
Судьбы атомизма в современном естествознании и структурный реализм*

Е.А. МАМЧУР

В статье рассматривается платоновская (математическая) версия античного атомизма, во многом предвосхитившая идеи современной физики. Автор связывает платоновский атомизм с так называемым *структурным реализмом* – наиболее защищенной в современной философии науки концепцией реализма. Опираясь на концепцию структурного реализма, удалось ослабить позиции аргумента “пессимистической индукции” и внести заметный вклад в разрешение проблемы рациональной реконструкции процесса смены теорий. В статье высказывается предположение, что установление связи между структурным реализмом и платоновским атомизмом позволит вывести последний из разряда натурфилософских концепций, поместив его в сферу рациональных дискуссий о строении бытия.

The article deals with Plato’s (mathematical) version of antique atomism which in many respects anticipated the ideas of modern physics. The author connects mathematical atomism with the so-called structural realism – which is now considered by many philosophers of science as the most defensible form of scientific realism. The concept of structural realism has made it possible to undermine the argument of “pessimistic induction” and to bring a significant contribution to the rational reconstruction of the procedure of theory-change. It is supposed that the association of structural realism with Plato’s atomism would make it possible to take out the latter from the sphere of natural philosophy and to place it in the frames of rational discussions on the structure of being.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: платоновский атомизм, структурный реализм, аргумент пессимистической индукции, рациональная реконструкция, процедура смены теорий, генеративная укорененность.

KEY WORDS: Plato’s (mathematical) atomism, structural realism, argument of pessimistic induction, rational reconstruction, theory-change, generative entrenchment.

В дискуссии по поводу происхождения гипотезы атомизма, развернувшейся на круглом столе “Атомизм и алфавитный принцип” [Атомизм 2014] главный акцент делался на

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФНФ, проект № 13-03-00547 – “Атомизм и мировая культура”. The project is supported by RFH, grant No 13-03-00547, “Atomism and World Culture”.

© Мамчур Е.А., 2015 г.

культурных факторах. Наиболее интригующей и интересной является лингвистическая гипотеза, согласно которой идея атома могла возникнуть лишь в той культуре, где уже существовала алфавитная письменность. Если иметь в виду античный атомизм, то эта идея может быть истолкована так: подобно тому как из ограниченного количества букв могут быть образованы все слова того или иного языка, а значит и все тексты, из мельчайших частиц материи могут состоять предметы, вещи и вся материальная реальность. На самом деле, как признают многие авторы, и прежде всего сам Аристотель, существовали две основные разновидности античного атомизма – субстанциалистская (атомизм Демокрита и Левкиппа) и математическая (платонистская). См.: [Гейзенберг 1989], а из новейших работ – [Солопова 2011]. В первой части статьи мы коснемся субстанциалистского атомизма Демокрита. Платоновский (математический) атомизм будет рассмотрен во второй части статьи в связи с концепцией структурного реализма.

Как показывает В.Г. Лысенко, лингвистическая гипотеза может играть определенную роль в объяснении происхождения не только античного, но и индийского атомизма, поскольку обе эти древние культуры связаны единым индоевропейским языковым субстратом [Лысенко 2011, 99–112]. Хотя в случае Индии письменность не играла парадигмальной роли, тем не менее именно там были выработаны первые научные классификации звуков-фонем на основании их артикуляционных признаков [Лысенко 2014, 21]. Вместе с тем, известно, что другие культуры и цивилизации индоевропейского языкового ареала не выдвинули собственной атомистической программы. Так что естественно предположить, что “язык – это необходимое, но недостаточное условие” для решения вопроса о происхождении атомизма [Лысенко 2011, 104].

Важно подчеркнуть, что если и можно говорить о связи между атомизмом древних цивилизаций и атомизмом современного естествознания, то речь нужно вести именно о древнегреческом атомизме. В отличие от индийской, китайской и других культур, где наука как система естественнонаучного знания, аналогичная науке Нового времени, не возникла, древнегреческий атомизм представлял собой “научную” гипотезу, поскольку он был одним из натурфилософских представлений античности о строении природы. При реконструкции генезиса античного атомизма о внутринаучных факторах забывать никак нельзя. Несмотря на несомненное воздействие на развитие науки социальных и культурных факторов, существует внутренняя логика развития научного знания, его внутренняя история, относительно независимая от истории его социокультурного окружения.

Гипотеза атомарного строения материи является важнейшей идеей современной физики, а поскольку физика лежит в основании науки о природе, то и всех наших представлений о материальном мире. В некоторых областях физического познания, таких как физика частиц и физика микромира, гипотеза атомарного строения материи играет ключевую роль. Конечно, современный атомизм отличается от античного. Атомами современной физики считаются не те объекты, которые назывались так в античности, а то, что сейчас называют элементарными частицами, такие как электрон, протон, нейтрон, мезон. Сущности, которые в XVII в., в эпоху становления науки Нового времени, называли “атомами” на самом деле были частями химических элементов, и как позднее выяснилось, оказались делимыми и обнаружили сложную структуру.

Как и атомы древних греков, элементарные частицы современного естествознания не имеют цвета, запаха, вкуса. Античные атомы обладали свойством существования, движения, имели форму и пространственное протяжение. Они могли двигаться и занимать различное положение в пространстве, и только благодаря этому приобретали свойства, восприимчивые нашими органами чувств.

Атомы Демокрита были неделимыми. Такими же неделимыми являются и современные “атомы” – элементарные частицы. Среди них есть так называемые “фундаментальные” частицы – лептоны и кварки – до сего времени не обнаружившие признаков существования у них внутренней структуры. Именно они в последнее время считаются последними “кирпичиками материи”. Другие элементарные частицы, такие как мезоны и нуклоны, имеют внутреннюю структуру (они состоят из кварков), но также считаются неделимыми: они не могут быть разложены на части из-за особого рода связей, не позво-

ляющих кваркам находиться в свободном состоянии (явление конфайнмента). Попытаться разбить их можно, только сталкивая их (при колоссальных энергиях столкновения) с другими элементарными частицами. В этих столкновениях появляется много новых частиц, но они представляют собой не составные части сталкивающихся частиц, а являются новыми частицами. Происходит превращение одних частиц в другие.

Возвращаясь к идее внутренней логики развития науки, можно отметить, что в Древней Греции идея атома была сформулирована ввиду необходимости рационально понять и объяснить мир. Античные атомисты стремились преодолеть господствующее в их времена мировоззрение элеатов. Они не принимали основной принцип элеатов – Парменида, Зенона, Ксенофанта, Мелисса – постулирующих, что бытие едино и неподвижно. Они спрашивали: если нет движения в теории, как можно объяснить тот факт, что мы видим, ощущаем и наблюдаем движение, что оно очевидным образом существует в природе? Атомисты отрицали и утверждения элеатов о неделимости бытия. Аристотель, сформулировавший континуалистские представления о мире и выступивший главным оппонентом концепции атомизма, говорит, что Мелисс “на этом основании и доказывает, что все неподвижно, ибо если оно будет двигаться, должна быть <...> пустота, а пустота не принадлежит к числу существующих вещей” [Аристотель 1981, 135].

Аристотель критиковал атомистов за то, что они исходили из признания пустоты. Пустота (как и атомы) была необходима атомистам для того, чтобы обосновать наличие движения. И это действительно был выход из положения. Но доводы атомистов никак не могли убедить Стагирита. Критикуя атомистов, Аристотель утверждал, что пустота для движения вовсе не нужна. С его точки зрения пустота как раз и препятствовала бы самой возможности движения. “При [более тщательном] рассмотрении для признающих пустоту как нечто необходимое, поскольку существует движение, получается скорее обратное: ни один [предмет] не может двигаться, если имеется пустота. Ведь подобно тому как, по утверждению некоторых, Земля покоится вследствие одинаковости [всех направлений], так необходимо покоиться и в пустоте, ибо нет оснований двигаться сюда больше, сюда меньше: поскольку это пустота, в ней нет различий” [Аристотель 1981, 138].

Аргумент необязательности существования пустоты для движения тел Стагирит использовал и при обосновании своего знаменитого утверждения, согласно которому скорости свободно падающих тел зависят от их тяжести (массы). (Это положение в Новое время было опровергнуто Галилеем, утверждавшим, что скорости, точнее, ускорения всех падающих тел равны.) Наблюдая за телами, падающими свободно в воздушной среде, Аристотель объясняет их движение так: более тяжелые тела падают быстрее, потому что они легче раздвигают воздушную среду по сравнению с более легкими [Аристотель 1981, 398]. Размышляя о том, как бы вели себя тела, падая в пустоте, где нет сопротивления среды, он приходил к верному выводу, что в пустоте все тела падали бы с равной скоростью. “Но это невозможно”, – восклицал он [Аристотель 1981, 141]. Сам Аристотель не объяснил, почему это невозможно. Одно можно сказать: Аристотель полагал, что это невозможно, не потому, что он не верил в существование пустоты. Напротив, невозможность для тел разной массы падать с одинаковой скоростью в пустоте служила у него аргументом в пользу отрицания пустоты. По-видимому, он имел в виду уже цитировавшийся выше аргумент (имеющий антропоморфный привкус), согласно которому в пустоте нет оснований двигаться сюда больше, сюда меньше.

По Аристотелю, для того чтобы обосновать возможность движения и показать, что движение как перемещение тел относительно места существует, совсем не нужно вводить понятие пустоты, а значит, и понятие атома. “Нет никакой необходимости, если существует движение, признавать пустоту; для всякого движения вообще – это просматрел и Мелисс – ни в коем случае, так как качественно изменяться может и наполненное тело. Но это относится также и к движению по отношению к месту, так как тела могут уступать друг другу место одновременно, даже при отсутствии промежутка, существующего наряду с движущимися телами. <...> Возможно также и уплотнение тела не путем вхождения в пустоту, а вследствие вытеснения находящегося внутри (например, при сдавливании водой находящегося внутри воздуха); возможно и увеличение не только за счет вхождения в

тело чего-нибудь, но и путем качественного изменения, например, если из воды возникает воздух” [Аристотель 1981, 137].

Тем не менее, несмотря на критику Аристотеля, в становлении физики Нового времени идеи Демокрита и Левкиппа оказались более востребованными, нежели континуализм Стагирита. Следует оговориться, однако: они не были *источником* современного атомизма. От такой трактовки роли античного атомизма предостерегал в свое время В. Гейзенберг: “С первого взгляда все это может выглядеть так, как будто греческие философы благодаря гениальной интуиции пришли к таким же или по крайней мере сходным результатам, к которым мы продвинулись в новое время после нескольких веков труднейшей работы в области эксперимента и математики. Но такое толкование нашего сравнения несло бы в себе опасность грубого непонимания” [Гейзенберг 1989, 38].

Атомистические представления современной физики не были *заимствованы* из натурфилософии античности. Они сложились самостоятельно и опять-таки под влиянием внутринаучных факторов. Одним из них были результаты экспериментальной деятельности в физике. Другим – влияние метафизической идеи существования последних кирпичиков материи. То, что называлось “атомом”, обнаружило свое сложное строение. Появились ядро атома, в состав которого входили нейтрон и протон, и вращающиеся вокруг них электроны (Планетарная модель атома Резерфорда). Под давлением экспериментальных данных на смену атому Резерфорда пришел атом Бора. Затем появился целый “зоопарк” частиц-атомов и т.д.

В отличие от атомов Демокрита и Левкиппа, элементарные частицы являются очень абстрактными сущностями. Они в принципе не наблюдаемы, они представляют собой теоретические конструкции. Нет никаких наглядных образов для их описания и представления: начать с того, что, согласно квантово-механическим представлениям, каждая элементарная частица является одновременно и корпускулой, и волной. Невозможно представить себе такой объект, потому что свойства волны и частицы являются взаимоисключающими и одновременно взаимодополнительными. Более того, элементарные частицы являются не только ненаблюдаемыми и непредставимыми. Ставится вопрос: существуют ли они вообще? Мы не должны забывать, что атомизм – это гипотеза.

Критерии существования элементарных частиц

Существует различие между понятием реальности и концепциями реализма. Реальность – это то, что существует. Концепции реализма – это учения о *критериях существования* ненаблюдаемых объектов. Можно говорить о нескольких концепциях реализма, различающихся предлагаемыми в них критериями существования ненаблюдаемых объектов. Одна из них – так называемый “стандартный научный реализм”. Эта концепция была разработана в 1960-х гг. такими философами, как У. Селларс, Г. Максвелл, У. Салмон, Дж. Смарт и др., в противовес доктрине логического позитивизма о статусе теоретического в научном познании. В 1980-х гг. ее продолжали разрабатывать Р. Бойд, Х. Патнэм, У. Ньютон-Смит и другие западные философы науки. *С позиции стандартного научного реализма следует считать реальными те теоретические объекты, которые постулируются в качестве существующих наиболее успешной научной теорией.* Именно они выступают, согласно У. Куайну, онтологическими сущностями теорий.

Такое понимание реальности принимается не только авторами и сторонниками философской концепции “научного реализма”. Независимо от профессиональных философов многие ученые-естествоиспытатели, размышляющие над тем, насколько реальны те теоретические сущности, с которыми они имеют дело в разрабатываемых ими теориях, пришли к тем же взглядам.

В том, что в данном случае совпадают мнения естествоиспытателей и философов науки, нет ничего удивительного: философская концепция “научного реализма” обобщает то, что на самом деле происходит в науке, и стремится усовершенствовать методы научного познания. Ее сторонники строят *теорию* реализма, проверяя ее на данных истории науки и современной научной практики.

После всего сказанного может показаться: определить, что в науке реально, а что нет, довольно легко: смотри, что говорит тебе современная наиболее успешная теория, и ты получишь ответ. Однако условие реальности, предлагаемое философской концепцией “стандартного научного реализма”, являясь необходимым, не является достаточным. Дело в том, что обычно в научной практике для объяснения имеющегося эмпирического материала выдвигается не одна, а две, три (иногда больше) теоретических концепции. Эти концепции эмпирически эквивалентны: все они в одинаковой степени хорошо подтверждаются эмпирическими данными, но при этом формулируют разные онтологии и предлагают разные объяснения природы и поведения ненаблюдаемых сущностей. Встает вопрос: какая из этих онтологий действительно верна? Как выбрать между ними? В зарубежной философии науки это явление объясняется недоопределенностью (underdetermination) теории эмпирическими данными: помимо эмпирического в теории есть некоторое сверхэмпирическое содержание, утверждающее нечто о ненаблюдаемых сущностях и скрытых причинах, ответственных за наблюдаемое поведение объектов.

Как справляется с этой трудностью сама наука? И как это отражается в концепции “научного реализма” философов науки? В данном случае опять-таки и ученые, и сторонники стандартного научного реализма единодушно говорят: должна выбираться та теория, которая не только объясняет весь имеющийся в наличии эмпирический материал (на это способны все выдвинутые теории, поскольку они эмпирически эквивалентны), но которая делает оправдывающиеся предсказания. Вот как об этом пишет известный физик-теоретик, один из авторов теории суперструн Б. Грин: “Мы выбираем в качестве проводника надежные данные и математику и ищем наиболее простые, однако самые многообещающие теории, способные объяснить и предсказать результаты современных и будущих экспериментов” [Грин 2009, 11].

Однако здесь снова есть загвоздка. Из истории научного познания известны случаи, когда успешные предсказания делались на основе теоретической концепции, впоследствии оказавшейся неверной. В качестве примеров приводят геоцентрическую концепцию Птолемея, теорию эфира, калорическую теорию тепла. Один из аргументов, выдвигаемых для преодоления этой трудности, – критерий новизны предсказываемого явления. Было выдвинуто уточнение, согласно которому наиболее успешной является теория, которая не просто делает оправдывающиеся предсказания: эти предсказания должны касаться фактов или явлений, которые до сих пор не были известны науке.

Какие бы предсказания ни делались на основе, скажем, птолемеевой теории, это были ожидаемые явления, которые нужно было объяснить в рамках существующей теории. Объяснение фактически давалось уже задним числом. Недаром основной метод птолемеевой концепции, да и вообще науки того времени, окрестили *методом спасения явлений*.

Так что установление того, существует ли та или иная ненаблюдаемая сущность – в данном случае элементарная частица, “атом” современной физики, – дело непростое. Все предложенные концепции излишне пантеоретичны. В этой связи очень убедительно в свое время прозвучала концепция канадского философа науки Я. Хакинга [Хакинг 1998]. Он попытался преодолеть существующий в западной философии науки пантеоретизм и обратил внимание на самостоятельную роль, которую играет экспериментальное начало в науке. С точки зрения этой концепции критерием реальности того или иного теоретического объекта выступает возможность манипулировать им, используя его для получения некоторых других реальных эффектов. Например, основанием для утверждений о реальности такого ненаблюдаемого объекта, как электрон, служит то, что электроны можно распылять и напылять на различные поверхности.

В поддержку позиции Хакинга (его концепцию называют *экспериментальным реализмом*) можно привести много других примеров. Так, доказательством того, что элементарная частица действительно существует, может служить то, что при соударении ее с другими частицами (например, в современных суперколлайдерах) она порождает много новых частиц.

Критерий Хакинга действительно отражает то, что делается в экспериментальном естествознании. Но хотя этот критерий является весьма продуктивным для решения проблемы реальности ненаблюдаемых объектов, он не является достаточным. Применяя его, мы можем выделить из тех объектов, которые постулируются теорией, те, которые действительно существуют. Но все, что мы можем вместе с Хакингом сказать о них, – это только то, что “существует нечто”. Без теории мы не можем сказать ничего о свойствах и природе тех или иных ненаблюдаемых сущностей. Для того чтобы узнать что-либо о свойствах электрона, мы должны будем опять-таки обратиться к теории. В настоящее время такой теорией будет физика элементарных частиц. Только она может нам сказать, какими свойствами и характеристиками обладает существующее “нечто”.

Новая угроза атомизму

Тем не менее понятие успешной теории, дополненное критерием новизны предсказания, адекватно реальному познавательному процессу в качестве подтверждения реальности элементарных частиц. Казалось бы, наконец-то все в порядке. Можно успокоиться и провозгласить атомы современной физики реально существующими. Однако это далеко не так. Допустим, мы остановили свой выбор на наиболее успешной теории, учтя при этом фактор абсолютной новизны предсказанного явления. Можем ли мы с уверенностью утверждать, что постулированные такой теорией онтологические объекты действительно существуют? Увы, нет, поскольку здесь встает другая, еще более серьезная трудность – смена фундаментальных теорий (научных парадигм), сопровождающаяся радикальными изменениями в научном познании, в процессе которых онтология старой теории *замещается* онтологией новой. Такая смена, согласно многим исследователям науки, означает, что старая онтология была просто неверна, несмотря на эмпирическую успешность теории, и то, что мы считали реальным, на самом деле не было таковым, оно не существовало. Если это так, то не ждет ли такая же судьба и нашу ныне успешную онтологию? Аргумент смены теорий – это очень серьезный аргумент против стандартной версии “научного реализма”. Во всяком случае, перед лицом этого аргумента даже усовершенствованная версия стандартного научного реализма испытывает серьезные трудности.

Аргумент замещения онтологии иногда называют “аргументом пессимистической индукции”. В процессе научных революций он ставит под угрозу не только стандартный научный реализм, но и возможность преемственности в развитии научного знания, существование кумулятивного аспекта в развитии науки. Чтобы спасти саму возможность реалистической трактовки когнитивного процесса, а также рациональной реконструкции переходных периодов в развитии научного знания, многие философы науки обратились к уже существовавшей, но несколько подзабытой концепции *структурного реализма*. Рассмотрим эту концепцию немного подробнее.

Структурный реализм

В настоящее время структурный реализм необычайно популярен. Существует много версий этой концепции и огромная литература, посвященная ей. Суть структурного реализма – в утверждении, что замещение (в процессе научных революций) онтологии старой теории новой еще не означает, что старая теория не содержала в себе ничего реального. Также это замещение еще не означает, что в науке нет преемственности. Отрицая реальность (субстанциалистской) *онтологии* теорий, структурный реализм допускает реальность *структурных отношений* теоретических систем: согласно рассматриваемой концепции, в процессе смены теорий сохраняются математическое и структурное содержание старой теории.

Структурный реализм была введен в современную философию науки Дж. Уоррелом [Уоррелл 1989]. Сам Уоррелл в качестве своих прямых предшественников упоминает

А. Пуанкаре, Б. Рассела, Э. Кассирера. Я бы расширила этот список предшественников и начала бы его по крайней мере с Платона. Ведь утверждая, что мир есть число, Платон и пифагорейцы фактически были структурными реалистами: реальными для них были математические сущности и отношения (в числе которых были математические симметрии). Среди структурных реалистов несомненно был и В. Гейзенберг. Размышляя о путях дальнейшего развития современной физики частиц, Гейзенберг писал: “Как Коперник и Галилей в своем методе отказались от дескриптивной науки Аристотеля и обратились к структурной науке Платона, так и мы, возможно, вынуждены в наших понятиях оставить атомистический материализм Демокрита и обратиться к идеям симметрии, имеющимся в философии Платона” [Гейзенберг 1987, 240]. В работе “Квантовая теория и истоки учения об атоме” Гейзенберг так обосновывал мысль о необходимости перехода от демокритовской версии атомизма к пифагорейско-платоновской: “Сходство воззрений современной физики с воззрениями пифагорейцев простирается еще дальше (по сравнению с атомизмом Демокрита-Левкиппа. – *Е.М.*). Элементарные частицы, о которых говорится в диалоге Платона “Тимей”, – ведь это, в конце концов, не материя, а математические формы. Все вещи суть числа”, – положение, приписываемое Пифагору. “Единственными математическими формами, – продолжает Гейзенберг, – известными в то время, являлись геометрические и стереометрические формы, подобные правильным телам и треугольникам, из которых образована их поверхность” [Гейзенберг 1989, 36].

Может возникнуть вопрос: так ли уж атомизм Демокрита отличен от атомизма Платона? Ведь и атомы Демокрита не выполняли в познании никакой другой функции помимо фиксации дискретной структуры материи. Они были лишены каких-либо других свойств – цвета, запаха, вкуса, и вообще говоря, мало чем отличались от треугольников и многогранников – кубов, октаэдров, икосаэдров, додекаэдров Платона и пифагорейцев. Все это верно, но есть очень существенное отличие атомов Демокрита от платоновских треугольников: в противоположность “математическим атомам” Платона, атомы Левкиппа и Демокрита субстанциальны.

Математическими формами Гейзенберг считал и квантовые объекты. “В современной квантовой теории едва ли можно сомневаться в том, что элементарные частицы в конечном счете суть математические формы, только гораздо более абстрактной и сложной природы” – по сравнению с треугольниками и геометрическими телами атомизма Платона [Гейзенберг 1989, 36]. В другом месте немецкий физик уточняет эту мысль: «Если хотят дать точное описание элементарной частицы (здесь мы делаем ударение на слове “точное”), то единственное, что может быть пригодно для этого описания, – это функция вероятности» [Гейзенберг 1989, 36] – то есть также математический объект.

И в современной науке сильные позиции структурного реализма. Известный философ науки Цао Ю Тьян ссылается на физика Рудольфа Гаага, который говорит, что в контексте квантовой теории поля основная функция понятия частицы состоит только в том, чтобы обозначить структуру заряда, а понятия поля – в том, чтобы зафиксировать локальную природу взаимодействий [Цао 1999, 30]. Таким образом, он фактически элиминирует субстанциалистскую онтологию квантовой теории поля и исповедует структурный реализм.

В настоящее время структурный реализм разрабатывается тем же Дж. Уорреллом, Цао Ю Тьяном, А. Чакраварти, Д. Маккартуром, Г. Максвеллом, Дж. Лэдименом и многими другими. Существуют две версии этой концепции: эпистемическая и онтическая [Лэдимен 1998]. Согласно эпистемической, мы никогда не сможем постичь природу ненаблюдаемых сущностей; они представляют собой квантовые вещи в себе, ноумены. То, что мы действительно можем познать, – это структурные отношения между вещами. Представители онтической версии идут дальше и утверждают, что ненаблюдаемые сущности не только непознаваемы: они просто не существуют. Есть только отношения, но нет вещей. Некоторые исследователи принимают такую экстравагантную точку зрения, другие подвергают ее резкой критике.

Концепция структурного реализма в определенном смысле спасает идею преемственности научного знания и даже идею кумуляции знания. Пусть онтология старой

теории замещается новой онтологией, но нечто сохраняется, сохраняются структурные отношения. Уоррелл поясняет это, беря в качестве примера переход от френелевской теории эфира к максвелловской теории электромагнитного поля в оптике XIX в. С позиции стандартного “научного реализма” при переходе от первой теории ко второй преемственность в физическом познании нарушалась. Ведь на смену понятия твердого упругого эфира Френеля вместе с максвелловской теорией приходила совершенно другая онтология. Уоррелл, однако, убедительно демонстрирует, что на самом деле это не так: “Существовал важный элемент непрерывности в переходе от Френеля к Максвеллу, и это было значительно большим, по сравнению с простым перенесением в новую теорию проверенного опытом эмпирического содержания старой; в то же время это было значительно меньшим, чем перенесение в новую теорию полного теоретического содержания старой теории или целостных теоретических механизмов (даже в приближительной форме) <...> Это была аккумуляция знания, которая осуществлялась несмотря на смену теорий, но это была непрерывность одной из форм структуры, а не содержания” [Уоррелл 1989, 117]. В качестве такой формы структуры Уоррелл указывает на колебания среды. В случае с теорией Френеля это были колебания эфира, тогда как у Максвелла – колебания электромагнитного поля.

Так что по отношению к научному знанию, взятому в развитии, плодотворность структурного реализма в рациональной реконструкции реальной истории науки не вызывает сомнений. Анализ этой истории показывает, что при смене теорий некоторые математические структуры и уравнения действительно сохраняются. Этот момент нашел свое отражение, в частности, в сформулированном Н. Бором “принципе соответствия”. Бор возвел в ранг методологического принципа подмеченную им особенность перехода от классического к квантовому описанию реальности. Дальнейшую разработку боровский принцип соответствия получил в работах отечественного методолога И.В. Кузнецова [Кузнецов 1948], а также польского философа науки В. Краевского [Краевский 1977]. Кузнецов демонстрирует эффективность этого принципа, анализируя отношения между классической и квантовой механикой; классической механикой и ОТО; классической статистической теорией и квантовой статистикой; волновой и геометрической оптикой. Он формулирует общий принцип соответствия как закон развития физического познания. Суть этого закона в том, что “Математический аппарат новой теории, содержащий некоторый характеристический параметр, имеющий различные значения в новой и старой теориях, при определенных значениях этого параметра переходит в математический аппарат старой теории” [Кузнецов 1948, 56]. Сохраняется ли при этом что-то от старой онтологии или она меняется полностью – вопрос интересный и требующий дальнейшего осмысления. Но математические структуры действительно сохраняются.

Все это прекрасно. Я – за эпистемический структурный реализм. Тем более что он близок стандартному научному реализму, если применить эту концепцию к ненаблюдаемым сущностям. Что касается онтического структурного реализма, то он, как представляется, справедливо подвергается серьезной критике. Как могут существовать отношения между объектами или вещами, если нет вещей? Онтический структурный реализм наносит очень чувствительный удар по наглядным представлениям классической науки. Что же, значит, реальны только математические структуры, а столь привычных нам объектов как элементарные частицы (пусть в теории суперструн они и заменены на протяженные объекты – струны), в действительности не существует? Неужели термины, обозначающие ненаблюдаемые сущности современной физики, не имеют референтов и являются только “местодержателями” в структуре теоретического знания современной физики? Мысль шокирующая, противная нашему сознанию. Но, конечно, это еще не значит, что она неверна.

Противники структурного реализма, особенно его онтической версии, пытаются противопоставить этому способу решения проблемы преемственности научного знания и обоснования возможности кумуляции знания другие, менее радикальные и вместе с тем плодотворные идеи. Одна из них была выдвинута американским философом науки У. Вимсагтом. Он сформулировал концепцию *порождающей (генеративной) укоренен-*

ности (*Generative Entrenchment*) теоретических сущностей. Эта идея призвана заменить идею “замещения” онтологии более щадящими и более реалистичными (по сравнению с онтическим структурным реализмом) идеями. Генеративная укорененность сущности в сложной теоретической системе есть мера того, сколь многое в старой теории зависит от присутствия или активности этой сущности. Сущности с более высокой степенью генеративной укорененности не замещаются в процессе смены теорий. Они сохраняются, оказываясь более консервативными в эволюционных изменениях системы – старой и вновь складывающейся системы знания. Таким образом, генеративная укорененность действует как мощное и конструктивное ограничение направления развития эволюционного процесса в познании [Вимсатт 1986, 185–208].

Но и эпистемическая версия структурного реализма сталкивается с трудными проблемами. Одна из них: как из теоретических и математических структур получаются крупномасштабные тела (такие как столы и стулья)? У Демокрита они получались при движении, соединении и разъединении материальных атомов. А если в основу будут положены математические отношения, неясно, как они могут приобрести статус материальных макрообъектов. Возможно, такие вещи осуществимы, но как?

В концепции платоновского атомизма (по крайней мере, в его интерпретации Гейзенбергом) эта проблема решается так. Платон соотносит открытые пифагорейцами правильные геометрические тела (многогранники) – куб, октаэдр, тетраэдр, икосаэдр и додекаэдр – с элементами Эмпедокла: землей, воздухом, огнем, водой и элементом, который ответствен за существование вселенной. Атомы Платона – это, собственно, и есть правильные многогранники. Однако, в отличие от атомов Демокрита, атомы Платона не являлись неделимыми. У Платона они конструируются из двух видов прямоугольных треугольников – равнобедренных и неравнобедренных. Соединяя их, Платон получал грани правильных пифагорейских тел. Многогранники можно разложить на треугольники, из которых можно получить другие правильные геометрические тела. Вот как это детализируется у самого Платона: “Все вообще треугольники восходят к двум, из которых каждый имеет по одному прямому углу и по два острых, но при этом у одного по обе стороны от прямого угла лежат равные углы величиной в одну и ту же долю прямого угла, ограниченные равными сторонами, а у другого – неравные углы, ограниченные неравными сторонами. Здесь-то мы и полагаем начало огня и всех прочих тел...” [Платон 1971, 495]. Согласно Платону, из треугольников образуются все четыре рода стихий. Три рода (огонь, вода, воздух) из неравнобедренных прямоугольных треугольников, и один род (земля) из равнобедренных прямоугольных треугольников [Там же, 496 и далее].

Казалось бы, естественно считать атомами Платона треугольники. Но, как уже говорилось, подлинными атомами у Платона выступают правильные многогранники пифагорейцев. Треугольники не являются частицами материи, потому что у них нет пространственного протяжения. Чтобы получить частицы материи, треугольники должны объединиться в правильные многогранники. Так что атомы Платона не являются последними кирпичиками материи. В качестве таковых в основе мироздания лежат математические формы. Что, заметим, близко по духу концепции структурного реализма.

Подводя итоги, можно сказать: пока рано говорить о том, что структурный реализм является завершенной теорией реализма. Перед этой концепцией встает не меньше трудностей, чем перед “стандартным научным реализмом”. Она помогает решить проблему преемственности научного знания. Но что касается проблемы реализма, то здесь до построения теории еще далеко, все находится в состоянии дискуссий и разработок. Окончательный вердикт по поводу судьбы и статуса атомизма все еще не вынесен.

Тем не менее представляется, что поиски связи между структурным реализмом и платоновским атомизмом будут способствовать выведению платоновско-пифагорейского атомизма из разряда натурфилософских концепций в сферу рациональных дискуссий о строении бытия. При условии, конечно, что сама концепция структурного реализма уцелеет и ее состоятельность будет доказана.

Можно высказать и более амбициозные ожидания: установление этой связи даст нам возможность приоткрыть завесу над проблемой непостижимой (как ее характеризовал

один из творцов современной физики Ю. Вигнер) эффективности математики в естественных науках [Вигнер 1960]. Эта проблема давно волнует физиков и математиков, но до сих пор не получила удовлетворительного решения. Можно выразить надежду на то, что исследование связи между структурным реализмом и платоновско-пифагорейским атомизмом поможет сделать эту эффективность более интеллигибельной, поскольку в лице структурного реализма можно усмотреть необходимое для решения проблемы метафизическое основание.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристотель 1981 – *Аристотель*. Физика // Аристотель. Соч. в 4 т. М.: Мысль, 1981. Т. 3.
- Атомизм 2014 – Атомизм и алфавитный принцип. Материалы “круглого стола” // Вопросы философии. 2014. № 6. С. 154–184.
- Вигнер 1960 – *Wigner E.* The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences // Communications in Pure and Applied Mathematics. No 1 (1960). P. 1–14.
- Вимсатт 1986 – *Wimsatt C.W.* Developmental Constraints, Generative Entrenchment, and the Innate-Acquired Distinction // Integrating Scientific Disciplines. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. P. 185–208.
- Гейзенберг 1987 – *Гейзенберг В.* Традиции в науке (пер. В.В. Бибикина) / *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. Сост. А.В. Ахутин. Общ. ред. Н.Ф. Овчинникова. М.: Прогресс, 1987.
- Гейзенберг 1989 – *Гейзенберг В.* Квантовая теория и истоки учения об атомах / *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. Пер. с нем. И.А. Акчурина, Э.П. Андреева. М.: Наука, 1989.
- Грин 2009 – *Грин Б.* Ткань Космоса. Пространство, время и текстура реальности. Пер. с англ. под ред. Б.Ш. Исханова, ред. В.О. Малышенко и А.Д. Панов. М.: URSS, 2009.
- Краевский 1977 – *Krajewskii W.* Correspondence principle and the growth of knowledge. Dordrecht: Reidel, 1977.
- Кузнецов 1948 – *Кузнецов И.В.* Принцип соответствия в современной физике и его философское значение. М.: Наука, 1948.
- Лысенко 2011 – *Лысенко В.Г.* Происхождение атомизма: лингвистическая гипотеза / Шабдапракаша. Зографский сборник. Выпуск 1. Ред. Я.В. Васильков, С.В. Пахомов. СПб.: ЛЕМА, 2011. С. 99–112
- Лысенко 2014 – *Лысенко В.Г.* Генезис учения об атомах как проблема языка и мышления / Вопросы философии. 2014. № 6. С. 9–28.
- Лэдимен 1998 – *Ladyman J.* What is structural realism? // Studies in History and Philosophy of Science 29 (1998). P. 409–424.
- Платон 1971 – *Платон*. Тимей / Платон. Соч. в 3 т. М.: Мысль, 1971. С. 455–543. Т. 3.
- Солопова 2011 – *Солопова М.А.* Античный атомизм: к вопросу о типологии учений и истоках генезиса // Вопросы философии. 2011. № 8. С. 157–168.
- Уоррелл 1989 – *Worrall J.* Structural realism: The best of both worlds? // Dialectica 43 (1989). P. 9–124.
- Хакинг 1998 – *Хакинг Я.* Представление и вмешательство. Введение в философию естественных наук. М.: Логос, 1998.
- Цао 1999 – *Cao Yu Tian.* Why are we philosophers interested in Quantum field theory? / Conceptual Foundations of Quantum Field Theories. Cambridge, 1999.