М. Д. Ахундов

ПРОБЛЕМА ПРЕРЫВНОСТИ И НЕПРЕРЫВНОСТИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1974

В книге содержится анализ категорий прерывности и непрерывности в структуре материалистической диалектики, их взаимосвязь с категориями пространства и времени и т. д. Проблема исследуется в историко-философском плане — с момента ее возникновения в античной философии до сложившихся представлений прерывности и непрерывности пространства и времени на основе данных современного естествознания, в частности в связи с развитием теории квантованного пространства-времени.

Ответственный редактор
Л. Б. БАЖЕНОВ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В системе философских понятий и в естественнонаучном познании одно из центральных мест безусловно занимают категории пространства и времени. Если же взять саму пространственно-временную проблематику, то в ней мы можем очертить область наиболее острых коллизий,— она определяется взаимоотношением категорий прерывности и непрерывности.

Проблеме дискретности и континуальности пространства и времени посвящен целый ряд исследований как у нас в стране, так и за рубежом. В большинстве случаев эта проблема анализируется в рамках современного естествознания, которое дает богатейший материал для плодотворных исследований. Значительно меньшее внимание уделяется истории проблемы. Мы постарались до некоторой степени заполнить этот пробел и посвятили первый раздел книги логико-историческому исследованию, начиная с концепций ранних досократиков и кончая философией диалектического материализма.

Хочется отметить всесторонность и многоуровненность разработки проблемы прерывности и непрерывности пространства и времени в советской философской литературе. Здесь ощутимо проявилась необходимость систематизации и уточнения различных точек зрения. Мы уделили исследованию проблемы прерывности и континуальности пространства и времени в диалектическом материализме значительное внимание и попытались сформировать концептуальную основу для дальнейшего анализа указанной проблематики в современном естествознании, чему посвящен второй раздел книги.

В этой, второй, части разобраны эволюция концепции континуума и три великих кризиса оснований математики,

которые непосредственно связаны с противоречием дискретности и непрерывности. Существенный пересмотр классических представлений о пространстве и времени происходит в современной физике. Здесь мы сталкиваемся с плодотворными попытками развития самых разнообразных неклассических моделей пространства-времени (топологическое, гомологическое, квантованное, конечное, комбинаторное и т. д.), которые на новом уровне поднимают проблему континуума и дискретности. Происходит решительная ревизия классической концепции континуума, мы переходим от точечного гладкого континуума классической физики к элементному континууму конструктивной математики и т. д. Во всех этих представлениях мы сталкиваемся с проявлением общего положения диалектического материализма о том, что бесконечности материи вглубь соответствует бесконечность уровней ее организации.

В заключение мне хотелось бы выразить свою искреннюю благодарность члену-корреспонденту АН СССР М. Э. Омельяновскому, докторам философских наук Я. Ф. Аскину, Л. Б. Баженову, Б. В. Бирюкову, З. М. Оруджеву и Э. М. Чудинову, замечания которых сыграли очень важную роль при подготовке рукописи. Я благодарен также своим коллегам по сектору философских вопросов физики Института философии АН СССР, которые высказали ряд ценных замечаний при обсуждении рукописи.

Раздел первый

ФИЛОСОФСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ИДЕЙ ДИСКРЕТНОГО И НЕПРЕРЫВНОГО ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

Научный интерес к истории философии и естествознания обусловлен тем, что эта история предстает перед нами не грудой развалин разрушенных систем, не как трогательные архаичные черепки в антикварном магазине, а как основа науки настоящего. Последняя вообще не может быть рационально понята вне своей истории, которая в снятом виде присутствует в ней. Невозможно, например, философски проанализировать идею прерывности и непрерывности пространства и времени в современной физике без содержательного логико-исторического исследования.

Д. К. Максвелл, касаясь проблемы атомизма и континуализма, высказал в одной из своих речей следующую мысль: «Исследования этого рода вопросов продолжаются с тех пор, как человек начал мыслить, и перед каждым из нас, как только мы вступаем в обладание нашими способностями, те же самые старые вопросы встают во всей свежести и новизне» [1].

Свежесть и новизна их объясняются (обусловливаются), между прочим, тем фактом, что для каждого нового поколения, образно выражаясь, предстает новая история философии и естествознания. Открытия делаются не только в настоящем, но и в прошлом. Окрытия в настоящем не только предопределяют будущее и влияют на него, но и оказывают ощутимое влияние на прошлое. «История науки и философии присваивает себе право, в котором люди отказывают богам,— справедливо отмечает Б. Г. Кузнецов,— она меняет прошлое» [2].

[1] *Д. К. Максвелл.* Статьи и речи. М., 1968, стр. 71.
[2] *Б. Г. Кузнецов.* Разум и бытие. М., 1972, стр. 4.

Это, естественно, не следует понимать в том смысле, что мы модернизируем историю науки, подобно некоторым западным кинофильмам, в которых коллизии прошлого разыгрываются в сегодняшней обстановке и модных костюмах. Подобное творчество зачастую небезынтересно, но оно внешне по отношению к истории.

Мы имеем в виду иное. Необходимо помнить, что современная философия и естествознание не только содержат в себе свою историю в снятом виде, но и являются ключом к пониманию прошлого, например натурфилософии античности. А имея подобный ключ, мы можем не просто сопоставлять и анализировать дошедшие до нас фрагменты, произведения и комментарии (это занятие, безусловно, достойное и содержательное), но, что более важно, выкристаллизовав логику древнего учения, исследовать интересующую нас проблематику, даже если ее и не затрагивал тот или иной философ минувших времен или от его трудов по этой проблеме ничего не сохранилось. И в этом аспекте нельзя не согласиться с А. Ф. Лосевым, что «всякую философскую систему и всякое творчество вообще можно оценить только в том случае, если не ограничиваться буквальным его переложением, а продумать его до его логического конца, независимо от того, содержится ли эта завершенная логика в изучаемом научном, художественном или философском творчестве или не содержится» [3].

Уже в античности мы имеем очень высокоразвитую атомистическую и континуальную проблематику. Проблемы континуума, разработанные в древней Греции, господствовали на протяжении всего хода развития науки вплоть до Нового времени. Что же касается атомизма, то хочется привести оценку известного американского физика Р. Фейнмана: «Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это — атомная гипотеза...» [4].

[3] *А. Ф. Лосев.* История античной эстетики. М., 1963, стр. 445.
[4] *Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс.* Фейнмановские лекции по физике, т. 1. М., 1965, стр. 23.

К счастью, никакой пока мировой катастрофы наша цивилизация не знала, и получили мы от древнего мира не только атомистические гипотезы, но и очень многогранные и высокоразвитые учения о прерывности и непрерывности материи, пространства, времени и движения.

Острая борьба атомистических и континуальных концепций, характерная для античности, наложила отпечаток на весь ход развития философии и естествознания. М. А. Марков[5] иллюстрирует эту специфику развития науки, привлекая поэтическую легенду о воинах, павших в битвах минувших времен, которые пробуждаются к жизни, чтобы в ночной тиши продолжить нерешенную битву. Так на разных исторических этапах воскрешалась жестокая битва идей атомизма и континуализма. Хочется предупредить читателя: по ночам все так же неспокойно, битва продолжается и не видно ей конца, ибо познание неисчерпаемой Природы безгранично.

[5] См. *М. А. Марков.* О современной форме атомизма.— «Вопросы философии», 1960, № 3, стр. 47.

Глава I

ИДЕИ НЕПРЕРЫВНОГО И ДИСКРЕТНОГО ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В ФИЛОСОФИИ ДРЕВНЕГО МИРА

С высокоразвитой проблематикой континуума и неделимого мы сталкиваемся в философии древней Греции. Так, в учении Анаксагора мы встречаем, по всей видимости, одно из первых определений бесконечно малого: «В малом нет самого наименьшего, но всегда еще меньшее» [1]. Деление величины продолжается до бесконечности, не достигая нуля, математической точки. Подобное учение можно трактовать как нефиксированный атомизм, хотя в античности сложилось иное понимание: бесконечное деление выступает как непрерывность, континуальность. Что касается вышеприведенного положения Анаксагора, то необходимо отметить, что оно не носит характера математического определения, ибо базируется на сугубо физической основе,— рассуждения касаются гомеомерий, которые выступают как начала вещей [2]. Каждая из гомеомерий, подобно целому, заключает в себе все существующее и сущее не просто бесконечно, но бесконечно бесконечно [3]. Данное свидетельство Симплиция становится более понятным при учете следующего положения «Физики» Анаксагора: «Все вещи были вместе, беспредельные и по множеству и по малости» [4], т. е., как комментирует А. О. Маковельский [5], было бесконечно

[1] См. *А. О. Маковельский.* Досократики, ч. 2. Казань, 1915, стр. 133.
[2] За последнее время опубликован ряд содержательных и интересных работ по философии Анаксагора (см., например: *D. E. Gershenson, D. A. Greenberg.* Anaxagoras and the Birth of Physics, N. Y. 1964; *И. Д. Рожанский.* Проблема движения и развития в учении Анаксагора.—«УФН», т. 95, вып. 2, 1968, стр. 335—351; *И. Д. Рожанский.* Анаксагор. М., 1972; и др.).
[3] См. *И. Д. Рожанский.* Анаксагор, стр. 263.
[4] См. *Аристотель.* Метафизика. М., 1934, стр. 174.
[5] *А. О. Маковельский.* Досократики, ч. 2., стр. 153.

много бесконечно малых вещей. Положение о бесконечной делимости, выдвинутое в физическом аспекте, в дальнейшем послужило основой континуальной математики античности, на нем базировались и континуальные учения о пространстве и времени[6].

Вышеизложенные представления о бесконечно малых, развиваемые Анаксагором, нуждались только в одном существенном дополнении, чтобы устоять против критики элеатов и стать приемлемыми для атомистов: в допущении существования математических неделимых. Т. е. нефиксированный атомизм Анаксагора должен был быть трансформирован в фиксированный математический атомизм, что и было последовательно проведено Демокритом, о чем речь пойдет ниже.

Однако зарождение математического атомизма относится к додемокритовской эпохе и связано с учением пифагорейцев. Интересно отметить одну особенность пифагореизма: хотя формально это учение носило арифмогеометрический характер (элементно-точечный атомизм), оно тем не менее подменяло собой атомистику физическую,— в роли начала всего сущего, основы реального мира выступали числа. В этом плане математический атомизм пифагорейцев предстает перед нами как идеалистическая онтология. Как свидетельствует Аристотель, «элементы чисел они предположили элементами всех вещей и всю Вселенную признали гармонией и числом»[7]. Однако подобная математизация реальности несла на себе определенную позитивную нагрузку, ибо выступала основой рационального, математического познания, что играло немаловажную роль в методоло-

[6] В древнегреческой философии развивался целый спектр учений о континууме, как-то: элементный континуум милетцев, органически-жизненный континуум Эмпедокла, мыслительно-материальный континуум Диогена Аполлонийского, динамический континуум стоиков, континуум в форме бесконечной делимости Анаксагора и Аристотеля, континуум в форме неделимости элейцев и т. д. Однако лишь последние две концепции континуума оказались достаточно эвристическими и рациональными в научном творчестве и сохранили свою значимость на протяжении всего развития науки, играя ощутимую роль и в современном естествознании. Исходя из этого, в дальнейшем исследовании развития концепций континуума мы будем ограничиваться рамками проблематики бесконечной делимости и неделимости.

[7] *Аристотель.* Метафизика, стр. 23.

гии пифагореизма[8]. В этой связи весьма характерны слова Филолая, который отмечал, что «все познаваемое имеет число. Ибо без последнего невозможно ничего не понять, не познать»[9].

Числа, единицы пифагорейцы изображали точками, которые были, естественно, неделимы и являлись некими математическими атомами. Причем, дабы «индивидуализировать» единицы, эти точки наделялись квадратными «полями», которые отделяли их друг от друга в пространстве. Переходя к объемным задачам, пифагорейцы оперировали кубическими числами. Эта регулярная ячеистая картина мира была существенно дискредитирована открытием несоизмеримых отрезков, что породило развитие теории пропорций.

Большей заслугой пифагорейцев является развитие двух дискретных методов исследования — «мимесис» и «архе», восходящих, по всей видимости, в своей основе к «кирпичной арифметике» древних вавилонян. Содержанием первого подхода — «мимесиса» являлось представление о том, что объекты подражают числам, которые выступают как модели всех вещей, что можно трактовать как древний прообраз математического моделирования.

Что касается метода «архе», то в нем числа выступают как первичный элемент каждой вещи, являются ее началом, принципом[10]. Поэтому нам представляется вполне вероятным, что в дальнейшем развитии и материалистической интерпретации эти два подхода сыграли существенную роль в становлении атомистики Левкип-

[8] Т. Гомперц считает, что истоки пифагореизма, в частности, лежат в конкретности античного мышления, которое принимало параллелизм двух рядов явлений за их тождество. «Разве пространственное тело не могло показаться по существу тождественным с тем числом,— пишет он,— которое выражает количество заключающихся в нем единиц пространства?» (*Т. Гомперц.* Греческие мыслители, т. I. СПб., 1911, стр. 93). Подобное представление не лишено интереса, однако обусловливать все или, по крайней мере, бо́льшую часть пифагорейского учения о числах лишь конкретностью мышления и спецификой греческих оборотов речи представляется нам несомненным упрощением.

[9] «Антология мировой философии», т. I, ч. 1. М., 1969, стр. 289.

[10] Подробнее см. *Э. Кольман.* Бесконечность в древнегреческой математике.— «Труды ИИЕиТ», т. 10, 1956, стр. 305.

па — Демокрита[11]. Материалистически развитый подход «мимесис», по всей видимости, лег в основу физической атомистики, в то время как «архе» явился предтечей атомизма· математического учения об амерах,— пифагорейское ἀριθμος трансформируется в ἀμερής Демокрита. Подобный процесс является тем более вероятным, что некоторые ответвления пифагореизма непосредственно примыкают к материалистической атомистике Левкиппа — Демокрита. Примером могут служить представления Экфанта Сиракузского, трактовавшего числа, единицы как некие мельчайшие тела, существующие в пустоте. Демокритовскую окраску имели и представления позднего пифагореизма (Моноим и др.). В знакомстве же Демокрита с учением Пифагора и его последователей не приходится сомневаться — первое произведение Демокрита было посвящено пифагорейской доктрине. Более того, некоторые античные авторы считали великого Абдерита учеником Пифагора.

Следует отметить, однако, что учение пифагорейцев, смешивающее в смутном образе «формы» геометрические точки с арифметическими числами и физической атомистикой, не оказалось плодотворным для математического творчества, ибо «для прогресса математики необходимо было, чтобы точки, линии и плоскости фигурировали как дифференциалы, как частицы, соединяемые друг с другом»[12].

Несмотря на генетическую взаимосвязь пифагореизма и атомизма, было бы непоследовательно, как с исторической, так и с логической точки зрения, обратиться на данном этапе нашего исследования непосредственно к атомистической доктрине Левкиппа — Демокрита. Ей необходимо предпослать анализ одной из самых интересных школ древней Греции — элейского учения о едином.

[11] К выводу, что пифагореизм в определенном плане является основой атомистики, приходит и Э. Кассирер, отмечая, что «число, на которое опирается вся связь и вся внутренняя гармония вещей, есть в то же время благодаря этому и субстанция вещей, ибо только одно число придает вещам определенно познаваемую сущность» (*Э. Кассирер.* Познание и действительность. СПб., 1912, стр. 204—205).

[12] *С. Я. Лурье.* Теория бесконечно малых у древних атомистов. М., 1935, стр. 174.

В творчестве элеатов есть один аспект, который обеспечил незатухающий интерес к этому учению на протяжении тысячелетий, — это блестящее критическое исследование конкурирующих концепций, критический смотр достижений теоретической мысли додемокритовской эпохи. Причем, хочется отметить, что в критике своих критиков элеаты достигли поистине великолепных результатов. Могучая элейская тройка — Парменид, Зенон и Мелисс выступили с критикой идеи множественности и атомизма пифагорейцев[13], а также противоречивых основ учений, созвучных анаксагореизму, исходящих из идеи бесконечной делимости. В основу учения, отрицающего множественность бытия, был положен тезис: «Сущее едино». Отсюда, как следствие, элиминация временной последовательности,— она подменяется в элеатизме идеей вечности. В рамках концепции, признающей сущее единым и неделимым (абсолютный континуум), естественно, не было места пустоте. Пустота же, в свою очередь, выступала как непременное условие движения. Таким образом, из системы элеатов элиминировалось и движение[14]. (Атомисты рассуждали иначе: без пустоты нет движения, но реальность движения несомненна, следовательно существует пустота.) В соответствии с элиминацией времени и движения Парменидy пришлось анну-

[13] Т. Гомперц также приходит к выводу, что предтечей концепции атомов и пустоты является пифагорейская доктрина, с которой и полемизирует Парменид. Он отмечает, что Парменид знает доктрину, «которая принимает не только пространство, в целом лишенное материи, но также и те промежутки пустого пространства, которые проникают весь материальный мир. Что окруженные этими промежутками, как сетью каналов, островки материи (если можно так выразиться) по своему назначению, по меньшей мере, очень близко подходят к атомам Левкиппа» (*Т. Гомперц.* Греческие мыслители, т. I, стр. 300). В подобном представлении реальность выступает как некая гигантская кристаллическая решетка, носящая регулярный характер, что служило основой математического, количественного познания. Во всяком случае Парменид, касаясь представлений критикуемого учения, отмечал, что по их мнению, пустое пространство «всюду правильно распределено» (там же, стр. 299).

[14] Здесь необходимо отметить, что элеаты обошли стороной тот факт, что в некоторых концепциях движение получило удовлетворительное объяснение и без допущения пустоты. Примером может служить уже упоминавшееся учение Анаксагора, современника Зенона (см. *И. Д. Рожанский.* Проблема движения и развития в учении Анаксагора.— «УФН», т. 95, вып. 2, 1968).

лировать и пространственные различия явлений. Эти идеи развиты в его поэме «О природе», где он, в частности, пишет:

«Не возникает оно [бытие] и не подчиняется смерти,
Цельное все, без конца, не движется и однородно.
Не было в прошлом оно, не будет, но все — в настоящем
Без перерыва, одно»[15].

Реакция на учение Парменида была отрицательной[16]; как пишет Т. Гомперц, оно «вызвало громкий, прокатившийся по всей Греции хохот»[17]. Подобное отношение порождает в элеатизме остро критическое направление, представленное Зеноном, ближайшим учеником Парменида.

Зенона Элейского не столько волновала проблема развития доктрины единого, сколько критика конкурирующих концепций,— вся его деятельность направлена на доказательство логической противоречивости, антиномичности идей множественности и изменения. В своей работе «О природе» он писал, что «если сущее множественно, то оно и велико, и мало; столь велико, что бесконечно по величине, и столь мало, что вовсе не имет величины»[18]. Это положение призвано вскрыть слабость концепций, основанных на бесконечной делимости или точечности; Зенон показывает, что эти учения фактически не в состоянии были конструировать мир конечных объектов: либо нуль, либо бесконечность[19]. Здесь встает следующая дилемма (на которой основаны и апории движения): либо последние элементы непротяженны, лишены величины, и тогда даже бесконечное их суммиро-

[15] «Антология мировой философии», т. I, ч. 1, стр. 295.

[16] В этой связи хочется привести слова Аристотеля: «Утверждать, что все покоится, и подыскивать обоснования этому, оставив в стороне свидетельство чувств, будет какой-то немощью мысли и спором о чем-то общем, а не о частном, направленном не только против физики, но, так сказать, против всех наук и всех учений, так как все они пользуются движением» (*Аристотель.* Физика, стр. 173).

[17] *Т. Гомперц.* Греческие мыслители, т. I, стр. 167.

[18] «Антология мировой философии», т. I, ч. 1, стр. 296.

[19] Однако подобная критика множественности не затрагивает атомистического мировоззрения; более того, подобные критические аргументы использовались атомистами в полемике с континуалистами. Подробнее на этой проблеме мы остановимся в связи с

вание не образует величины («Ex nihilo nihil fit»), либо они обладают, пусть хотя бы и мизерной, сколь угодно малой величиной, и тогда их бесконечное множество даст величину бесконечную,— обе модели соответствуют бесконечной делимости, являясь ее моментами.

Некоторые концепции множественности исходили из признания существования пустого пространства. Зенон пытается доказать абсурдность подобного представления. Он рассуждал следующим образом: если все существующее существует в пространстве и само пространство существует, то где оно существует? В пространстве? Но тогда встает аналогичный вопрос к этому «подпространству» и т. д. ad infinitum. Следовательно, пустого пространства не существует.

В своих знаменитых апориях Зенон также преследует сугубо критическую цель. Он не пытается показать нереальность движения, исходя из положений непосредственно элейского учения о едином,— для него это истина, не требующая доказательств, или по крайней мере истина, неоспоримо доказанная Парменидом. Нет, Зенона занимает иная проблема, он пытается вскрыть логическую парадоксальность, противоречивость концепции движения в конкурирующих с элеатизмом учениях, исходящих из бесконечной делимости или точечности. Аристотель, например, вполне отдает себе отчет в том, что апории суть рассуждения о несуществовании движения в рамках доктрины бесконечного деления [20].

В чем же суть апорий Зенона, в оценке которых резко расходятся философы и естествоиспытатели вот уже на протяжении более двух тысяч лет и которые не утратили актуальности и в наши дни, приковывая пристальное внимание современных исследователей?

анализом атомистики Левкиппа — Демокрита, здесь же лишь приведем весьма характерное соображение Лукреция:

«Если не будет, затем, ничего наименьшего, будет
Из бесконечных частей состоять и мельчайшее тело:
У половины всегда найдется своя половина,
И для деления нигде не окажется вовсе предела.
Чем отличишь ты тогда наименьшую вещь от Вселенной?
Ровно, поверь мне, ничем»

(*Лукреций*. О природе вещей, т. I. М., 1945, стр. 41—42).

[20] См. *Аристотель*. Физика, стр. 144.

Из огромного числа апорий Зенона (не многие из которых дошли до нас) наиболее известны четыре: «Дихотомия», «Ахиллес», «Стрела» и «Стадий»[21]. И хотя все они внутренне логически связаны, стало традицией рассматривать их попарно.

В апории «Дихотомия» несуществование движения вытекает из того положения, что перемещающееся тело, прежде чем дойти до конца пути, должно дойти до его половины. Применение подобного рассуждения к получающейся половине и т. д. ad infinitum приводит к утверждению, что тело вообще не может двинуться, т. е. перейти от покоя к движению, ибо в подобном акте оно должно за конечное время совершить бесконечное число перемещений. Персонаж апории «Дихотомия» не сдвинется с места, «устрашенный» неразрешимостью бесконечной регрессии типа:

$$\ldots, \frac{1}{2^n}, \ldots, \frac{1}{2^3}, \frac{1}{2^2}, \frac{1}{2} \quad (n = 1, 2, 3, 4, \ldots, \infty).$$

В апории «Ахиллес» доказывается, «что существо более медленное в беге никогда не будет настигнуто самым быстрым, ибо преследующему необходимо раньше прийти в место, откуда уже двинулось убегающее, так что более медленное всегда имеет некоторое преимущество»[22]. Можно представить себе крайнее изумление Ахиллеса, когда он узнал, что, дабы догнать синоним медлительности — черепаху, ему необходимо в конечный промежуток времени совершить бесконечное количество операций[23].

В двух вышеприведенных апориях Зенон показывает, что бесконечная делимость величины несовместима с движением и ведет к алогичным выводам. И Дж. Уитроу

[21] Одни исследователи считают апории чрезвычайно тонкими и глубокими, другие — бесхитростными и глупыми (см. об этом: *Дж. Уитроу*. Естественная философия времени. М., 1964, стр. 186). Интересный подход к апориям Зенона с позиций современной науки развивает А. Грюнбаум в ряде своих работ. См., например: «Философские проблемы пространства и времени» (М., 1969); «Modern Science and Zeno's Paradoxes» (L., 1968) и др.

[22] *Аристотель*. Физика, стр. 144.

[23] Аристотель усматривает, правда, одну непоследовательность Зенона, на чем и строит критику его апорий. Он отмечает, что бесконечного в количественном отношении нельзя коснуться в ограниченное время.

совершенно справедливо отмечает, что апория Зенона связана не с вопросом — догонит Ахиллес черепаху или нет, а с вопросом о применимости гипотезы бесконечного деления пространства и времени к изучению движения[24].

Сущность третьей апории заключается в том, что летящая стрела стоит неподвижно. Аристотель справедливо указывает, что подобное заключение вытекает из представления времени как слагающегося из отдельных «теперь»; если же этого не признавать, силлогизма не получится[25]. В апории «Стрела» Зенон вскрывает несуществование движения в рамках концепции точечности, абстрактного атомизма. Движение выступает как сумма состояний покоя, ибо в определенное «теперь» стрела находится в определенной точке пространства, в некоторый иной момент «теперь» — в другой точке пространства: в подобном абстрактно-математическом подходе уловить процесс перехода из точки в точку принципиально невозможно[26]. В. И. Ленин, критикуя метафизически мыслящего Чернова, указывал, что в подобном подходе мы оперируем результатом движения, но ни в коей мере не касаемся его сущности.

[24] *Дж. Уитроу.* Естественная философия времени, стр. 195. Хочется отметить одну особенность персонажей апорий Зенона — они фактически уподобляются математическим объектам, участвуют в сугубо математическом бесконечном делении. Интересно, что для Аристотеля, донесшего до нас апории Зенона, неподвижность математических объектов была вполне ясна, подобные объекты не имеют никакого отношения к движению. Движение свойственно лишь физическим объектам. Эту специфику необходимо учитывать при анализе критической аргументации Аристотеля.

[25] См. *Аристотель.* Физика, стр. 144.

[26] Здесь интересно остановиться на силлогизме, в который трансформировал апорию «Стрела» Ч. Пирс:

Бо́льшая посылка: Никакое тело, которое не занимает места больше, чем оно само, не движется.

Меньшая посылка: Каждое тело не занимает места больше, чем оно само.

Вывод: Следовательно, ни одно тело не движется. (См. *C. S. Peirce.* Collected Papers. Cambridge, Mass., 1934, p. 334). Ч. Пирс приходит к выводу, что ошибочна меньшая посылка, и это верно. Подобный вывод следует и из диалектической концепции Гегеля, которая была воспринята и творчески развита Ф. Энгельсом и В. И. Лениным, что движущееся тело находится в данной точке и одновременно в другой, т. е. как бы «размазано» в пространстве, занимая в движении место, большее собственных размеров. Подробнее эта проблема будет разобрана ниже, в связи с анализом гегелевской диалектики.

Иногда апорию «Стрела» рассматривают как критику пифагорейской доктрины. Возможно, подобный подход соответствует истории проблемы, однако в логическом аспекте не совсем отвечает существу дела. Зенон в своих рассуждениях приходит к выводу, что стрела в каждый момент времени «теперь» находится в определенной точке своей траектории; причем оперирует непрерывной линией как плотным множеством точек положений стрелы. У пифагорейцев совершенно иная картина: точки, единицы отделены друг от друга пустотой[27], так что линия составлена из конечного числа подобных единиц, что дает возможность пересчитать их. Это и выступало основой математического, количественного познания. В этой связи хочется подчеркнуть необходимость четкого различения непрерывности ряда целых чисел, где за каждым целым числом следует другое целое число, от непрерывности ряда точек, ибо между любыми двумя точками всегда имеется какая-то другая точка[28]. Апории Зенона вращаются в кругу геометрической проблематики и не имеют прямого отношения к арифмо-геометрии пифагорейцев. Однако в литературе зачастую смешиваются геометрические континуальные представления и арифмо-геометрические концепции пифагорейцев и атомистов. Так, например, В. П. Зубов пишет: «Если же допустить, что последние элементы (точки) сами имеют величину,— а таких точек должно быть бесконечно много (между двумя точками всегда имеется точка),— то их множество должно дать бесконечно большую величину»[29]. Но наличие точки между любыми двумя точками реализуется лишь в рамках бесконечной делимости, в которой, естественно, не имеет места существование последних обладающих величиной элементов. Подобные элементы фигурируют в пифагореизме и атомизме, но в рамках этих доктрин дело сводится к оперированию счетным конечным множеством элементов.

Четвертая апория «Стадий» направлена против концепции неделимых элементов времени. Аристотель излагает ее следующим образом: «Четвертое рассуждение

[27] См., например: *Аристотель.* Физика, стр. 82.

[28] См. *Г. Рейхенбах.* Направление времени. М., 1962, стр. 17; *A. Grünbaum.* Modern Science and Zeno's Paradoxes, p. 37.

[29] *В. П. Зубов.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века. М., 1965, стр. 76.

относится к двум равным массам, движущимся по ристалищу с противоположных сторон с равной скоростью, одни с конца ристалища, другие от середины, в результате чего, по мнению Зенона, получается, что половина времени равна ее двойному количеству. Паралогизм же заключается в том предположении, что одинаковая величина, двигаясь с равной скоростью один раз мимо движущегося, другой раз мимо покоящегося тела, затрачивает на это равное время, но это ошибка»[30]. Зенон пытается показать, что не существует последовательно следующих неделимых моментов времени, что время фактически бесконечно делимо. Хочется лишь отметить, что, несмотря на предположение об атомарном характере пространства и времени на котором основана апория «Стадий», в ней, тем не менее, молчаливо предполагается их непрерывность, на что справедливо указывает Дж. Уитроу[31].

Представляет безусловный интерес вопрос о концептуальной схеме апорий. Содержательный анализ этой проблемы мы встречаем в работах Б. Рассела, Г. Кантора, А. Уайтхеда, П. Таннери, В. П. Зубова, А. Грюнбаума, Г. Д. П. Ли и многих других исследователей.

А. Грюнбаум[32], анализируя представления современных исследователей элеатизма (П. Таннери, Г. Д. П. Ли и др.), формулирует их версии, согласно которым аргументация Зенона подразумевает следующие исходные предположения:

1) бесконечная делимость гарантирует возможность завершенности процесса «бесконечного деления», т. е. завершенность множества операций деления, которое, тем не менее, является бесконечным;

2) завершение бесконечного деления достигается последней операцией в этой последовательности, достижением последнего результата деления — математической непротяженной точки;

3) некоторая актуальная бесконечность, состоящая из различных элементов, порождается с помощью такого процесса «бесконечного деления» о котором говорят, что его можно завершить;

[30] *Аристотель.* Физика, стр. 144.
[31] См. *Дж. Уитроу.* Естественная философия времени, стр. 198.
[32] См. *А. Грюнбаум.* Философские проблемы пространства и времени. М., 1969, стр. 213—214.

4) поскольку множество операций разделения начинаются с первой операции над всем интервалом и за каждой операцией непосредственно следует другая, причем каждое множество, за исключением первого, имеет определенного предшественника, все они вместе составляют прогрессию множеств одной или более операций.

Мы уже указывали, что персонажи апорий ведут, так сказать, математический образ жизни. Эта специфика вытекает из сформулированных выше исходных положений апорий. В связи с этим необходимо более внимательно проанализировать понятия бесконечной делимости и точечности, обратиться к основаниям античной континуальной математики,— это позволит нам вскрыть специфику соотношения прерывности и непрерывности в вышеразобранных учениях.

Интересно отметить, что континуальная математика античности фактически основывалась на противоречивых началах, что не в малой степени ответственно за парадоксальность анализа движения в рамках ее структуры. С одной стороны, принималось, что величина делима до бесконечности, не обращаясь в нуль, а с другой — принимали за основу геометрии точку, как нечто, не имеющее частей и величины, как отрицание протяженности. Однако эти два положения внутренне связаны и едины, ибо, несмотря на то что деление величины продолжается до бесконечности, не достигая нуля, тем не менее, элементом пространства выступает непротяженная точка. Дело в том, что в процессе бесконечного деления мы получаем непосредственное соотношение бесконечного числа элементов деления,— в этом и заключается сущность подобных процессов. Если бы между этими элементами существовала промежуточная среда, отличная от них самих (как, например, пустота в системе атомистов), то деление было бы не бесконечным. Здесь необходимо четко уяснить, что элемент деления всегда является пределом деления. Непосредственная связь лишенных величины однородных элементов деления (в греческой философии функционировал термин «диересис» — διαιρεσις — непротяженная граница деления), свойственная процессу бесконечного деления, означает, что сама связь есть тот же самый элемент деления, не отличающийся от связанных (или связывающихся) между собой дискретностей.

Таким образом, вышеразобранные четыре апории Зенона выступают во внутреннем единстве, ибо бесконечная делимость линии как раз и свидетельствует, что линия суть бесконечное множество точек, непротяженных элементов. Подобному представлению часто ставят в упрек то соображение, что точка выступает пределом бесконечного деления, что противоречит самой природе бесконечного деления. Однако нам представляется подобный упрек некорректным,— ибо бесконечному делению сопоставляется бесконечное же множество точек, сопоставляются процесс и энтелехия. Здесь же необходимо учитывать, как мы уже отмечали выше, что элемент деления суть предел деления.

Таким образом, вскрывается тот факт, что абстрактная непрерывность, которая выступает в форме бесконечной делимости, и абстрактный атомизм, который выступает в форме точечности, существуют в неразрывном единстве. Более того, бесконечная делимость, противопоставляемая атомизму, на самом деле настолько же свидетельствует о непрерывности, насколько и о прерывности, снимая эти понятия в абстрактном тождестве. По отношению к пространству подобная абстрактная диалектика будет выглядеть следующим образом: поскольку пространство делится (т. е. прерывается в любой точке) до бесконечности, постольку оно абсолютно прерывно, как и непрерывно, ибо в каждой точке оно однородно, одинаково связано в линию без всяких особых элементов деления или промежуточной среды[33].

В заключение хотелось бы отметить, что, доказывая несуществование движения в концепциях, основанных на бесконечной делимости и точечности, Зенон Элейский дал очень глубокий критический анализ этих учений, вскрыл их принципиальные слабости и противоречия. Как ответ на его критику возникает одно из самых стройных учений древней Греции — материалистическая атомистика Левкиппа — Демокрита, вобравшая в себя положительные и творческие стороны многих предшествующих учений.

Демокрит на основе атомистических принципов разработал высокоразвитую методологию научного исследо-

[33] Аристотель, чувствуя специфичность понятия точки, отмечал, что ей нет необходимости быть ни бесконечной, ни конечной (см. *Аристотель*. Физика, стр. 55).

вания, плодотворно применяемую им в ряде наук, особенно в математике. Причем, если в учении Левкиппа мы сталкиваемся с материализацией математических единиц пифагорейцев в аспекте наделения их свойствами «единого» элеатов, но вне какой-либо дифференциации физического и математического аспектов, то у Демокрита подобное раздвоение логически обосновано в рамках его атомистической методологии. Атомы Демокрита суть конкретные производные от материальных аналогов пифагорейских «форм» и «идей». Именно эти атомы, неделимые физически, не разрезаемые в силу плотности и отсутствия пустоты (наделенные многими свойствами тел видимого мира, как-то: изогнутость, крючковатость, пирамидальность и т. д.), образуют в своем бесконечном многообразии (как по форме, так и по величине и порядку) все содержание реального мира.

Однако в основе этих различающихся по величине и форме атомов лежат амеры, истиные неделимые, лишенные частей, что выступает критерием математической неделимости. Амер — это пространственный минимум материи, материальный «атом» дискретного пространства, на котором базируется вся атомистическая математика. В этих представлениях Демокрита проявляется глубокое диалектическое единство абстрактно-математического и физического подходов, ибо «если все физическое в конечном итоге растворяется в математическом (в геометрических формах и в числах), то, с другой стороны, само математическое мыслится у Демокрита как физическая реальность»[34] — амер выступает как некая материальная единица. И здесь важно подчеркнуть, что построение атомистической математики вообще немыслимо без некоего первичного элемента — она основывалась не на крючковатых, шероховатых и т. п. атомах, различающихся по величине и по форме, а именно на амерах, на математических неделимых, которые с логической неизбежностью и в силу своей методологии должен был ввести и ввел Демокрит как некую минимальную, масштабную единицу протяжения материи. Иначе немыслимы никакие пропорции, отношения и вычисления. Исходя из принятия одних лишь физических

[34] *А. О. Маковельский.* Древнегреческие атомисты. Баку, 1946, стр. 59.

атомов, Демокрит никогда не смог бы достичь поистине великолепных результатов в математике (как, например, доказательство соотношения объемов конуса и цилиндра) или подняться до глубокой апории, связанной с сечением конуса плоскостью, параллельной основанию.

Судьба и сущность математического атомизма Демокрита не получили до настоящего времени всестороннего освещения и логико-исторического анализа. С одной стороны, мы можем констатировать тот факт, что в древности не проводилось четкого разграничения между физической и математической атомистикой, хотя основной акцент континуалисты в своей критике делали именно на втором аспекте древнегреческой атомистики. С другой стороны, характерен факт замалчивания этой концепции в древности,— произведения Демокрита зачастую просто сжигались. В силу этого обстоятельства видные математики древности использовали метод Демокрита, метод бесконечно малых, зачастую и не подозревая об этом [35].

Это удивительное непонимание и отсутствие четкого разграничения двух аспектов атомистики Демокрита, характерное для древности, было увековечено авторитетом Аристотеля. Подобная ситуация характерна и для Нового времени, вплоть до начала XX в. И совершенно справедливо замечание С. Я. Лурье о том, что даже «такие авторитетные специалисты по древней философии, как Лахман, Целлер и Узенер, по-видимому, даже не понимали разницы между физическим атомизмом и математическим, а потому математический атомизм остался ими совершенно незамеченным» [36]. Лишь в начале XX в.

[35] Например, для Архимеда математический атомизм являлся основным эвристическим методом. Именно в математических трудах Демокрита, с которыми ознакомился Архимед в Сиракузах, он столкнулся с основами атомистического интегрирования, о чем можно судить по его работе «Послание Архимеда к Эратосфену о некоторых теоремах механики» (см. *И. Гейберг.* Новое сочинение Архимеда. Одесса, 1909, стр. 425). Здесь хочется отметить, что около семисот лет эта работа была недоступна читателю и считалась навсегда утерянной. Лишь в начале нашего века в одной позднехристианской рукописи был обнаружен текст более древний (X в.), ранее смытый. Им оказался знаменитый «Эфод» (Метод) Архимеда, вторым рождением которого мы обязаны известному датскому историку математики И. Гейбергу.

[36] *С. Я. Лурье.* Теория бесконечно малых у древних атомистов, стр. 8.

Г. Арним[37] и Э. Франк[38], исследуя учения Демокрита и Эпикура, отметили наличие математического аспекта в их атомистике.

Однако единого мнения по данному вопросу не существует и до настоящего времени. С признанием математического атомизма Демокрита выступают А. О. Маковельский, В. Ф. Асмус, С. Я. Лурье[39], К. Поппер[40], А. Н. Вяльцев, Р. А. Аронов и др. Некоторые авторы, хотя и не затрагивают проблему разделения атомистики Демокрита на физическую и математическую, тем не менее указывают на наличие физической и математической делимости в рамках этого учения[41]. Своеобразна позиция В. П. Зубова и Ю. Мей, которые признают, что помимо физической стороны древнегреческая атомистика имела и другую — математическую или математико-философскую. Однако, говоря о соотношении физических атомов и «атомов» пространства (амер), они фактически лишают последних реальности[42]. С отрицанием раздвоения атомистики Демокрита на физическую и математическую выступает Д. Фарлей[43], считая, что лишь у Эпикура мы находим четкую их разграниченность.

Выше мы привели небольшой перечень авторов и работ (не претендуя на полноту охвата), в которых в той или иной степени затрагиваются проблемы раздвоения атомистики Демокрита на физическую и математическую. Подобных работ немного.

В большинстве же исследований о Демокрите нет даже упоминания о математическом аспекте его атомистики.

[37] *H. Arnim.* Epikurs Lehre vom Minimum.—«Almanach der Wiener Akademie der Wissenschaften». Wien, 1907.

[38] E. Frank. Plato und die sogenannten Pythagoreer. Halle, 1923.

[39] Здесь необходимо особо отметить содержательные и интересные работы С. Я. Лурье, большого энтузиаста и пропагандиста идей математического атомизма Демокрита.

[40] См. *K. R. Popper.* The Nature of Philosophical Problems and their Roots in Science.— «The British Journal for Philosophy of Science», v. III, N 10, 1952, p. 144.

[41] См., например: *B. Farrington.* Greek Science its Meaning for us. N. Y., 1944, p. 57; *S. Sambursky.* The physical World of the Greeks. L., 1956, p. 107.

[42] См. *В. П. Зубов.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века.

[43] *D. Furley.* Two Studies in the Greek Atomists. Princeton, 1967, p. 10

Амеры, основа математического аспекта атомистики Демокрита, выступающие, с одной стороны, как составные части атомов, а с другой,— как «атомы» пространства, до сих пор мало исследованы, хотя весьма проблематична и сомнительна возможность корректной реконструкции системы Демокрита вне единства ее физического и математического аспектов.

Причем, как справедливо отмечает В. П. Зубов[“], вопросы математического атомизма не являются частными ни для системы Демокрита, ни для истории античной философии в целом. В зависимости от ответа на них существенно обогатятся наши представления о Демокрите и его учении.

Рассмотрим кратко, к чему же сводятся аргументы авторов, отрицающих реальность амеров или наличие математического атомизма (америзма) у Демокрита:

1. У нас нет достаточных данных утверждать, будто Демокрит признавал существование внутри физических неделимых атомов в качестве их компонентов еще более мелких неделимых частей, или амеров.

2. Говоря об атоме, как физическом минимуме, Демокрит должен был одновременно признать, что присущая атому тяжесть также минимальная. Амеры же, выступая как части минимума, лишены тяжести, веса. Тогда каким образом из элементов, не обладающих тяжестью, возникает тяжесть. Т. е. возрождается критика додемокритовского атомизма («Ex nihilo nihil fit»), только в ином аспекте.

3. Реальность амеров отрицается на том основании, что Демокрит их лишь «мысленно усматривал» в качестве частей атомов.

Остановимся на этих аргументах.

Трудно согласиться с мнением, что у нас нет достаточных данных, чтобы утверждать существование в системе Демокрита амеров как составных частей, компонентов атомов, играющих роль пространственного минимума материи. Другое дело, что для древности характерно отсутствие четкого разграничения двух типов «неделимых», а зачастую и непонимание сущности раздвоения атомистики на математическую и физическую. Так,

[“] *В. П. Зубов.* К вопросу о математическом атомизме Демокрита.— «Вестник древней истории». 1951, № 4, стр. 208.

Симплиций утверждает, что «Левкипп и Демокрит считают причиной неделимости первотелец не только непроницаемость [их], но также малость и отсутствие частей. Эпикур же, живущий позже, [уже] не считает их не имеющими частей, а говорит, что они неделимы [только] вследствие непроницаемости»[45]. Перед нами весьма характерное свидетельство непонимания идеи о двух типах неделимых, а вследствие этого и смешения их. Атомы наделялись Демокритом неделимостью вследствие присущей им несокрушимой твердости, непроницаемости, так как они не содержат в себе пустоты; тогда как амеры неделимы вследствие малости и отсутствия частей, ибо неделимость их носит математический характер, о чем и говорит сам термин ἀμερής — отрицание частей. Подобное разграничение двух типов неделимых характерно и для Эпикура,— он противопоставляет физически неделимые ἄτομος математически неделимым ἀμερής.

Фактически Симплиций наделил неделимое Демокрита как свойствами атомов, так и свойствами амеров и противопоставил его атому Эпикура, умолчав об учении последнего относительно амеров, наличие которого ни у кого не вызывает сомнения, — Эпикур ясно излагает свою концепцию относительно амеров в послании к Геродоту.

Некоторые авторы, однако, усматривают в вышеприведенном свидетельстве Симплиция указание на то, что атомы Демокрита были как физически, так и математически, теоретически неделимы. Так, Д. Фарлей[46] считает, что нет оснований предполагать, что Демокрит рассматривал пространство как состоящее из неделимых минимумов и что математический атомизм был новшеством Эпикура. С подобным представлением трудно согласиться, ибо логически невозможно наделить бесконечно разнящиеся по форме и величине атомы Демокрита свойством математической неделимости. С другой стороны, необходимо учитывать и тот факт, что Аристотель и его комментаторы указывали на противоречие между неделимыми Демокрита и континуальной математикой. Аристотель в сочинении «О небе» писал, что, постулируя неделимые тела, Демокрит и Левкипп должны впасть в противоре-

[45] См. «Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности». М., 1935, стр. 79.
[46] См. *D. Furley*. Two Studies in the Greek Atomists, p. 101.

чие с основами математики, ибо «введение самой маленькой величины расшатывает самые великие основы математики»[47]. Причем необходимо подчеркнуть, что в рамках математической проблематики континуалисты восстают не против физических атомов, которые разнятся по величине и форме, а выступают именно против существования «самой маленькой величины», «наименьшей величины». Так, в схолии к Евклиду мы встречаем весьма характерное положение: «Что не существует наименьшей величины, как утверждают демокритовцы, видно и из этой теоремы (имеется в виду аксиома непрерывности Архимеда.— *М. А.*), согласно которой всегда можно получить величину, меньшую всякой данной»[48], т. е. бесконечная делимость противопоставляется амерам, бесконечная математическая делимость противопоставляется математической неделимости.

Нет оснований считать, что физические неделимые, т. е. атомы Демокрита, противоречат математике. Кстати, некоторые авторы (Г. Арним, С. Я. Лурье и др.) вполне резонно отмечают, что, основываясь на свидетельствах древних о гигантских атомах Демокрита, невозможно наделять физически неделимые частицы свойством математической неделимости, т. е., в частности, отрицать у них наличие частей[49]. И в вышеприведенном рассуждении Аристотеля речь безусловно идет о математических неделимых амерах, которые действительно выступали по отношению к континуальной математике как основа конкурирующего направления — математики атомистичной. Причем учение об амерах у Эпикура есть лишь повторение и дальнейшее развитие математического атомизма Демокрита, в чем мы полностью согласны с А. О. Маковельским[50]. Помимо логических и исторических аргументов в пользу подобной трактовки, мы можем привести следующее соображение общего характера.

Совершенно невероятно, чтобы математический атомизм был новшеством Эпикура, который специально

[47] *Aristotle.* On the Heavens. I 5.271 b.— «Great books of the Western World». Chicago, 1952, v. 8, p. 400.
[48] «Материалисты древней Греции». М., 1955. стр. 101.
[49] См., например: *С. Я. Лурье.* Теория бесконечно малых у древних атомистов, стр. 119.
[50] *А. О. Маковельский.* Древнегреческие атомисты, стр. 86.

вообще не занимался математической проблематикой. Иное дело Демокрит, исследователь, превзошедший египетских гарпедонаптов, автор ряда оригинальных работ («О несоизмеримых линиях и телах», «О касании круга и шара» и т. д.), который на основе своей атомистической методологии сделал замечательные открытия в математике. Так, например, Демокриту принадлежит доказательство теорем о том, что конус есть третья часть цилиндра, а пирамида — третья часть призмы, при условии равных оснований и высот.

В этой связи необходимо остановиться на одной очень интересной апории Демокрита, которую донес до нас Плутарх: «Демокрит как натуралист, умеющий логически мыслить, ставил такой вопрос: если конус рассекать плоскостью параллельно основанию, как надо представлять себе поверхности сечения — равными или неравными друг другу? Если они не равны друг другу, то конус получит неровный вид, так как его боковая поверхность будет иметь множество углублений и выступов в виде ступенек лестницы. Если же равны, то и сечения будут равны друг другу, и конус получит вид цилиндра, так как будет составлен из наложенных друг на друга равных, а не неравных кружков, а это нелепо»[51].

Демокрит ищет разрешения этой апории на пути атомистической математики, представляя конус как совокупность моноамерных дисков уменьшающейся площади по направлению к вершине, которая суть амер (конус имеет ровный, гладкий вид на уровне чувственного познания, но на самом деле является фигурой ступеньчатой на уровне амеров,— эта специфика проясняется при анализе гносеологии Демокрита). Подобные представления характерны и для последующей эволюции атомистики. Так, Лукреций в своей бессмертной поэме «О природе вещей» пишет:

«Далее, так как есть предельная некая точка
Тела того, что уже недоступно для нашего чувства,
То, несомненно, она совсем неделима на части,
Будучи меньше всего по природе своей»[52].

[51] См. *С. Я. Лурье.* Очерки по истории античной науки. М.— Л., 1947, стр. 170.
[52] *Лукреций.* О природе вещей, т. I, стр. 41.

Причем, что весьма симптоматично, Лукреций, говоря об этих предельных наименьших элементах, оперирует понятием какумен (cacumen), которое дословно означает именно коническую вершину.

Помимо вышеприведенных косвенных свидетельств, из логического анализа которых вполне определенно следует положение о существовании двух типов неделимых в системе Демокрита, существуют свидетельства, непосредственно касающиеся амеров (Александр Афродисийский, Фемистий и др.). У Эпикура, непосредственного последователя Демокрита, мы встречаем интересные соображения о функции амеров: «Кроме того, должно считать эти самые малые [минимальные] и не смешанные [не состоящие из частей] частички пределами, дающими прежде всего из самих себя измерение длины для атомов» [53]. Как мы видим, у Эпикура подход к амерам метрический: они выступают в роли абсолютного масштаба при измерении протяженности в атомном мире и являются первичными элементами атомистической геометрии, природа которых материальна [54]. Вышеприведенный анализ характеризует наличие амеров и их функции в атомистике Демокрита, а также поднимает вопрос о структурности самих атомов. В этой связи представляют интерес идеи А. Ф. Лосева о внутренней структурно-числовой природе атомов. В частности, он совершенно справедливо отмечает, что «так как материя всех атомов мыслилась одинаковой, то их разнокачественность, очевидно, была результатом только их разной структуры», что «атомисты обращали очень боль-

[53] *Эпикур.* Письмо к Геродоту.—В кн.: *Лукреций.* О природе вещей, т. II. М., 1947, стр. 545. Однако, несмотря на подобные недвусмысленные свидетельства об амерах как минимальных протяженных элементах, встречаются необоснованные утверждения о непротяженности амеров. См., например, *Г. В. Чефранов.* Элементы наивного материализма в теории Эйнштейна и перспективы их преодоления.— «Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии». Киев, 1965, стр. 251.

[54] Нам представляется, что в логико-историческом аспекте идея дискретности была предпочтительнее и рациональнее, нежели идея континуальности пространства. Дело в том, что в случае дискретного многообразия принцип метрических отношений содержится уже в самом понятии этого многообразия, тогда как в случае непрерывного многообразия его следует искать где-то в другом месте (см. *Б. Риман.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии.—Сб. «Об основаниях геометрии». М., 1956, стр. 324).

шое внимание на последовательность элементов внутри самого атома, так сказать, на систему их отсчета или на его направление»[55].

Необоснованным, на наш взгляд, является и второй аргумент, направленный против существования амеров. Он восходит еще к Александру Афродисийскому[56] и сводится к положению, что если атом суть «минимум тяжести», то амеры, как его части, будут иметь какие-то доли этого минимума, т. е. не будут по весу отличаться от нуля.

Заранее оговоримся: Демокриту не свойственно представление об атомах как минимуме тяжести. Более того, сама идея о минимуме тяжести противоречит исходным положениям и логике физической атомистики Демокрита, который принимал атомы различной величины, а следовательно, и различной тяжести. И Аристотель вполне определенно излагает эту концепцию: «Демокрит говорит, что каждое из неделимых [телец] бывает более тяжелым вследствие большего размера»[57]. Однако, именно исходя из предположения о минимальности тяжести атомов, Александр Афродисийский упрекает Левкиппа и Демокрита в том, «что не имеющие частей неделимые, постигаемые умом в атомах и являющиеся их частями, невесомы»[58]. А уже отсюда следует вопрос, каким же образом из сложения лишенных тяжести амеров получается тяжесть, присущая атому?

Здесь мы сталкиваемся с искажением концепции Демокрита в плане смешения ее с идеями платоно-пифагорейской школы, что было характерно для древности. Известно, что некоторые из древних комментаторов (Аэций и др.) отрицали тяжесть не только у амеров, но и у самих атомов[59]. Здесь явное непонимание и отсутствие четкого разграничения материалистической и идеалистической атомистик древности. Однако для Аристотеля противоположность их была очевидной. «Тем, которые утверждают, что первотела тверды,— писал он,— в противоположность

[55] *А. Ф. Лосев.* История античной эстетики. М., 1963, стр. 431—432.
[56] См., например: *В. П. Зубов.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века, стр. 16.
[57] «Материалисты древней Греции», стр. 73.
[58] Там же, стр. 65.
[59] Там же, стр. 73.

Платону, предпочтительней было бы говорить, что большее из них более тяжело»[60].

Из вышеразобранных свидетельств и внутренней логики атомистики Демокрита мы можем сделать вывод о неправомерности рассмотрения атомов как минимума тяжести,— подобное свойство логически может быть присуще лишь амерам. Исходя из вышеизложенного, мы считаем несостоятельным отрицание амеров в системе Демокрита ссылками на «минимум тяжести» атомов.

В основе третьего аргумента, отрицающего реальность амеров, лежит положение, что они лишь мысленно усматриваются как части атомов. Так, В. П. Зубов, комментируя слова Александра Афродисийского о неделимых (ἀμερής), усматриваемых мысленно (ἐπινοουμενα) в атомах и являющихся их частями, пишет: «Означает ли этот текст Александра, что Демокрит мыслил атомы реально слагающимися из еще более мелких частиц — амер? Нам думается, нет. Прежде всего, Александр говорил об амерах, лишь «мысленно усматриваемых» в качестве частей атома»[61].

Здесь мы непосредственнно сталкиваемся с гносеологией Демокрита, согласно которой знания бывают незаконнорожденными (или темными) и законнорожденными (истинный род познания). Их соотношение фактически дает нам соотношение чувственного и рационального познания. С точки зрения Демокрита чувственно воспринимаемые явления ложны, существуют лишь в мнении людей и от них зависят. Истинна лишь умопостигаемая сущность. При учете этого положения становится ясно, что словами «мысленно усматриваемые» Демокрит хотел подчеркнуть истинность и абсолютную реальность амеров, их объективность, ибо, как свидетельствует Филопон, по Демокриту, «ощущение и воображение относятся к явлению, а ум — к истине»[62]. Большой интерес представляет один из немногих сохранившихся и дошедших до нас фрагментов Демокрита, который яснее любых свидетельств

[60] «Материалисты древней Греции», стр. 73.

[61] *В. П. Зубов.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века, стр. 16. Таким образом, В. П. Зубов утверждает, что Демокрит не «мыслил» атомы состоящими из амеров, а лишь «мысленно усматривал» амеры в качестве частей атома, в чем мы не видим принципиального различия.

[62] «Материалисты древней Греции», стр. 79.

древних комментаторов может пролить свет на смысл его слов «мысленно усматриваемые». «Когда темный [род познания] уже более не в состоянии ни видеть слишком малое, ни слышать, ни обонять, ни воспринимать вкусом, ни осязать,— писал Демокрит,— но исследование [должно проникнуть] до более тонкого [недоступного уже чувственному восприятию], тогда на сцену выступает истинный [род познания], так как он в мышлении обладает более тонким познавательным органом»[63].

Причем, если у Демокрита мысленное усмотрение амеров лишь подчеркивает объективность их бытия и отношение к области сущности материи, то в некоторых идеалистических направлениях древности мысленное усмотрение (интеллигибельность) трактовалось именно в плане отрицания реальности[64]. Так, у Плутарха мы встречаем следующего рода рассуждения: «Отрицание реальности есть предмет мысли, но не предмет ощущения: не можем слышать тишину, осязать пустоту, только мыслить их. Следовательно, их нет в физическом мире, ибо всякая физическая реальность есть предмет ощущения, т. е. объективно существующее ощущаемое качество»[65].

Таким образом, отпадает и третий аргумент, отрицающий реальность амеров. В действительности, по Демокриту, существуют чувственно не воспринимаемые «атомы» пространства, минимум протяженности материи, которые постигаются научным мышлением, т. е. мысленно усматриваются.

Мы приходим к выводу, что, наряду с атомами и пустотой, в системе Демокрита существовало еще и третье начало — амеры. Физическое деление материи останавливается на атомах, которые и выступают как физические неделимые. Атомы и пустота являются, согласно Демокриту, основой физического мира. Но в качестве истинной праматерии выступают амеры. Они наделены противоречивыми свойствами, одновременно являясь и «атомами»

[63] Там же, стр. 84—85.

[64] Подобная концепция характерна для многих идеалистических учений, в частности для идеалистического сенсуализма, берклианства и т. д. (см., например: *Б. Э. Быховский.* Джордж Беркли. М., 1970, стр. 37).

[65] См. *В. П. Зубов.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века, стр. 112.

пространства (обладая математической неделимостью) и мельчайшими составными частями атома[66].

Здесь очень интересно отметить наличие у Демокрита идеи, пусть не оформившейся в принцип, о переходе количественных изменений в качественные, что было значительным шагом вперед по сравнению с сугубо количественной методологией пифагорейцев. Демокрит, рассматривая переход, нисхождение по уменьшающимся размерам объектов (при их дроблении в процессе аналитического рассмотрения), т. е. разбирая количественную процедуру уменьшающейся протяженности объектов, конструировал эту процедуру не в плане «дурной», однообразной количественной бесконечности, как процесс бесконечно уменьшающихся подобий, но и в аспекте изменений их качественной определенности. Так, объект воспринимаемого мира подвержен физическому делению, но подобная количественная процедура ограниченна, обладает определенной мерой, за чертой которой подобное деление невозможно — происходит качественный скачок, и мы сталкиваемся с атомами, физически неделимыми объектами. Здесь же происходит и качественное изменение самого рода познания: мы переходим от темного рода познания к истинному, который «в мышлении обладает более тонким органом». Происходит переход от чувственного познания к рациональному, от познания явлений к познанию сущности[67]. Подобный переход открывает путь к познанию атомов, которые подвержены математическому, теоретическому делению,

[66] Симптоматичен тот факт, что подобная же ситуация наблюдается и в древнеиндийской атомистике джайнов: в основе протяженной субстанции «астикая» лежит соединение малых частиц пространства (см. *С. Чаттерджи, Д. Датта.* Древняя индийская философия. М., 1954, стр. 87).

[67] Подобное раздвоение познания на чувственное и разумное в полной мере представлено в элеатизме. Так, Диоген Лаэртский писал: «Он (Парменид.—*М. А.*) сказал, что философий две: одна — сообразно истине, другая — сообразно мнению... Критерием же [истины] он признал разум. И ощущения не точны [по его мнению]» (см. «Антология мировой философии», т. I, ч. 1, стр. 293). Но у Демокрита мы встречаем более рациональное соотношение этих двух родов познания. Если у элейцев фантасмагория чувственной эмпирии полностью чужда, противостоит истинности разума, то у великого Абдерита они как бы дополняют друг друга, ответственны за познание на различных структурных уровнях материи.

что отражает наличие у них определенной структуры. Здесь физический анализ уступает место анализу теоретическому. Однако и такой анализ, подобное деление имеет свой предел, за которым мы сталкиваемся с объектами совершенно новой качественной определенности, — амеры, математически неделимые объекты, лишенные частей, выступающие как логический предел анализа, граница нашей дедукции, как истинный континуум [68].

Большой интерес в связи с этим представляет вопрос о раздвоении проблематики прерывности и непрерывности, обусловленном наличием в древней Греции двух конкурирующих математических направлений: математики континуальной и атомистической. Эта ситуация в значительной мере определила дальнейшее развитие математики, непосредственно связанной с аксиоматикой непрерывности.

И в континуальной, и в атомистической математике функционировало общее понятие прерывности — конечная, ограниченная делимость. Иное дело с непрерывностью, которая выступает как отрицание прерывности. В континуальной математике, исходя из абстрагирования от всего материального, непрерывность выступает как делимость бесконечная, что подчеркивает свойство абстрактной однородности. Что касается атомистической математики, в основе которой лежит амер как пространственный минимум материи, то непрерывность выступает в плане неделимости, что подчеркивает конкретную, физическую однородность. Фемистий, в комментариях к «Физике», касаясь атомистов, писал, что «по их мнению, то, что воистину непрерывно, неделимо» [69].

[68] Здесь, правда, встает вопрос, как можно представить себе протяженность, пусть минимальную, лишенную частей и формы. Специфичность протяженности амера отмечалась С. Я. Лурье, который считал, что «эта частица, если можно так выразиться, чистое начало, чистый принцип протяженности» (*С. Я. Лурье.* Очерки по истории античной науки. М.— Л., 1947, стр. 169). Хочется отметить, что за последние две с половиной тысячи лет мало что изменилось в нашем представлении об «атомах» пространства: и сейчас мы, оперируя с элементарной длиной в физических теориях, фактически наделяем ее все тем же свойством отсутствия частей, из которого вытекают такие свойства, как отсутствие правизны и левизны, временного порядка причины и следствия, точечной локализации событий и т. д.

[69] См. *С. Я. Лурье.* Демокрит. Л., 1970, стр. 267.

В первом случае континуум проявляется в бесконечной делимости, которая выступает как нечто сугубо неопределенное. Пытаясь внести элемент определенности в сферу бесконечной делимости, континуальная математика пришла к идее точечности. Непротяженная, абстрактная точка выступает как некий предельный элемент бесконечного деления. Причем абстрактная связь этих элементов задается принципом плотного множества и т. д., на чем и основана вся аксиоматика непрерывности от Архимеда до Кантора и Дедекинда.

Иная ситуация характерна для атомистической математики: континуум суть «неделимое», связное целое. Здесь на первый план выдвигается понятие связи и целостности как основы непрерывности. Эта линия в истории математики прослеживается от Демокрита до Г. Вейля, который, в частности, писал, что «подлинный континуум есть нечто в себе связное и не может быть разделен на отдельные куски, подобное разделение противоречит его сущности» [70]. Подобными свойствами и наделял Демокрит свои амеры, лежащие в основе атомистической математики.

Реконструируя систему Демокрита как теорию структурных уровней — физического (атомы и пустота) и математического (амеры), мы с неизбежностью сталкиваемся с двумя типами пространств: непрерывное физическое пространство, т. е. пустота Демокрита, и математическое дискретное пространство, основанное на амерах как масштабных единицах протяжения материи.

Наличие двух пространств в системе Демокрита было отмечено еще Э. Франком, который, собственно, и открыл математический аспект древнегреческой атомистики. В частности, он приходит к выводу, что Демокрит «различает пустое математическое пространство (идеальное пространство геометрии) от реального физического пространства. Математическому пространству (чистому «ничто») он приписывает делимость до бесконечности, тогда как физическое пространство неделимо до бесконечности и состоит из дискретных элементов

[70] *Г. Вейль.* О философии математики. М.—Л., 1934, стр. 123. Мы не касаемся здесь различий (и существенных) между формализмом, логицизмом и интуиционизмом в современной математике.

пространства»[71]. Здесь мы сталкивается с весьма интересной ситуацией: Э. Франку удалось подметить раздвоение пространства на физическое и математическое в атомистике Демокрита, однако вскрыть истинный смысл и сущность их соотношения он не сумел. В его представлении физическое и математическое пространства поменялись ролями, причем дело не в терминологических неточностях. Фактически, если следовать логике Э. Франка, приходится считать, что в системе Демокрита признается непрерывное, бесконечно делимое математическое пространство наряду с математическим атомизмом. Т. е., не пространство, основанное на математических неделимых амерах, выступает математическим, а пустота, чистое «ничто», второе начало физического уровня. Подобное представление было характерно для пифагорейской философии, в системе элементно-точечного атомизма, основанного на двух началах — пределе и неопределенном. Под пределом какого-либо объекта пифагорейцы подразумевали начало и конец его. Причем пределы суть точки, единицы. Они не состоят из частей и не предполагают ничего прежде себя. Однако, оперируя подобными непротяженными единицами, пифагорейцы не могли сконструировать протяжения — сложение нулей не образует величины. Неопределенное — второе начало пифагореизма — было призвано разрешить это затруднение. Неопределенное — это промежуток между точками, между непротяженными пределами. Неопределенное — это пустота. Таким образом, пустота, выступая основой протяжения, является математическим пространством, но лишь в математическом атомизме пифагорейцев. Совершенно иная ситуация в атомистике Демокрита, пустота которого, выступая как одно из начал физического уровня, не имеет ничего общего с математикой.

В связи с вышеизложенным вскрывается определенная непоследовательность Э. Франка, на что обратил внимание А. О. Маковельский. «Действительно, реальному пространству Демокрит приписывает атомистическое строение, — пишет он, — отрицая у него непрерывность и бесконечную делимость. На этом атомистическом дискретном понимании пространства построена вся математика Демокрита, и говорить, подобно Франку, об

[71] *E. Frank.* Plato und die sogenannten Pythagoreer, S. 53.

особом математическом пространстве, отличном от реального пространства, в системе Демокрита нет никаких оснований»[72].

А. О. Маковельский справедливо замечает, что математическое пространство и есть реальное; оно дискретно и на его основе построена вся стройная система атомистической математики. Но в пылу полемики А. О. Маковельский упускает из вида второе пространство Демокрита, пространство физическое, которое не менее реально, чем пространство математическое. Это — пустота Демокрита (второе начало физического уровня), которая выступает как непрерывное пространство и является ареной движения и взаимодействия атомов и вообще материальных объектов[73].

Необходимо помнить, что оба пространства реальны по своей природе. Но повторяем: ничего общего с геометрией физическое пространство Демокрита (интерпретируемое Э. Франком как идеальное пространство геометрии) не имеет, ибо Демокрит вообще не наделял пустоту метрическими свойствами; она лишь условие и арена существования и движения атомов[74]. Аристотель[75] подчеркивал отсутствие различий в пустоте. Непротяженность пустоты как раз и проистекает из ее безразличия,— она сплошь негативна. Проблема непротяженнос-

[72] *А. О. Маковельский.* Древнегреческие атомисты, стр. 91.

[73] Весьма симптоматично, что подобное раздвоение на непрерывное и дискретное пространство было характерно для древних атомистик. Так, в древнеиндийских атомистических (и не только) учениях мы имеем, с одной стороны, акаша — безграничное пространство, с другой стороны — диш, пространство геометрических форм, в котором задается направление и локализация, т. е., как и у Демокрита, наряду с пустым пространством, которое является античным аналогом акаши, существует еще одно пространство, в котором возможны метрические соотношения (см., например: *Ф. И. Щербатский.* Теория познания и логика по учению позднейших буддистов, ч. 2. СПб., 1909, стр. 103).

[74] Вышеуказанная специфика пустоты Демокрита не всегда учитывается исследователями, что и порождает необоснованные заключения типа: «Возможность бесконечного разнообразия конфигураций выступает у Демокрита как проявление геометрических свойств пустого пространства» (*В. И. Свидерский.* Пространство и время. М., 1958, стр. 8). В. Гейзенберг прямо пишет, что у Демокрита «геометрия есть свойство пустого пространства» (*В. Гейзенберг.* Философские проблемы атомной физики. М., 1963, стр. 24).

[75] См. *Аристотель.* Физика, стр. 84.

ти пустоты содержательно проанализирована С. Я. Лурье. В частности он писал: «Пустое пространство (τὸ κενόν) с его точки зрения,— τὸ μὴ ὄν, «несуществующее», вернее — ему соприсуще бытие в ином смысле, чем материи; протяженность есть категория материи; пустота непротяженна; в пустоте не существует... расстояний, и поэтому «прямой, проведенной в пространстве»... с точки зрения Демокрита, вообще не существует»[76].

В соответствии с атомизмом пространства, Демокрит принимал атомистическую природу времени и движения. В дальнейшей разработке, данной Эпикуром, эти положения были развиты в стройную систему. У Эпикура мы встречаем формулировку весьма специфических свойств механического движения в условиях дискретного пространства и времени: изотахии, кекинемы и реновации[77].

Первое из них гласит: все движения происходят с одинаковой скоростью. Это свойство перемещения характерно не только для математического аспекта атомистики. Оно с неизбежностью появляется и в рамках физической атомистики. Эпикур писал Геродоту, что «атомы движутся с равной быстротой, когда они несутся через пустоту, если им ничего не противодействует»[78]. Аналогичные соображения относительно изотахии мы встречаем и у Аристотеля[79], который писал, что пустота одинаково не оказывает никакого сопротивления большому и малому, тяжелому и легкому, и отсюда приходит к выводу, что «в пустоте все будет иметь равную скорость». Изотахия на уровне физической атомистики, на наш взгляд, выступает как некая предтеча идеи первого закона механики Ньютона, гласящего, что тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют внешние силы, т. е., выражаясь словами Эпикура, если ему ничего не проти-

[76] *С. Я. Лурье.* Теория бесконечно малых у древних атомистов, стр. 60—61.

[77] Интересный анализ этих свойств содержится в книге: *А. Н. Вяльцев.* Дискретное пространство—время. М., 1965.

[78] В кн.: *Лукреций.* О природе вещей, т. II, стр. 545.

[79] См. *Аристотель.* Физика, стр. 87. Здесь, однако, нужно иметь в виду, что Аристотель, исходя из признания реальности движения с различными скоростями, рассматривал изотахию как аргумент в критике атомизма.

водействует. Это свойство изотахии, вскрытое чисто качественно в рамках физической атомистики, находит свое дальнейшее логическое обоснование в кругу проблем математической атомистики, в условиях дискретного пространства и времени.

В процессе перемещения объект проходит один «атом» пространства за один «атом» времени (в противном случае неделимое разделится, что убедительно показано Аристотелем),— это, естественно, обусловливает существование некой фундаментальной постоянной скорости движения. Причем хочется подчеркнуть, что наше изложение ни в коей мере не есть модернизация античных представлений. Так, Секст Эмпирик, комментируя вышеразбираемое свойство движения в условиях дискретного пространства и времени, излагает его следующим образом: «Когда тело пробегает одно неделимое место за одно неделимое время, все движения окажутся равной скорости» [80].

Второе свойство — кекинемы — заключается в том, что «по неделимому пути ничего не может двигаться, а сразу является продвинувшимся» [81]. В этом положении вскрывается существенно неконтинуальный характер самого микродвижения: в атоме пространства движения не существует. Как писал Александр Афродисийский, «на каждом из неделимых путей движения нет, а есть только результат движения» [82]. Движение состоит не из состояний покоя (в данный момент «теперь» тело находится в определенной точке пространства и т. д.), а из «атомов» движения — кинем.

Со свойством кекинемы непосредственно связано свойство реновации, или, как его иначе называют, свойство возникновения. Это свойство, говоря современным языком, заключается в следующем: частица, находясь в элементарном движении, не проходит атома пространства, пребывая последовательно во всех его точках, — это невозможно, ибо атом пространства, амер, лишен частей,— а является сразу продвинувшейся на элементарную длину, т. е. частица как бы исчезает, дабы спустя

[80] *Секст Эмпирик.* Пирроновы положения. СПб., 1913, 3. 10.
[81] *Аристотель.* Физика, стр. 126.
[82] См. *С. Я. Лурье.* Очерки по истории античной науки. М., 1947, стр. 181.

атом времени (хронон) возникнуть, переместясь на атом пространства. В этом положении древнегреческие атомисты пытались вскрыть диалектику движения, его противоречивую природу. Принцип реновации выступает как предтеча диалектического положения философии Нового времени о сущности движения, касающегося вопроса об одновременном нахождении и ненахождении движущегося тела в данной точке пространства. Принцип реновации, как и свойство кекинемы, направлен против положения о континуальности движения. Эпикур писал, что суждение, будто и промежутки времени, зримые только мыслью, содержат непрерывное движение,— неверно[83].

Необходимо отметить, что в древней Греции, помимо Демокрита и его последователей, на точке зрения математического атомизма стояли и многие другие философы. Так, Антифон развивал учение о частицах, из которых состоят как прямая, так и окружность круга, а Ксенократ является автором учения о неделимых линиях. Сюда же примыкают представления Диодора Крона и стоика Хрисиппа, развившего атомистическую теорию времени[84]. Из схолии к Аристотелю мы узнаем, что «из дающих учение о неделимых одни говорят, что существуют неделимые тела, как Левкипп и Демокрит, другие принимают неделимые линии, как Ксенократ, а Платон допускает неделимые плоскости»[85]. Из этого свидетельства некоторые исследователи делают вывод, что атомизм Левкиппа — Демокрита носит сугубо физический характер, в противовес атомизму математическому, представителями которого являются платоно-пифагорейцы. Однако подобные представления существенно упрощают концепции древнегреческих мыслителей. Природа амеров проявляется в единстве материального и идеального моментов. Амеры, безусловно, материальны как компоненты в структуре атомов и вместе с тем идеальны как элементы дискретной математики, как абстракция протяжения — минимальная протяженность, лишенная частей (античный прообраз элементов толерантного пространства).

[83] См. «Материалисты древней Греции», стр. 190.
[84] Концепция времени у стоиков интересно разобрана в книге: *J. M. Rist.* Stoic Philosophy. Cambridge, 1969.
[85] «Материалисты древней Греции», стр. 105.

И именно в этом плане следует рассматривать свидетельства древних комментаторов, которые лишь донесли до нас материалистическую сущность и отличие представлений Демокрита от идеалистических представлений того времени. Все древние свидетельства утверждают, что у Демокрита в основе всего сущего лежат неделимые тела. И это верно, ибо и тела, и плоскости, и линии составлялись Демокритом из амеров, материальных «атомов» пространства. И совершенно справедливо замечание С. Я. Лурье[86] о том, что Демокрит не называл свои мельчайшие частицы неделимыми плоскостями или неделимыми линиями, а называл их телами, хотя по своим функциям они сплошь и рядом играли роль точек, неделимых линий. Именно эту специфику атомистики Демокрита донесли до нас свидетельства древних.

Необходимо отметить, что в конфликте с континуальной математикой, наряду с атомистами, находились и вышеуказанные представления Антифона, Ксенократа и Платона. Большинство критических аргументов Аристотеля и его комментаторов (таких, как Симплиций, Александр Афродисийский и др.) направлены также и против них.

Здесь мы сталкиваемся с весьма интересной особенностью в развитии древнегреческой философии: учения Демокрита и Платона, несмотря на то что выступают основами двух конкурирующих направлений (философский материализм и философский идеализм), во многом были тесно связаны друг с другом; есть множество аспектов, в которых возможно провести плодотворные аналогии и проследить творческую преемственность этих учений[87].

В нашей работе мы не будем останавливаться подробно на различиях этих учений — этот вопрос достаточно полно исследован и очевиден. Мы обратимся к анализу математического атомизма Платона, его учения, составляющего элементы бытия из математических частиц, элементарных треугольников.

[86] См. *С. Я. Лурье.* Теория бесконечно малых у древних атомистов, стр. 93.

[87] Параллельное изучение концепций этих двух выдающихся мыслителей античности привлекает внимание исследователей (см., например: *J. Hummer-Jensen.* Demokrit und Platon.—«Archiv für Geschichte der Philosophie», Bd. 23, 1910.

Платон в своем учении попытался синтезировать рациональные стороны классической античной натурфилософии, досократовского натурализма, который в атомистике Демокрита достиг своего апогея. В платонизме соединились воедино идеи Эмпедокла об элементах, стихиях (земля, вода, воздух и огонь), которые подчинены строгим математическим пропорциям и отношениям, в чем проявляются идеи пифагорейцев. Из атомистики он заимствовал идею о неделимых частицах, лежащих в основе стихий, а также и сам математический атомизм. Платон связывает стихии с определенными правильными многогранниками, что дает ему возможность вскрыть пропорции, существующие между элементарными треугольниками, из которых составлены эти многогранники. Эта теория правильных многогранников заимствована Платоном у пифагорейцев,— Филолай посвятил несколько работ пяти правильным телам и присущим им пропорциям. В «Тимее» Платона устанавливается соответствие между стихиями и правильными многогранниками: земля — гексаэдр (шестигранник), вода — икосаэдр (двадцатигранник), воздух — октаэдр (восьмигранник), огонь — тетраэдр (четырехгранник) и, наконец, додекаэдр (двенадцатигранник),—«его бог определил для Вселенной»[88]. Поверхности этих геометрических тел составлены из элементарных прямоугольных треугольников (за исключением додекаэдра, стороны которого — пятиугольники) двух типов, соотношение сторон у которых $1:1:\sqrt{2}$ и $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$. Стихии, поверхности которых состоят из идентичных элементарных треугольников, способны к взаимопревращениям, т. е. происходит перераспределение элементарных треугольников, которые при различных организациях образуют различные стихии. Платон в «Тимее»[89] писал, что в середине между огнем и землей бог поместил воду и воздух, установив между этими стихиями по возможности одинаковые отношения, такие, что огонь относился к воздуху, как воздух к воде, и воздух к воде, как вода к земле,— и таким образом связал их и построил видимое и осязаемое небо. Здесь важно отметить одну специфику разбираемой концепции: наряду с двумя основными началами, т. е. огнем и зем-

[88] *Платон.* Сочинения, т. 3, ч. 1, М., 1972, стр. 497.
[89] Там же, стр. 472.

лей, признаются начала опосредствующие, начала связи — воздух и вода. Их единство определяется тем, что они взаимоотносятся как четыре члена пропорции. Платон объясняет необходимость именно двух связующих стихий (воздух и вода) трехмерностью реальности.

Таким образом, Платон саму связь подчиняет математическим закономерностям, что характеризует рациональную направленность развития математического атомизма от Пифагора и Демокрита к Платону в вопросе о структуре материи.

Представляет интерес еще одна специфика платоновской конструкции. Если у милетцев превращение элементов друг в друга, их становление происходит непрерывно (учение Анаксимена о разрежении и сгущении элементов), то у Платона оно дискретно, суть разложение стихий на составляющие элементарные треугольники и перераспределение последних [90],— элементному континууму милетцев противостоит математический атомизм.

Вышеописанное учение Платона нашло своеобразное преломление в современной физике. Некоторые западные философы и естествоиспытатели приходят к выводу о десубстанциализации элементарных частиц, к мысли, что в основе всего сущего лежит не материя, а некие математические сущности, что в квантовой физике налицо поворот от Демокрита к Платону [91]. При учете математического атомизма Демокрита подобные утверждения лишаются, вообще говоря, смысла, ибо в этом аспекте концепции Демокрита и Платона противопоставлять не корректно,— мы имеем дело с развитием одной и той же доктрины.

Мы не будем разбирать идеи о десубстанциализации элементарных частиц в плане возрождения убедительно раскритикованного В. И. Лениным тезиса «материя исчезла», а попытаемся показать, что в самом платонизме

[90] Подобный механизм взаимопревращения стихий Платона побудил некоторых исследователей толковать концепцию элементарных треугольников на стереохимический манер (см., например: *E. O. Lippman*. Chemisches und Physikalisches aus Platon.— «Journal für praktische Chemie», Bd. 76, 1907, S. 513—544).

[91] См. *A. March*. Mécanique ondulatoire et concept de substance.— «Louis de Broglie physicien et penseur». Paris, 1953, p. 111; *В. Гейзенберг*. Открытие Планка и основные философские вопросы учения об атомах.— «Вопросы философии», № 11, 1958, стр. 62.

ситуация была не столь проста, как это может представиться на первый взгляд.

В учениях Демокрита и Платона в основе бытия лежат математические неделимые элементы — амеры и элементарные треугольники соответственно. У Демокрита амер суть минимум протяжения материи. Не являются чисто математическими объектами и элементарные треугольники Платона. Как свидетельствуют древние (Аристотель, Симплиций и др.), они отличаются как от сугубо математических фигур, так и от объектов физического мира. Вернее будет охарактеризовать элементарные треугольники Платона как математические фигуры, обладающие некоторыми физическими свойствами. Подобная специфика элементов дала право А. Ф. Лосеву трактовать их как действительную организацию пространства. «Они говорят не о некоей идеально-геометрической поверхности, — пишет А. Ф. Лосев, — но суть формулы определенным образом организованного пространства со всеми его тремя измерениями» [92]. Причем не только треугольники выступают как пространственные, геометрические формы, но, и это очень важно, этими треугольниками отграничено пространство, т. е. в правильных многогранниках (соответствующих стихиями) заключено пространство, на что справедливо указывает В. Ф. Асмус [93].

Отсюда уже один шаг до утверждения об идеальности первоначал Платона, — что может быть идеальнее пустого пространства, ограниченного математическими фигурами, т. е. математически организованных элементов пространства!

Атом Демокрита суть элемент, не содержащий в себе пустого пространства, и, собственно, поэтому он атом; у Платона же как будто получается, что элементы суть пространство, ограниченное плоскостями. Однако, чтобы анализ учения Платона об элементах и стихиях был полным, нам необходимо выяснить еще один вопрос: что понимается Платоном под пространством, которое составляет не форму стихий (за это ответственны ограничительные плоскости соответствующих правильных многогранников), а само их субстанциональное содержание?

[92] *А. Ф. Лосев.* Античный космос и современная наука. М., 1927, стр. 18.
[93] См. *В. Ф. Асмус.* Платон. М., 1969, стр. 133.

Пространство, или, как его называл Платон, «кормилица происхождения», есть начало телесное, материальное[94]. И здесь выясняется, что, будучи идеалистом, Платон принимает за тождественное себе бытие идею, идеальное, но в вопросе, который мы разбираем в связи с его математическим атомизмом, мы должны отдавать себе отчет в том, что в основе стихий лежит начало телесное, материальное. И отличие его от Демокрита в этом вопросе состоит лишь в том, что он в основу кладет определенные математические пропорции, как базис количественного, рационального познания,— это, вообще говоря, не столько отличие, сколько дальнейшее развитие рациональных идей математического атомизма Демокрита, амеры которого были призваны для измерения длин в атомном мире.

В заключение отметим, что амеры Демокрита, являясь абстракцией протяженности (не имеющая частей минимальная протяженность), выступали основой метода математической атомистики и, в определенном смысле, не потеряли интереса и эвристичности до настоящего времени. Платон же, пойдя по пути конкретизации, трансформировал лишенные частей и формы амеры в свои элементарные треугольники, лежащие в основе стихий. Несмотря на плодотворность самой «стереохимической» идеи, Платона постигла неудача. Не все многогранники оказались взаимопревращаемыми. Более того, элементарные треугольники Платона не могли выполнять функции масштабных элементов, на которых могло бы основываться математическое творчество. Это обусловлено тем фактом, что изначальные треугольники обладали внутривидовыми различиями по величине. Так, стихия воздуха, в зависимости от видовых модификаций, как-то: эфир, туман, мгла и т. д., строилась из треугольников различной величины. Подобная ситуация характерна и для других стихий. В такой схеме с необходимостью встает вопрос об изопериметрических уровнях в стихиях, мимо которого прошел Платон[95].

[94] См. *Аристотель*. Физика, стр. 72.

[95] См. *Платон*. Сочинения, т. 3, ч. 1, стр. 501. В современной математике, однако, часто пользуются разложением геометрических фигур на элементарные треугольники, например при сравнении многоугольников. А. Пуанкаре отмечает, что при подобном разложении на элементарные треугольники равновеликие многоугольни-

Математический атомизм Платона оказался легко уязвимым для критики континуалистов. Это и определило отрицательное отношение к концепции элементарных неделимых плоскостей уже у современников Платона. Аристотель[96] в работе «О возникновении и уничтожении», выступая против математического атомизма вообще, отмечает, что концепция Платона нелепа, хотя учению Демокрита не может отказать в логичности. Подобного же мнения придерживались многие авторы. Так, Филопон[97] указывал, что если доводы Платона — явная нелепость, то найти ошибки в доводах Демокрита весьма трудно. Дальнейшее развитие платонизма (в работах платоников пифагорейского и эклектического направления, каковыми являются Гай, Аттик, Альбин и др.) породило учение о числах как символах метафизических и физических понятий. Однако подобные учения характеризуются отсутствием творческого развития[98], в них нивелируются многие рациональные стороны учения Платона, их объединяет одна общая черта — антиматериалистическая направленность.

В заключение исследования проблемы прерывности и непрерывности пространства и времени в античной философии обратимся к учению великого Стагирита, ярко выраженного, хотя и не всегда последовательного, противника атомизма (как физического, так и математического).

Два знаменитых тезиса перипатетиков стали лозунгом антиатомистической борьбы вплоть до XX в.: «Природа боится пустоты» и «Природа не делает скачков».

Аристотель отвергал основной аргумент в пользу неделимости материи на атомарном уровне, который заключался в том, что бесконечное деление материи сделает «все существующее лишенным всякой силы» и мы

ки могут быть трансформированы друг в друга приемом китайской головоломки. Однако приемы китайской головоломки неприложимы к объемам (см. «Об основаниях геометрии». М., 1956, стр. 463).

[96] См. *Aristotle.* On Generation and Corruption.—«Great Books of the Western World», v. 8, Chicago, 1952, p. 410.

[97] См. *С. Я. Лурье.* Демокрит. Л., 1970, стр. 230.

[98] Здесь необходимо выделить создателя неоплатонизма Плотина, который развивал интересную и содержательную концепцию, носящую идеалистический характер (см. «Plotini Enneades», ed. Volkmann, I—II. Lipsia, 1883—1884).

можем «остаться без реальности, распыляя ее в ничто»[99], вполне резонно утверждая, что подобная концепция находится в конфликте с математическими науками. Здесь, естественно, имеется в виду континуальная математика, принципам которой и не соответствовала атомистическая (вернее, америческая) доктрина. Так, известный «принцип исчерпывания» Евдокса, одного из столпов аксиоматики непрерывности, гласит: «Если от большей из двух заданных неравных величин отнимается больше половины и от остатка больше половины и это делается постоянно, то остается некоторая величина, которая будет меньше заданной меньшей величины»[100].

Относительно подмеченного Аристотелем конфликта атомистики с континуальной математикой следует отметить, что уже у самых истоков развития науки наметилось различие между абстрактно-математическим и физическим подходом в понимании прерывности и непрерывности пространственных свойств материи. Важно подчеркнуть обоснованность обеих точек зрения, обусловленную различием аспектов рассмотрения. Это понимал и Аристотель[101]. Он отмечал, с одной стороны, что пространственная величина не может слагаться сама по себе из неделимых частей и, с другой стороны, что тела вообще не состоят из математических величин. Это неявное разграничение абстрактно-математического и физического подходов, проводимое Аристотелем в связи с критикой крайностей идеализма пифагорейцев, имело большое методологическое значение для понимания диалектики прерывности и непрерывности пространства и времени. Речь должна была идти, таким образом, не о том, в каких условиях пространство и время прерывны и в каких непрерывны, а о том, чем отличается совпадение прерывности и непрерывности пространства и вре-

[99] См. «Материалисты древней Греции», стр. 102.

[100] См. *Евклид.* Начала. М., 1949, стр. 102. Причем необходимо отметить, что последовательное отрицание возможности неархимедовой геометрии сочеталось у Аристотеля с развитием некоторых идей неевклидовой геометрии (в смысле отступления от аксиомы параллельности), на что справедливо указывает И. Тот (см. *J. Toth.* Aristoteles in der Entwicklungsgeschichte der Geometrischen Axiomatik.—«XIII Intern. Kongress für Geschichte der Wissenschaft», M., 1971).

[101] См. *Аристотель.* Метафизика, стр. 232.

мени в рамках физического подхода от подобного же совпадения в рамках абстрактно-математического подхода. Но такого уровня аристотелевское понимание проблемы не достигло. Поэтому дальше утверждения, что непрерывное бесконечно делимо, Аристотель не пошел[102]. «Я разумею под непрерывным то,— писал он,— что делимо на всегда делимые части»[103]. Представляет большой интерес учение Аристотеля о времени, которое дано, например, в «Физике», причем не в виде окончательной, сложившейся концепции, а в самом процессе развития проблемы. Стагирит как бы вводит читателя в свою творческую лабораторию, раскрывая сложность проблемы времени в самых разнообразных аспектах рассмотрения: статическом, абстрактно-математическом, динамическом и физическом. Аристотелевское исследование времени начинается с самого общего и абстрактного аспекта — абстрактно-математического, который, как мы увидим, непосредственно связан со статической темпоральной картиной. Это, собственно, вытекает и из самой логики разбираемого учения,— ведь, по Аристотелю, математические объекты неподвижны, движение присуще лишь объектам физическим.

В абстрактно-математическом подходе время фактически уподобляется пространству,— грубо говоря, протяженность заменяется длительностью, а аналогом математической точки выступает неделимое, лишенное длительности «теперь». Причем, как линия не слагается из точек, так и время не слагается из «теперь». В соответствии с этим время бесконечно делимо, что понимается как его непрерывность. Хотя в понятии «теперь» прерывность и непрерывность выступают в абстрактном тождестве: поскольку время бесконечно делимо (т. е. прерываемо), то оно абсолютно прерывно, как и непрерыв-

[102] Правда, у Аристотеля развивалось и понятие непрерывности как физической связности. Он писал, что «непрерывность имеется в таких вещах, из которых путем соприкосновения может выйти нечто единое; и как связывающее их непрерывное в известных случаях бывает единым, так и целое становится единым, например соединенное гвоздем, клеем, прижатием или приращением» (*Аристотель*. Физика, стр. 113). Но и эти представления все же развивались в русле основного тезиса: непрерывное бесконечно делимо.

[103] *Аристотель*. Физика, стр. 106.

но, ибо в каждом «теперь» оно однородно и одинаково связано в длительность. Аристотель понимал эту специфику, отмечая, что «время и непрерывно через «теперь», и разделяется «теперь»»[104]. Между любыми моментами «теперь» существует длительность, подобно тому как между двумя точками — линия.

Подобное рассмотрение времени, в аналогии с пространством, весьма общо и абстрактно; уже на первых шагах вскрывается ограниченность подхода, и мы сталкиваемся со значительными трудностями. Так, встает вопрос о реальности самого времени при анализе процесса становления, при анализе соотношения и реальности трех видов времени — прошлого, настоящего и будущего. Получается парадоксальная ситуация: прошлое уже не существует, будущего пока еще нет. Этим уже не существующим и еще не существующим временам противостоит настоящее, которое суть «теперь» (временной аналог математической точки), лишенная временной длительности граница между несуществующими прошлым и будущим. Как видим, попытка анализировать процесс становления в рамках абстрактно-математического подхода приводит к элиминации времени, что вполне естественно, ибо подобный сугубо внешний подход статичен,— математические объекты неподвижны[105]. В подобном подходе мир предстает вне движения, он как бы уподобляется зеноновской стреле, движение которой лишь сумма покоя. Следует обратить внимание, что фактически элиминируется и сам мир — он реален лишь в настоящий момент «теперь».

Подобные представления были весьма характерны для философских систем древней Индии. Так, например, сарвастивадины развивали учение о том, что не существует длящегося бытия; в каждый отдельный момент времени (ксана) объект исчезает и появляется новый. Подобные идеи о дискретности времени были восприняты мыслителями арабского Востока. Так, мутакаллимы учили, что свободная божественная воля не только создала мир, но и непосредственно воздействует на все явления, постоянно вновь и вновь порождая их из

[104] *Аристотель.* Физика, стр. 96,

[105] Вечностью и неподвижностью наделяются математические объекты и у Платона (см. *Аристотель.* Метафизика, стр. 29).

небытия,— в подобной картине мира всевышний выступает как прототип Сизифа, в своем утомительно-бесконечном творении Вселенной, которая, просуществовав один момент времени, исчезает. Учение мутакаллимов аналогично брахмановской концепции о дне и ночи всевышнего, как творении и разрушении,— отличие лишь в том, что ночь и день Брахмана сокращены до «атома» времени, различие, если можно так выразиться, в интенсификации божественого творчества [106].

Причем если для древнеиндийских и арабских учений подобная концепция, как правило, выступала как завершенная система взглядов [107], то у Аристотеля она рассматривалась лишь как первое приближение в познании природы времени,— вскрывается ее несубстанциональность.

В дальнейшем анализе, переходя к рассмотрению взаимосвязи времени и движения, Аристотель убедительно показывает, что время не есть и само движение, хотя оно и не мыслимо, не существует вне движения, вне динамики объективного мира.

Здесь уже намечаются основы динамического понимания времени, выход за границы абстрактно-математического рассмотрения, в котором время фактически сводится к одномерному пространству континуальной математики.

В ходе дальнейшего развития динамического подхода Аристотель отмечает, что «мы и время распознаем, когда разграничиваем движение, определяя предыдущее и последующее, и тогда говорим, что протекло время, когда получим чувственное восприятие предыдущего и последующего в движении». И далее: «Когда же есть прежде и после, тогда мы говорим о времени, ибо время есть не что иное, как число движения по отношению к предыдущему и последующему. Таким образом, время не есть движение, а является им постольку, поскольку

[106] Подробнее см. *М. Маймонид.* Путеводитель колеблющихся.— В кн.: *С. Н. Григорьян.* Из истории философии Средней Азии и Ирана VIII—XII вв. М., 1960.

[107] Необходимо, однако, отметить древнеиндийское учение калавада (так называемая философия времени), для которого характерны высокоразвитые представления о времени (см. *Ф. И. Щербатский.* Теория познания и логика по учению позднейших буддистов, ч. 2. СПб., 1909, стр. 50).

движение имеет число»[108]. Подобное рассмотрение приводит Аристотеля к следующему выводу: быть во времени, значит измеряться временем.

Здесь же необходимо отметить еще один весьма тонкий аспект времени, вскрытый Аристотелем. В процессе своего исследования он приходит к выводу, что пространство, время и движение непрерывны, «так как ни время не слагается из «теперь», ни линия из точек, ни движение из моментальных перемещений»[109].

Однако, что очень важно, Аристотель, предвосхищая позднейшие концепции естествознания XVII—XVIII вв., рассматривая движение как точечное соотношение определенного места, занимаемого перемещающимся телом, определенному «теперь», улавливает и другой, не менее важный момент. А именно: в неделимом «теперь» нет ни движения, ни покоя. Если бы было движение, то для разных скоростей нужно было бы на ту же пространственную величину по-разному делить время, но «теперь» величина неделимая. Что же касается покоя, то он имел бы место, если бы тело находилось в данной точке «теперь» и прежде, чего в случае перемещения тела не бывает.

Тем самым Аристотель, фактически не успев дать абстрактно-математическое выражение движению, тут же намечает выход за его ограниченные рамки, поднимаясь в методологическом отношении выше естествознания XVII—XVIII столетий в понимании пространства, времени и движения.

В учении Аристотеля присутствует еще один аспект концепции пространства, времени и движения, который может быть назван физическим: он связан с проблемой измерения (но не счета, которому не подвержены объекты, наделенные свойством бесконечной делимости). Проблема измерения пространства, времени и движения непосредственно связана с понятием меры. При подобной постановке проблемы с неизбежностью приходится оперировать определенными неделимыми величинами. Подобная ситуация обусловлена тем, что «мерою и началом является нечто единое и неделимое, ибо и при измерении линий мы пользуемся, как неделимой, тою,

[108] *Аристотель.* Физика, стр. 95.
[109] Там же, стр. 122.

в которой один фут: всюду для меры мы ищем что-нибудь единое и неделимое, а таково то, что является простым или по качеству, или по количеству»[110].

Таким образом, принимая бесконечную делимость, под которой понимается непрерывность пространства, Аристотель все же вынужден одискречивать его в физической проблематике, вводя масштабные единицы[111]. При этом он исходит из потребностей, выражаясь современным языком, физического эксперимента, из необходимости измерений, что связано с введением определенной меры, нечто наименьшего, простого и неделимого,— это аспект внешней дискретности пространства, ибо мы сугубо внешним образом накладываем на него ту или иную масштабную сетку.

Аналогичная ситуация и со временем, хотя наименьшую неделимую величину, меру времени, Аристотель берет из природы. Так, любое движение измеряется простым и наиболее быстрым, так как оно «занимает» наименьшее время,— движением небесной сферы, которое выступает как мировое, абсолютное время[112]. Это абсолютное время выступает мерой всех остальных времен, которые соответствуют движениям менее быстрым. В этом соотношении проглядывается предтеча проблемы абсолютного и относительного времени, которая характерна для концепций, начиная от средневековых номиналистов до Ньютона[113].

В заключение отметим, что Аристотель, хотя и выступал против атомистики, тем не менее относился к

[110] *Аристотель.* Метафизика, стр. 165.

[111] В отличие от атомистов, которые вводили абсолютный минимум — амер, Аристотель разбирает минимумы относительные.

[112] См. *Аристотель.* Метафизика, стр. 166.

[113] Представляет интерес учение Аристотеля о движении, его динамика, которая охватывала самый широкий спектр изменений в природе. В основе классификации движений фактически лежит диалектика прерывности и непрерывности, что отражено в соотношении, с одной стороны, пространственного (φορά) и количественного (αὔξησις) движений, которые характеризуются непрерывностью, а с другой субстанциального (γένησισ и φθορά) и качественного (ἀλλοιωσις) движений, которые дискретны. Так, относительно последнего, т. е. качественного, движения Аристотель писал, что «если изменяющееся делимо до бесконечности, это не значит, что делимо и качественное изменение, но оно часто происходит сразу, как, например, замерзание» (*Аристотель*, Физика, стр. 174).

учению Демокрита с большим вниманием и уважением, многое он воспринял у смеющегося Абдерита. Очень интересны некоторые места из работы Аристотеля «О возникновении и уничтожении» (которая до сих пор не переведена на русский язык), где он творчески разбирает критическую аргументацию Демокрита, направленную против принятия бесконечного деления. Он пытается выяснить, что же остается, если тело действительно будет повсюду разделено. Мы приведем небольшой отрывок из этой работы, дабы проиллюстрировать тонкость проблематики и глубину античного анализа.

«Что [от него] останется? Величина? Но это невозможно, так как [в этом случае] останется что-то еще не разделенное, а [согласно предположению] тело было делимо повсюду. Если же не будет ни тела, ни величины, а только деления [т. е. границы при делении], то или оно будет состоять из точек, и то, из чего оно состоит, будет непротяженно, или совсем ничего [не останется], так что окажется, что тело возникло и состоит из ничего, тогда и целое не что иное, как видимость. Равным образом, если величина состоит из точек, она не может быть протяженной»[114]. Здесь, как и в других работах, Аристотель выступает против актуальной бесконечности. Причем возражения Аристотеля против реальности актуальной бесконечности сводятся к предпосылке, заключающей в себе petito principii, к предпосылке о существовании лишь конечных чисел, на что справедливо указал Г. Кантор[115]. Однако позиция Аристотеля была вполне оправданной в том смысле, что в его время сама идея о возможности счета на бесконечных множествах показалась бы просто абсурдной.

Выход из парадоксов континуума Аристотель искал не в атомистике (хотя и развивал учение о физических минимумах — minima naturalia[116], как пределах, за которыми объект утрачивает свою качественную определенность), или актуальной бесконечности, а в идее потен-

[114] См. *С. Я. Лурье*. Демокрит, стр. 231—232.

[115] *Г. Кантор*. Основы общего учения о многообразиях.—«Новые идеи в математике», № 6. СПб., 1914, стр. 18.

[116] См. *Аристотель*. Физика, стр. 15. В. П. Зубов справедливо трактует это учение Аристотеля как компромисс с атомистической теорией (см. *В. П. Зубов*. Развитие атомистических представлений до начала XIX века, стр. 57).

циальной бесконечности и в методах континуальной математики[117].

Заканчивая краткое исследование проблемы прерывности и непрерывности пространства и времени в античной философии, хочется привести замечание С. Я. Лурье (пусть несколько запальчивое), что «все сколько-нибудь плодотворные и интересные попытки обоснования науки, начиная с арабо-европейских ученых и кончая поколением Кеплера и Кавальери, сознательно возвращались от Аристотеля с его непрерывностью к Демокриту и Эпикуру с их математическим атомизмом»[118].

[117] Интересное исследование этих проблем читатель может найти в работах: *A. E. Taylor*. Aristotle's Doctrine of Space in Commentary on Platos Timaus. Oxford, 1928; *A. Edel*. Aristotle's Theory of the Infinite. N. Y., 1934 и др.

[118] *С. Я. Лурье*. Теория бесконечно малых у древних атомистов, стр. 7.