность, соразмерность, гармоничность, пропорциональность, красоту. Такая характеристика Вселенной естественно вытекает из усмотрения единства мира в числе как основы гармонии. В красоте математики скрыта структура Космоса. Земля имеет форму шара, потому что шар наиболее соразмерен из всех тел. Расстояния до небесных светил не могут быть произвольными, они должны соответствовать гармоническому аккорду. Эта “музыка небесных сфер” может быть выражена математически. Кто сумеет это сделать, тот ее услышит. Пифагор сумел.

Он, размышляя о единстве мира, открывает новый подход: логика дополняется чувством гармонии, рассудочное восприятие мира – эстетическим. Многие современные физики полагают, что красивая математика – это и есть физика (некрасивые самолеты плохо летают, вторят им инженеры). В этом смысле можно сказать, что пифагорейцы были первыми физиками-теоретиками. Ведь они смотрели на мир глазами красивой математики.

Когда мы говорим в наши дни, повторяя за Галилеем, что книга природы написана на языке математики, в этих словах звучит отголосок мысли Пифагора. Правда, Галилей не пытался выразить числом дружбу, справедливость, женское, мужское, брак и т.д. Для него источником вечных ценностей была Библия, а не числовая эквилибристика, которую так любили в пифагорейском союзе.

Союз, созданный Пифагором, имея высокий авторитет среди кротонцев, занимался политической деятельностью. Это его и погубило. Пифагорейцы выступали за новую аристократию – “аристократию духа”, управлять государством должны лишь достойные. Придя к власти в Кротоне и близлежащих Метапонте и Таренте, они вызвали гнев у демократов, которые подняли восстание и сожгли пифагорейцев прямо в домах, где они обсуждали государственные дела.

К этому времени внутри лагеря пифагорейцев образовалась трещина – разразился скандал, поставивший под угрозу доверие к их главному мировоззренческому тезису. Причиной (а может быть, только поводом) послужило великое математическое открытие, вытекающее из теоремы Пифагора. Речь идет о несоизмеримости диагонали квадрата с его стороной: не существует такого отрезка, который укладывался бы целое число раз и на стороне квадрата, и на его диагонали. Это было по существу открытием иррациональных чисел (таких, которые нельзя представить в виде отношения двух целых чисел). Но поначалу казалось, что число (которое мыслилось только как рациональное) уже не может быть первоначалом мира, если даже такая простая вещь, как диагональ квадрата со стороной, равной единице, не может быть выражена числом. Должны были существовать две несводимые друг к другу единицы, для того чтобы можно было измерить сторону квадрата и его диагональ. Но это нелепо. Ведь числа состоят из единиц. Как же возможно, что существуют две различные единицы?

Свои знания пифагорейцы не разглашали, а открытие несоизмеримости скрывали особенно тщательно, вероятно, надеясь когда-нибудь понять, в чем тут дело (так позже и случилось, но союз к

тому времени уже распался). И вот пифагореец Гиппас, активно выступая за демократизацию знания, выдал эту тайну “недостойным”, за что был проклят пифагорейцами. Вскоре он утонул, но трещина в мировоззрении пифагорейского союза так и не заросла. Позже пифагореизм существовал как открытое учение.

Обнародовал книги пифагорейцев под общим заглавием “О природе” Филолай, живший в IV веке до н. э. Он был оригинальным мыслителем. Движущей силой Космоса Филолай считал стихию огня. Управляющей стихии пристало находиться в центре мира. Вокруг центрального огня должны вращаться 10 космических тел, потому что “десять” – это число, выражающее полноту мироздания (возможно, потому, что сумма первых четырех – самых важных – чисел равна десяти). Но небесных объектов, известных Филолаю, было 8: неподвижные относительно друг друга звезды, пять видимых невооруженным глазом планет, Солнце и Луна. Даже если Землю заставить вращаться вокруг центрального огня, все равно не будет хватать одного космического тела. Может быть, кого-то это и смутило бы, но только не Филолая – он был настоящим пифагорейцем, который, вопреки наблюдаемым фактам, всегда предпочтет подчинить Вселенную логике числовой гармонии. Филолай смело направил Землю вокруг центрального огня и добавил “недостающее” тело – Противоземлю (“Антихтон”), всегда находящуюся с другой стороны Земли, а потому скрытую от людей. Нам подобные рассуждения кажутся невероятными, но такова логика пифагореизма, не раз приведшая к удивительным открытиям.

### «Все состоит из атомов»

Проблемы, возникшие в ионийской и италийской натурфилософии, такие как парадокс возникновения, несоизмеримость диагонали квадрата, апории Зенона и т.д., попытались разрешить Левкипп (приблизительно 500–440 гг. до н. э.) и его знаменитый ученик Демокрит (около 460–370 гг. до н. э.), основавшие в Греции атомизм, ставший одним из наиболее устойчивых течений мировой философии и науки.

Левкипп – ученик Зенона Элейского – ввел в философию понятие атома как мельчайшей, невидимой и неделимой частицы (“атомос” – по-гречески “неразрезаемый”, “неделимый”), понятие абсолютной пустоты, в которой движутся атомы, и учение о детерминизме (строгой определенности) во всех природных явлениях: “Ни одна вещь не возникает попусту, но на некотором основании и по необходимости”.

Демокрит был захвачен этой мыслью. Он говорил, что “предпочел бы одно причинное объяснение сану персидского царя” – так нелегко было отыскивать причины происходящего. Его называли “смеющимся философом”, настолько несерьезным казалось ему все, что люди делали всерьез. Платон хотел сжечь все сочинения Демокрита, какие только мог собрать, но вмешались пифагорейцы Амикл и Клиний: “Бесполезно – книги его уже у многих на руках”. Что же так возмутило великого идеалиста? Мы попытаемся ответить на этот вопрос после того, как познакомимся со взглядами великого материалиста, дерзнувшего соединить несоединимое.

Во-первых, Демокриту нужно было в существующем найти небытие, для того чтобы объяснить изменение – урок Гераклита им был усвоен хорошо. Во-вторых, ему не хотелось отказываться от красивой теории пифагорейцев. Но если сущностью вещей являются числа, а само число – это нечто прерывное (дискретное), состоящее из неделимых единиц, то как же вещи могут быть непрерывными, сплошными? И в-третьих, Демокрит соглашался с элеатами, что истинное бытие должно быть единым и неизменным. Совместимы ли друг с другом все эти требования?

Демокрит уверен, что да. Только материя должна для этого не быть единой. Ей следует рассыпаться на отдельные невидимые глазом элементы (атомы), между которыми материи нет: там пустота, просто “место в пространстве” – “ничто”, в том смысле, что из него ничего не может возникнуть. Но это есть существующее ничто! Оно обеспечивает возможность движения атома из одного места в другое. А все изменения (возникновения нового) происходят в результате перегруппировки атомов. Проблема Гераклита решена.

Также “спасается” тезис пифагорейцев. Любой предмет есть набор определенного “числа” атомов. Вместе с тем сами атомы характеризуются формой, порядком и положением. Так, А отличается от П формой, АП от ПА – порядком, ПП от ПП – положением. Также у каждого атома есть своя тяжесть, выражаемая численно. Число, форма, порядок и положение – понятия математические, и ими

характеризуется сущность атомов и состоящих из них вещей. Атомы земли, воды, воздуха и огня отличаются прежде всего по форме и тяжести. Преодолевается и открытая пифагорейцами «несоизмеримость», т.к. нет реальной непрерывности, а атомы всегда можно пересчитать, как их не укладывая (вдоль стороны квадрата или вдоль его диагонали).

Должны быть спокойны и элеаты, ведь каждый атом есть вечное, единое и неизменное бытие Парменида. Впрочем, как и пустота, в которой они движутся.

Итак, начала всего сущего – атомы, разделенные пустотой. Их бесконечно много. Каждый атом – абсолютная наполненность, пустота – абсолютная незаполненность и в этом смысле ничто. Атомы не содержат пустоты – некуда вставить лезвие, чтобы разрезать атом. Пустота однородна и бесконечна. Ничего из нее не возникает и не переходит в нее при уничтожении. Возникновение вещей есть соединение атомов, а уничтожение – распадение на части, в пределе – на атомы. Миров бесконечно много, т.к. было бы странно, если бы на большом ровном поле вырос только один колос, и если бы в бесконечном пространстве образовался бы только один мир. Теплое и холодное, сладкое и горькое, цветное, пахучее на самом деле не существуют. Все это лишь “мнение”, по истине есть только атомы и пустота. Свободы выбора направления и быстроты движения у атомов не существует, т.к. для этого нет основания, все происходит по необходимости. Случайное – только непознанная необходимость. Причина возникновения вещей – мировой “вихрь”, он и есть космическая необходимость. Человеческая душа состоит из особых атомов, также по идее подчиненных космическому вихрю.

Картина впечатляющая, правда, жутковатая. Где же жизнь, где смысл? “Лучше уж следовать мифу о богах, чем быть рабом predeterminedности физиков, ибо вера в мифы хотя бы дает в живых образцах надежду на то, что, воздавая почтение богам, удастся вымолить их расположение”, – так писал через век после Демокрита Эпикур, придумавший в целях преодоления predeterminedности (фатализма) самопроизвольное отклонение атомов от прямолинейного пути, что Цицерон позже назвал позором для философии, ведь она согласилась с произволом и отказалась от причинного объяснения.

Демокрит раскалывает единство мира не только на уровне материи (это еще куда ни шло). Он принципиально непоследователен в глазах греческого “любителя мудрости”, т.к. полагает, что, кроме законов природы, существуют законы, установленные человеком: “по установлению”, а не “по природе” возникают речь, государство и его законы. Человек перестал быть микрокосмосом, отражающим макрокосмос. “Нужда и опыт были для человека учителями во всем, надлежащим образом наставляя это животное, от природы способное ко всяческому учению и имеющее помощником во всем руки, рассудок и умственную гибкость”. Богов нет, их создали люди из страха перед громом и молнией, перед затмениями Солнца и Луны. И никакой мировой души тоже нет. Вообще человеку не перед кем держать ответ в этом мире, кроме самого себя: ни перед богом, ни перед природой. “Не из страха, но из чувства долга надо воздерживаться от дурных поступков”.

Есть от чего схватиться за голову Платону. Ведь человек, по Демокриту, вроде бы должен быть игрушкой природной необходимости (если последовательно придерживаться атомизма), а он вместо этого возомнил о себе не весть что – какой такой долг, перед кем? Демокрит разрушал мировоззренческий фундамент греческого общества. Понятно, что за это книгам его не поздоровилось, их уничтожали.

Да и с физической точки зрения учение Демокрита было слабым – оно не согласовывалось с привычными наблюдаемыми фактами. Например, с падением камней на землю.

Камень падает, он состоит из атомов. Каждый атом окружает пустота. Как же атом узнаёт, куда ему падать, где верх, а где низ, ведь пустота совершенно однородна. В пустоте движение начаться не может в силу симметрии условий. Но падение камней – это факт. Следовательно, нет пустоты.

Ясно, что говорить о каком-то взаимодействии между атомами на расстоянии, нет основания, ведь через пустоту ничего не может передаваться. Для этого нужно было поместить в нее Бога, который может всё. Это потом сделал Ньютон, после чего он смог построить новую небесную механику.

Античный атомизм как физическое учение был обречён, но долго существовал как философско-этическое учение. Лишь в Новое время, возрожденный, он из философии перебрался в физику.

### «Весь мир построен из треугольников»

Трудная задача стояла перед Платоном – основателем «Академии» (первого в мире высшего учебного заведения). Афины проиграли войну Спарте, казнили Сократа – учителя Платона.

Деятельность так называемых софистов, этих «мудрецов», не прошла даром – дух подлинной философии разрушен. Софисты поставили множество новых проблем в области логики и науке о языке, но их «мудрость» привела слишком многих к неверию в единый для всех Логос. Глава софистов Протагор провозгласил человека мерой всех вещей. Это что же: сколько голов, столько и умов? Божественный Космос низвергнут. Его теоретики заблудились в лабиринте противоречивых мнений. Единое бытие рассыпалось на части в учениях Эмпедокла и Анаксагора, а наиболее вызывающим образом – в учении Демокрита. Сократ попытался отбросить философствование о небе и установить новый принцип единства мира – благо. Душа, исполненная добродетели – вот что объединяет и людей, и мироздание. Платон восхищался Сократом. Но кончилось все чашей цикуты.

Нужно было восстановить утраченное единство, соединить логику элеатов, гармонию пифагорейцев и благо Сократа в учении о прекраснейшем Космосе, по образцу и подобию которого только и можно строить жизнь человеческую. В этом должен был заключаться отпор атомистам и софистам. Надо было по-новому разрешить проблемы, в которых первые запутались, а вторые не видели смысла. И это должен был быть последний штурм высоты, с вершины которой открылся бы вид на весь мир сверху вниз.

Вечное, единое и неизменное бытие Парменида, о котором только и можно иметь строгое знание, – это царство идей-первообразов, которые являются идеальными моделями всех чувственно воспринимаемых вещей. Идеи связаны между собой в единую систему.

В основе мира лежат математические объекты, как полагали пифагорейцы. Царство идей – это совокупность математических умопостигаемых сущностей. При входе в Академию Платона была надпись «Да не войдет сюда не знающий геометрии!»

Для мира в целом имеет значение благое начало, добро, о котором размышлял Сократ. Мир не мог бы возникнуть, если его устроитель (демиург) не был бы благ. В самом деле, что как ни стремление к благу побудило его к действию? Считать же, что никакого демиурга нет и не было, неразумно, потому что тогда в мире не было бы никакого смысла.

«Время возникло вместе с небом», а значит, бессмысленно спрашивать, что было до того, как демиург создал мир – не было самого понятия «раньше». Демиург вместе с миром «творит для вечности, пребывающей в едином, вечный же образ, движущийся от числа к числу, который мы называем временем. Ведь не было ни дней, ни ночей, ни месяцев, ни годов, пока не было рождено небо... «Было» и «будет» суть виды возникшего времени, и, перенося их на вечную сущность, мы незаметно для себя делаем ошибку. ...Этой сущности... подобает одно только «есть»... Тому, что вечно пребывает тождественным и неподвижным, не пристало становиться со временем старше или моложе». Вот до чего додумался Платон!

Демиург, охваченный чувством благодати, соединяет вечные формы (чистое бытие) с тем, что напрочь лишено какой-либо оформленности, но тем не менее существует – с материей, которая есть иное (по сравнению с царством форм) бытие, инобытие. Материя абсолютно изменчива, царство идей абсолютно неизменно. Цель демиурга – создать Космос как совершенное живое разумное существо, само существование которого наполнено глубоким смыслом.

Каждая чувственно воспринимаемая вещь как нечто определенное существует постольку, поскольку она причастна царству чистых форм. Материя вещи есть текучее начало, приводящее ее, в конце концов, к разрушению, на смену которому приходит новое возникновение. Космос же в целом, будучи раз создан, существует вечно.

Все, что мы видим и ощущаем, – это лишь тени на стене пещеры, которые отбрасывают освещенные светом космического блага идеальные предметы. Мы же – узники этой пещеры, прикованные в положении лицом к стене, – не видим яркого света истины и довольствуемся лишь тенями. Идеальные предметы неизменны, тени же от них беспорядочно пляшут на стене. Мы привыкли к этому мельтешению, не ведая об истинном бытии. Наблюдаемый нами мир, существуя подобно царству теней, отягощен материей, и знание о нем не может быть точным.

Платон учит о невидимой идеальной модели мира, на которую взирало божество при его создании. Эту модель в принципе можно постичь разумом, получить о ней точное знание, но сделать это очень трудно. Простые смертные, видимо, никогда ее не познают с уверенностью. «Мы, рассматривая... много вещей, такие, как боги и рождение Вселенной, не достигнем в наших рассуждениях полной точности и непротиворечивости. Напротив, мы должны радоваться, если наше рассуждение окажется не менее правдоподобным, чем любое другое, и притом помнить, что и я,

рассуждающий, и вы, мои судьи, всего лишь люди, а потому нам приходится довольствоваться в таких вопросах правдоподобным мифом, не требуя большего» (Платон, диалог «Тимей»).

И все-таки «миф», построенный Платоном, удивителен по красоте. Он совмещает в себе стройность теории и ее соответствие фактам, известным в эпоху Платона.

В отличие от учения Демокрита, элементы вещей, по Платону, могут превращаться друг в друга. «То, что мы называем водою, – пишет Платон, – может, как мы видим, затвердеть и обратиться в камни и землю. Если же это растворится и разделится, то оно же превратится в дуновение и воздух, а воздух, воспламенившись, превращается в огонь... Воздух, стянувшись и сгустившись, становится облаками и туманами. Они же, будучи еще более сжаты, образуют текучую воду, а из воды вновь возникает земля и камни. И так в круговороте они, по-видимому, порождают друг друга». Четыре вида «материи» Демокрита (земля, вода, воздух и огонь) в физической «мифологии» Платона – это вовсе не постоянные элементы, а четыре структурных состояния. Они могут превращаться друг в друга потому, что сами состоят из некоей первичной материи, которую не следует называть «ни землею, ни воздухом, ни огнем, ни водою, ни тем, что произошло из них или из чего произошли они сами». Платон находит замечательную математическую структуру для объяснения этих представлений. Как раз в то время молодой афинский математик Теэтет разработал геометрию правильных многогранников, которых существует всего пять видов. Платон и воспользовался этой математической новинкой. У тетраэдра, октаэдра и икосаэдра все грани одинаковы и представляют собой равносторонние треугольники, из которых каждый может быть разбит на шесть прямоугольных треугольников. Куб обладает гранями, которые могут быть разбиты на четыре равнобедренных прямоугольных треугольника. Додекаэдр же имеет пятиугольные грани, не делимые на одинаковые прямоугольные треугольники. Следовательно, делает вывод Платон, три вида «материи» могут иметь фигуры тетраэдра, октаэдра и икосаэдра, которые способны, распавшись на треугольники, вновь собраться друг в друга. Куб и додекаэдр не могут превращаться этим способом ни друг в друга, ни в остальные три фигуры. Поэтому земле, которая является наименее подвижным и наиболее крепким элементом, Платон приписывает кубическую форму. Воде соответствует из оставшихся вариантов наименее подвижная фигура, огню – наиболее подвижная и воздуху – промежуточная. То, что имеет меньше граней, более подвижно. Поэтому огню соответствует тетраэдр, воздуху – октаэдр, а воде – икосаэдр. Из этого же вытекает, что огонь легче воздуха, а воздух легче воды.

Таким образом, треугольники, из которых Платон строит частицы элементов, представляют собой как бы пластинчатые атомы. Грани тетраэдра, октаэдра и икосаэдра содержат, соответственно, 24, 48 и 120 прямоугольных атомарных треугольников. Поскольку землеобразным телам соответствуют кубические частицы, грани которых содержат прямоугольники другого типа, эти частицы не могут участвовать в превращениях. Опыты по плавлению землеобразных тел Платон объясняет тем, что кубические частицы временно распадаются под ударами проникших в промежутки между ними тетраэдров огня. Аналогично Платон рассматривает и растворение твердых землеобразных веществ в воде, полагая, что октаэдры жидкости проникают в промежутки между кубами частиц землеобразного тела и как бы размывают его.

Эти превращения настолько наглядны, что Платон даже составляет уравнение, которое можно было бы записать так:

1 атом воды → 2 атома воздуха + 1 атом огня.

Этому уравнению соответствует числовое соотношение:

$$120 = 2 \cdot 48 + 24.$$

Это первое в истории науки уравнение «химического» баланса. Т.к. элементарные треугольники одинаковы, в том числе и по весу, можно считать это уравнение, выражающим баланс весов.

Треугольники могут быть разных размеров, составленные из них многогранники тоже. Поэтому существует в принципе бесчисленное множество подобных многогранников. Это позволяет, например, объяснить родственные свойства огня, света и теплоты (теплорода) при заметной разнице между ними – они состоят из одинаковых по форме, но разных по размерам многогранников.

Позднее многие полагали наивным и надуманным это учение Платона. «Однако возможно, что пифагорейцы и Платон вовсе не постулировали строения предметов из треугольников как нечто абсолютное. Эта их процедура подобна тому, как различные астрономы строили гипотезы, основанные на твердом убеждении, что особенности небес не являются тем, чем они кажутся, но что можно спасти явления, если принять за основу предположение о равномерном и круговом движении небесных тел.

Подобно этому, пифагорейцы, принципиально предпочитая количественное качественному, приняли за элементы тел эти геометрические формы, как наиболее отвечающие определенному принципу, как наиболее совершенные с точки зрения подобия и симметрии и при том казавшиеся им достаточными для интерпретации физических явлений”, – писал в V веке н. э. неоплатоник Прокл. Такой стиль мышления характерен и для современных теоретиков.

\* \* \*

Греческие мыслители от Фалеса до Платона разработали колоссальный инструментарий мысли. Они пытались, словно сеть, схватить этот мир как единое целое, а он каждый раз ускользал от них. Платон завершил двухвековой этап теоретического штурма проблемы «понять все как одно», которую грекам во времена Фалеса и Гераклита необходимо было решить, для того чтобы завоевать во враждебном идеологическом окружении «варваров» прочный плацдарм. Платон дальше всех продвинулся в этом направлении, но это уже не спасло греческое общество от катастрофы: греки в бесчисленных войнах между собой, подогревавшихся к тому же персами (не сумевшими победить греков в открытой войне), подточили собственные силы и потеряли в конце концов свою независимость. Платон на целый век «опоздал» со своим теоретическим синтезом. За этот век греки, не решив возникших внутри их мировоззрения теоретических проблем, оказались в нравственном и политическом тупике.

Блистательные победы греков над персами затмили не преодоленную разноречивость во мнениях о природе вещей, проблему несоизмеримости диагонали квадрата и даже выдвинутые позже Зеноном знаменитые апории. После разгрома великих персидских царей Дария и Ксеркса мало кто из греков сомневался в превосходстве греческой культуры над всеми остальными. Острая необходимость во что бы то ни стало теоретически доказывать единство мира отпала. Теперь надо было добиться политической и социальной стабильности. Но именно этого грекам так и не удалось сделать. Более того, внутри греческого мировоззрения появилась глубокая трещина – софистика. Ее приверженцы доказывали, что в человеческом обществе ничего не существует по природе. Наоборот, и нравы, и государственное устройство – все это установлено по уговору между людьми, а значит, не несет на себе печать незыблемости, вечности, абсолюта. В принципе, учили софисты, может быть все что угодно, истины как таковой не существует, сколько людей – столько и мнений. Следовательно, морально допустимо поступать несправедливо по отношению к другим, потому что справедливость – понятие относительное: что справедливо для одного города-государства, несправедливо для другого. В борьбе за политическое господство все средства хороши, даже персидские деньги. И греческие политики не нашлись что возразить софистам. Может быть, даже, наоборот, они были рады воспользоваться плодами новоявленной «мудрости». Сократ остро почувствовал в софистике страшную угрозу для греческого общества. Он пытался вернуть афинянам веру в абсолюта: пусть это будет теперь не Космос, а душа человеческая. Но его не послушали. Сократу пришлось выпить смертоносную чашу цикуты.

Платон не мог простить Афинам казнь любимого учителя. Платоновская философия – это страстный порыв к абсолюту, к вечному и божественному. Платон до конца прошел путь умозрения, объединив все сильные стороны предыдущих учений. Выше воспарять было уже некуда. Неудачу своих предшественников он образно называл первой навигацией, а свою философию – второй. Древние мореплаватели, когда наступал штиль, переходили на весельное управление судном. Это и называлось второй навигацией. Философские «ветра» до Платона «дули» в разных направлениях, в итоге корабль философов метался из стороны в сторону, не продвигаясь вперед, как будто и вовсе не было ветра. Платон полагал, что предложенный им «весельный ход» надежно сдвинул философию с мертвой точки. Однако результат получился ошеломляющим: стало понятно, что целостность мира может быть выражена лишь мифологически. Правдоподобный миф – вот предел человеческого разума! К этому ли стремились «любители мудрости»? Отнюдь – они выступали против мифологии, борясь за права разума. Выходит, греческий дух пришел в платонизме к своему самоотрицанию?

Да и греческое общество во времена Платона было уже не то, что при Фалесе. Теперь только новая победоносная и невиданная доселе война с Персией и всем остальным миром могла вывести греческий мир из тупика. Но для этого платонизм как идеология не годился. Нужно было не искать истину, а наоборот, с высоты уже найденной истины взирать на весь мир и завоевывать его. Время требовало новой философии, ориентированной на практические действия – не на углубление, а на



расширение знания. Не диалог с поиском истины, а трактат с ее изложением – вот в чем теперь нуждалось греческое общество. Необходимо было «замести под ковер» все апории, дать твердый отпор всякой неопределенности в суждениях и любой неуверенности в возможности правильных практических действий. Нужно было создать систему наук как основу жизни общества. А у Платона не получилось в итоге твердого знания, ему удалось преодолеть разногласия в греческих учениях о мироздании слишком дорогой ценой – возвратом к мифологии, пусть даже наукообразной. Так, сила Платона обернулась его слабостью. Особенно ярко это проявилось в его учении о государстве.

Если независимо от людей существует абсолют – высшее космическое благо, то все должно быть направлено на него, в том числе и государственная жизнь. Отсюда Платон выводит картину «идеального» государства, очень похожего на большую казарму. У многих оно вызывало отвращение. Но величие Платона заключалось в последовательности мысли, и если логика приводила к выводам, которые большинство не могло принять, тем хуже для большинства.

После Платона науке необходимо было двигаться в ином стратегическом направлении. Но куда? Выход был найден самым талантливым учеником Платона Аристотелем. Он отказался от взгляда на мир «сверху вниз», заменив его взглядом «снизу вверх»: не от теории – к вещам, а от вещей – к теории. Хватит заниматься чистым умозрением, надо опираться на твердо установленные факты, ни одним из которых нельзя пренебрегать. Факты – с одной стороны, логика – с другой. Только их соединение может дать твердое знание о природе.

Платон блестяще доказывал, что физика как наука невозможна (ведь правдоподобный миф и наука – это разные вещи). «Платон мне друг, но истина дороже». Эти слова по преданию принадлежат Аристотелю – человеку, создавшему физическую науку и почти на 2000 лет «примирившему» почти всех физиков. У Аристотеля физика занимала почетное место в едином взгляде на Космос, человека и общество. Его великий воспитанник Александр Македонский, завоевывая ойкумену, мог предложить миру целостное и ясное мировоззрение.