

ко разобщенности «двух культур» — естественнонаучной и гуманитарной (по выражению Ч. П. Сноу), но нет даже дифференциации «профессиональных» языков и диалектов, например науки от философии, философии от теологии. В силу господства религии ядром этой культуры являются сакральные ценности. Поэтому перед исследователем встает вопрос о правомочности выделения в этом типе культуры такого феномена, как наука. Вправе ли мы вообще говорить о средневековой науке? Не является ли такой сциентистский подход модернизацией средневековых идей, навязывающей им совершенно чуждую логику и иные расчленения? Эти и подобные им вопросы встают и перед советскими, и перед зарубежными медиевистами. Одни из них (например, Цзянь Венъюань, рецензию на книгу которого журнал предполагает опубликовать) считают, что науки в традиционных, феодальных обществах не могло быть. Эту же позицию отстаивает и Н. Лосева в своей статье о Николае Кузанском. Другие, в частности П. П. Гайдено — автор другой статьи о Николае Кузанском, стоят на той позиции, что при всей специфичности средневековья все же можно внутри него обособить научно-теоретическое знание, что в противном случае не только «прервется связь времен» и трудно будет понять генезис классической науки, но и нельзя будет понять «встречи», взаимодействия различных культур и процессы диффузии культурных и научных инноваций. Не предвзятое разрешение этого спора (оно возможно лишь при развертывании конкретных историко-научных исследований), заметим, что эти позиции коренятся в различном определении существа науки, что научно-теоретическое знание существует и функционирует в различных социокультурных матрицах и контекстах, что в менталитете любого периода наряду с сакрально-религиозными мифологемами всегда есть компоненты рационально-теоретического знания — вопрос лишь в том, каков их удельный вес в данных системах и структурах мышления. Поэтому редакция журнала считает, что изучение средневековой науки — неотъемлемая часть исследований средневекового мирозерцания.

Если задуматься над тем, ставили ли перед собой ученые люди, или, как их называли, интеллектуалы, средних веков эти проблемы или же инициатива исходит только от нас, то, вероятно, ответ не будет однозначным: несомненно, это вопросы, поставленные развитием науки в наши дни, но одновременно это вопросы в той или иной форме поставлены и средневековыми мыслителями, например проблема континуума, бесконечности и т. п. Диалог культур заключается еще и в том, что мы ставим перед прошлым интересующие нас проблемы и надеемся уяснить их ответы. В этом диалоге немаловажное значение имеют историко-научные исследования культуры средних веков.

СРЕДНЕВЕКОВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ: ПРИНЦИПЫ ЕГО ОРГАНИЗАЦИИ

В. П. ГАЙДЕНКО, Г. А. СМЕРНОВ

1. О функции формально-логических структур в аристотелианской физике. Средневековая физика в своей основе была физикой аристотелианской. Ее концептуальный каркас, начиная со второй половины XIII в., составляет натурфилософская доктрина Аристотеля. Тем не менее в XIV в. в средневековой физике были сформулированы многие понятия и положения, близкие или в точности совпадающие с теми, что впоследствии вошли в состав физической доктрины нового времени. Это прежде всего понятие скорости и связанное с ним представление о равномерном и равноускоренном движении, а также тезис о возможности движения тела в пустоте. Формируется концепция пространства как условия движения, радикально меняется взгляд на роль среды в движении, происходит отказ (в теории импетуса) от требования непосредственного контакта двигателя с движимым. Тем самым создаются все предпосылки для переосмысления самого понятия движения, превращения его в не требующую причинного объяснения характеристику тела. В это же время выдвигаются и «коперниканские» космологические гипотезы, самой важной из которых была гипотеза суточного

вращения Земли вокруг оси, обсуждается проблема бесконечного пространства и множественности миров.

Наконец, область приложения математических методов в науке XIV в. была поистине всеобъемлющей. «...Никогда, ни раньше, ни позже, не было эпохи, которая в такой же степени следовала идеалу количественного описания, как поздняя схоластика» [1, с. 340]. Часто цитируемые слова из Библии: «Ты все расположил мерою, числом и весом» (Книга Премудростей Соломона, 11, 21), — санкционировали распространение математических методов, главным образом в форме «калькуляций», на все сферы человеческого познания, и прежде всего на физику. Кажется, сделай физики XIV в. еще небольшой шаг, и не было бы нужды ждать целых три столетия, чтобы произошла научная революция, — столь основательному пересмотру подверглись все-таки существенные стороны аристотелизма в позднее средневековье¹. Почему же этот шаг так и не был сделан?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужны прежде всего достаточно четкие критерии, позволяющие на концептуальном уровне, а не только хронологически различить два больших периода в истории науки: средневековую науку и науку нового времени. Для этого важно знать, на какие моменты, характеризующие либо само научное знание, либо культуру, внутри которой оно функционирует, следует ориентироваться, чтобы уловить своеобразный стиль мышления, свойственный науке в тот или иной период ее развития, с тем чтобы понятия «средневековая наука», «наука нового времени» и т. п. приобрели достаточно определенный смысл.

В чем же своеобразие средневековой науки, в частности физики? Интересные соображения по этому поводу высказывает Э. Грант в книге «Физическая наука в средние века» [2]. Указывая, что новаторские идеи, выдвинутые схоластами XIII—XIV вв., не сопровождались попытками реконструировать или заменить аристотелевскую картину мира, Грант обращает внимание на характерное для средневековой науки отношение к проблеме физической реальности. В 1277 г. в Париже были подвергнуты официально осуждению 219 положений метафизики и натурфилософии (в том числе аристотелевские), как вступающие в противоречие с христианской теологией. Это привело к созданию необычного интеллектуального климата в науке и философии. Больше не было убеждения, что относительно причин и законов природы можно достичь определенности. Речь могла идти только о выборе наиболее вероятной из альтернатив. Схоласты довольствовались тем, что, упражняя свою изобретательность, ставили и решали гипотетические вопросы «согласно воображению» (*secundum imaginationem*). Логическое конструирование, а не поиск физической реальности было их главной задачей. В этой ситуации единственной физической доктриной, которая могла претендовать на знание о реальности, по крайней мере в кругах ученых, не настроенных номиналистически, был аристотелизм.

Коперник немного позднее также говорит о «гипотезах», выдвигая утверждения о точном и годичном вращении Земли. Однако термином «гипотеза» он обозначал отнюдь не удобный способ «спасти явления» и не более вероятную альтернативу. Только в том случае, полагает он, если гипотеза истинна, явления могут быть «спасены». Начиная с работ Коперника, таким образом, формируется новый взгляд на соотношение теоретических конструкций и физической реальности. Неаристотелевские и антиаристотелевские идеи, которые до этого, поскольку они рассматривались как чистые фикции, не вступали в конфликт с аристотелевской в своей основе картиной мира, отныне получают статус конкурирующих объяснительных моделей. Консолидация и рост неаристотелевских идей в этих условиях приводят к разрушению аристотелианской системы и возникновению новой физики и космологии [2, с. 83—90].

Вот почему, по мнению Гранта, научная революция не могла иметь места в средние века. В предложенном им объяснении фиксируется одно очень важное отличие средневековой системы научного знания от науки нового времени: теории, противоречащие основным постулатам аристотелизма, не принимались всерьез, рассматривались как продукт интеллектуальной игры. Но здесь возникает естественный вопрос: почему, несмотря на критическое отношение к любым попыткам познать истину, при опоре только на человеческий разум, что было характерно для христианского мировоз-

¹ Не случайно П. Дюэм назвал схоластов XIV в. «предшественниками» Галилея.

зрения латинского средневековья, большинство натурфилософов и просто образованных людей той эпохи, говоря о природе, подразумевали картину мира по Аристотелю? Что заставляло отвергать все другие альтернативы, а в случае, когда та или иная новая идея все-таки принималась, проявлять невероятную изобретательность, чтобы выразить ее на общепринятом языке аристотелианской физики?

Обычно, отвечая на эти вопросы, ссылаются на разработанность и внутреннюю связность аристотелевской концепции²; в этом отношении с ней не могла соперничать никакая другая доктрина. Очевидно, что упомянутые факторы способствуют широкому распространению любой научной теории, но разве они гарантируют непогрешимость ее постулатов, делают их недоступными для критики? История классической науки знает достаточно примеров крушения тщательно разработанных концепций, так что приведенный пример звучит не очень убедительно.

Причина, по-видимому, кроется в другом: средневековые естествоиспытатели говорили на языке аристотелевской «Физики», потому что ни какого другого языка, пригодного для описания разнообразных физических явлений (быть может, исключая оптику), в то время вообще не было. Хотя неаристотелевские интуиции буквально носились в воздухе, отсутствовали (или находились в зачаточном состоянии) формальные средства, необходимые для рационального — точного и адекватного — выражения их содержания.

В том чрезвычайно сложном и не сводимом к общему знаменателю конгломерате идей, составляющих в совокупности научное знание в определенную историческую эпоху, можно обнаружить пласты, принадлежащие в концептуальном отношении разным периодам в развитии науки. Наряду с архаическими слоями, содержащими «окаменелости» научной мифологии предшествующих этапов истории науки, в нем обязательно есть и зародыши будущих открытий, и теории, ведущие «в никуда». Не будь стержня, скрепляющего воедино многоцветную мозаику научных понятий, гипотез, теорий, объяснительных моделей, эмпирических данных и т. п., ни о какой науке как целостной системе знаний вообще нельзя было бы говорить. Но такой стержень есть: эту функцию выполняют формально-языковые структуры, которые упорядочивают знания в соответствии с «априорными» схемами, используемыми в науке в тот или иной период ее существования.

Под формально-языковыми структурами здесь подразумевается не сам по себе способ символической записи некоторого содержания, необходимый для того, чтобы высказать суждение о каком-либо предмете. Естественный язык прекрасно справляется с этой задачей, и в случае необходимости его всегда можно пополнить новыми терминами и понятиями, чтобы охватить новый круг явлений. Но назвать и рассказать о каком-либо явлении еще не значит иметь научное знание о нем. Научное знание, в отличие от суждений обыденного опыта, опирается помимо данных опыта на «истины разума», воздействующие на сознание ученого с силой непосредственной очевидности. Если опыт всегда допускает различное толкование, то интуиции, обладающие непосредственной интеллектуальной достоверностью, гораздо более отчетливы и определены. Они могут стать совершенно отчетливыми и в то же время быть достоянием многих людей, не подвергаясь опасности неоднозначной интерпретации, когда они не просто названы или описаны, а явлены (репрезентированы) в языке. Тогда они начинают играть роль конструктивных схем, превращаются в формообразующий инструмент научного мышления.

Главной структурной единицей аристотелевского универсума является то, что на понятийном уровне выражается категорией сущности. Этой категории соответствуют непосредственно схватываемые «островки бытия» — вещи, тела, живые существа.

Интуиция сущности и основанные на ней интуиции вещи, физического тела конституируют в самом общем виде предметную область схоластических исследований не только и не столько потому, что они без труда интерпретируются в терминах обыденного опыта, но благодаря возможности схватить и представить в чистом виде их самую важную характеристику — бытие в качестве самодовлеющих и выделенных еди-

² А. Койре в статье «Галилей и научная революция XVII века» пишет: «Аристотелевская физика — это очень строго продуманная и очень связанная система теоретического знания, которая, имея очень глубокие философские основания, находится еще и в превосходном согласии с опытом...» [3, с. 5] (см. также [2, с. 83—84]).

ниц универсума — через наглядно воспринимаемую функцию подлежащего (субъекта) в системе аристотелевской логики. В ней же репрезентируются представления о свойствах вещей, их существенных и несущественных признаках, т. е. формах и качествах, и об отношениях, имеющих место между свойствами и их носителями, — с помощью категории предиката и субъект-предикатных структур. В стремлении уложить весь эмпирический материал в прокрустово ложе формальной логики, которое в последующие времена создало схоластике дурную славу, нашла свое предельное (и не очень адекватное) выражение совершенно справедливая, как нам представляется, мысль о необходимости исходить при построении научного знания из предварительно фиксированных схем, задающих общие контуры того, о чем будет идти речь, т. е. конституирующих определенный тип предметности. Беда не в ее чрезмерном формализме, а скорее в отсутствии необходимого разнообразия формальных средств, на уровне языка моделирующих основные онтологические расчленения и взаимоотношения. Схоластика знала только один язык, пригодный для этих целей, — язык формальной логики, и потому он становится универсальным инструментом теоретизирования.

Формальная логика задавала тон в методологии средневекового естествознания, по-видимому, потому, что средневековая наука была прежде всего и главным образом наукой о вещах, свойствах вещей и взаимоотношениях вещей. Может быть, точнее сказать так: «вещная» онтология средневековой науки была обусловлена ориентацией на конструктивно-онтологическую схему, детально выписанную в «Аналитиках» Аристотеля. Содержательная онтология средневековой науки была в значительной мере производна от онтологических допущений, к которым обязывало науку принятие ею определенного языка.

Но такая зависимость не означала, что все существенные структурные связи, фиксируемые средневековой наукой, были лишь проекцией формально-логических различий. Под эти различия должно было подводиться любое построение, коль скоро оно претендовало на статус научного знания. Фактически, однако, в средневековой науке использовался помимо доминирующей схемы широкий спектр структурирующих принципов.

Прежде всего, здесь следует упомянуть о столь же хорошо артикулированных схемах, что и доминирующая, которые, не будучи формально-логическими, примыкают к основной, внося необходимую детализацию. Сюда относятся используемые в средневековой физике методы представления движения тела через набор статичных состояний, целевое определение естественного движения и независимое от него определение движения через механизм толчка и тяги, на котором основывается объяснение насильственного движения, и ряд других очень наглядных и очень простых схем, придававших аргументации средневековых натурфилософов особого рода — неэмпирическую — убедительность. В совокупности все эти принципы составляют как бы «несущую конструкцию» здания средневековой физики, вокруг которой группируются: эмпирический материал, упорядоченный в соответствии с явно заданными схемами; теоретическая надстройка — мир идеальных объектов, в котором реальный мир моделируется на основе языковых средств, воплощающих определенные структурные соотношения; фрагменты знаний, базирующиеся на иных принципах организации, чем те, что уже зафиксированы в стандартных приемах научного мышления, расписанных в виде формальных схем и, наконец, «заготовка» будущих схем — идеи, предвосхищающие открытие новых предметов научного исследования.

Каким именно образом нестандартные интуиции и ходы мысли в средневековой физике интерпретировались в духе онтологии, соответствующей субъект-предикатным структурам языка, т. е. подводились под канонические схемы аристотелизма и тем самым включались в корпус знаний схоластической науки, лучше всего уяснить путем разбора конкретной физической доктрины. Одним из наиболее показательных в этом отношении является учение о движении, испытывавшее значительные трансформации в ходе своего развития от идей, высказанных в «Физике» Аристотеля, до теорий, выдвинутых в номинализме XIV в.

2. Общая постановка проблемы движения в аристотелианской физике. Своеобразие аристотелианской физической доктрины состоит в том, что движение в ней описывается через состояние покоя. Движение, по Аристотелю, всегда есть движение к определенному конечному состоянию. Оно есть способ, средство достижения некото-

рого конечного состояния, которое благодаря наличию целевой причины всегда задано с самого начала. Совершенно очевидно, что естественное движение — это просто движение к естественному состоянию покоя. Оно не имеет других определений, кроме указания конечного пункта, места, в котором телу естественно покониться. В насильственных движениях, где естественное место не является определенным, конечный пункт все же задан целевым устремлением двигателя.

При таком подходе движение описывается через задание двух точек, начальной и конечной (а фактически через задание конечной точки, поскольку начальная точка обозначает, по сути, само данное тело), так что путь, проходимый телом, есть отрезок между этими точками. Путь при этом выступает не как результат движения, прохождения некоторой траектории в современном смысле; он есть расстояние между наперед заданными точками, которое может быть зафиксировано независимо от всякого движения.

Движение в таком случае имеет чисто отрицательную характеристику: ненахождение в точках покоя. Движение — это то, что происходит между двумя позитивными состояниями, состояниями покоя. Оно свойственно телу, уже определенному своим конечным состоянием как целью, но еще не достигшему его, «энтелехия существующего в потенции, поскольку оно таково» [4, с. 41].

Утверждение состояния покоя в качестве естественного состояния тела диктовалось в первую очередь не соображениями физического плана, и тем более не эмпирическими наблюдениями, а теми критериями научного познания, которые были разработаны в логике и метафизике Аристотеля. Эти критерии предполагали, что дать точное определение чему бы то ни было означает схватить его неизменные характеристики. Поэтому уже само определение любого предмета — некоторой вещи, тела — выделяло лишь неизменные признаки предмета в качестве исходных, фиксировало предмет в состоянии покоя. Характеристики, относящиеся к движению тела, приписывались этой неизменной основе.

Само целевое определение еще не диктует способа реализации. Движение к цели может быть или мгновенным, скачкообразным, или постепенным. Выбор любого из этих вариантов может лечь в основу построения физической теории. Аристотель, как мы уже знаем, постулирует постепенность движения, поскольку повседневный опыт, несомненно, свидетельствует в пользу такого выбора.

Это находит свое выражение в двух фундаментальных положениях его физики: требовании сопротивления среды (сплошной среды) как необходимого условия возможности движения и утверждении о непрерывности движения и материи. Если требование сопротивления движению, столь важное в динамике, обеспечивает наглядный аргумент против скачкообразного движения, то постулат непрерывности позволяет логически обосновать постепенность движения.

При рассмотрении движения тела всегда можно выделить наряду с положениями тела в начальном и конечном пунктах его движения произвольное число промежуточных точек-положений. Но здесь возникает та опасность, о которой предупреждал Зенон: разбиение движения на точки покоя грозит утратой движения. Вместо движения в этом случае мы имеем множество точек покоя, между которыми возможен только скачкообразный переход. Понятие непрерывности как раз и должно снять эти трудности. Чтобы не было скачков, надо запретить существование двух точек, между которыми нельзя выбрать никакой промежуточной. Этот запрет, собственно, и составляет определение непрерывности, по Аристотелю. Но возможность выбора сколь угодно большого числа промежуточных точек сама может рассматриваться как аргумент против существования движения, что опять-таки показал Зенон в апории «Дихотомия».

Учитывая это, Аристотель отказывает в актуальном существовании тому множеству точек, которые могут получиться в результате последовательного деления движения. Актуальная точка деления уже не есть движение, это остановка. «...Непрерывное движение есть движение по непрерывному, а в непрерывном заключается бесконечное число половин, но только не актуально, а потенциально. Если же их сделать действительными, то движение не будет непрерывным, а будет останавливаться...» [4, с. 163].

Смысл термина «потенциальный» в данном случае тот, что тело могло бы остановиться в любом из промежуточных пунктов своего пути, но нигде не останавливается. Фактически постепенность движения при этом задается через указание бесконечного

множества статичных положений тела с добавлением отрицательного суждения, что тело не пребывает в этих положениях.

Предпосылки, лежащие в основе аристотелева понятия непрерывности движения, были до конца продуманы и логически строго сформулированы в учении крупнейшего номиналиста XIV в. Уильяма Оккама. В своей «Сумме логики» Оккам пишет: «Вот что значит быть движимым движением перемещения: это значит, что некоторое тело сначала занимает одно место,— и при этом не принимается никакой другой вещи,— а в позднейшее время занимает другое место, без какой-либо промежуточной остановки и без какой-либо сущности, иной, чем место, это тело и другие постоянные вещи, и таким образом продолжается непрерывно. Следовательно, кроме этих постоянных вещей (тела и занимаемых им мест.— *Авт.*) нет нужды рассматривать что-то еще, но лишь следует добавить, что тело не находится одновременно во всех этих местах и не покоится ни в каком из них. Посредством этих негативных утверждений не вводится допущение о существовании еще какой-то сущности, помимо постоянных вещей. Следовательно, без допущения какой бы то ни было другой вещи вся природа движения может быть объяснена тем фактом, что тело последовательно находится в разных местах и не покоится ни в каком» [5, с. 46].

Как видно из этого отрывка, достаточно чисто статичных элементов, по терминологии Оккама, «постоянных вещей», таких как тело и место, для определения непрерывного движения, но это определение с необходимостью будет отрицательным. Оккам при этом отдает себе отчет в том, что движение нельзя «составить», т. е. позитивно определить с помощью статичных элементов. «Тела и места недостаточно,— пишет он,— чтобы объяснить существование движения, в том смысле, что не является формальным следующее заключение: существуют тело и место, поэтому существует движение» [5, с. 45]. Но для Оккама, так же как и для Аристотеля, дать логическое определение чему-либо значит указать нечто неизменное, что лежит в его основе. Поэтому Оккам не может и не хочет пользоваться в своем определении никакими другими вещами, кроме постоянных. Он показывает, что движение можно определить через них негативным образом. Частица «не», привходящая при этом в определение движения (когда Оккам говорит о движущемся теле, что оно не находится одновременно, не покоится), не обозначает никакой самостоятельной сущности. Поэтому Оккам делает вывод, что для определения движения «не требуется никакой другой вещи, помимо тела и места» [5, с. 45].

Такое негативное определение движения позволяет задать как его непрерывность, так и постепенность. Поскольку на самом деле тело в своем движении нигде не останавливается, то сохраняется неразрывность движения; но так как оно должно пройти все пункты своих возможных остановок, то его движение не может быть мгновенным. Прохождение последовательных состояний (возможных остановок) в процессе движения гарантирует его постепенность даже при отсутствии сопротивления внешней среды. Этого вывода Аристотель не делает, но мы находим его у средневекового аристотелика Фомы Аквинского: «Поскольку существует предыдущая и последующая часть в величине, проходимой при движении, то мы понимаем также, что и в самом движении существует предыдущее и последующее. Отсюда следует, что движение проходит место за определенное время» [6, с. 334]³.

Таким образом, отталкиваясь от соображений, подсказанных базисным (с точки зрения аристотелизма) членением мира, воплощенным в субъект-предикатных структурах языка, заставляющих во всем видеть прежде всего неизменное ядро, аристотелианская физика сводит движение к ряду статичных состояний. Утверждение, что множество статичных состояний, входящих в определение движения, только потенциально, по сути дела констатирует, что состояние движения не совпадает с состоянием покоя. Но каково оно, этого Аристотель сказать не может, а Оккам уже не считает осмысленным сам вопрос.

3. Движение без субстрата: доктрина последовательности форм. При рассмотрении движения в средневековой аристотелианской физике акценты заметно смещаются.

³ В этом рассуждении Фомы Аквинского уже просматривается представление о пространстве мест, наличие которого независимо от материальных наполнителей обеспечивает последовательность движения.

Принципиально новым моментом является то, что допускается возможность изменения признаков (акциденций) при отсутствии материальных субстанций, которые были бы носителями соответствующих акциденций, т. е. допускается возможность изменения при отсутствии субстрата. Такой взгляд обязан своим происхождением рациональному осмыслению некоторых моментов христианского вероучения: таинства евхаристии и учения о благодати. Согласно христианским воззрениям, человек в своей духовной жизни может достигать разной степени совершенства, которая зависит от того, в какой мере он наделен божественной милостью, или благодатью. Благодать не является признаком в смысле аристотелевской логики, она не входит в определение сущности человека, так как не относится к его природе, а ниспосылается свыше. Если можно в каком-то смысле говорить о принадлежности ее человеку, то лишь в отношении к человеческой душе, и лишь поскольку душа есть бессмертная, т. е. нематериальная, субстанция. Поэтому возможность принятия душой благодати в разной степени и достижения ею разных степеней совершенства не может быть отнесено на счет субстрата как принципа делимости, так как нематериальная субстанция неделима. Попытка осмыслить благодать в терминах аристотелевских категорий оставляла только одну возможность, а именно: понять ее как качество и внести степенной ряд, т. е. делимость, внутрь самого качества, без апелляции к субстрату. Тем самым средневековая схоластика должна была переосмыслить понятие качества, допустив возможность его изменения как такового.

Необходимость такой трансформации оказывается еще более настоятельной, когда схоласты приступают к объяснению видимых явлений, имеющих место в таинстве евхаристии. Так, согласно доктрине пресуществления свойства, или акциденции, хлеба и вина, такие, как их цвет, вкус, запах и т. д., сохраняются и после того, как сами субстанции, хлеб и вино, превращаются в тело и кровь Христовы. Не будучи свойствами хлеба и вина, которые как субстанции уже не существуют, эти акциденции равно не могут быть и свойствами плоти и крови Христовых, которым присущи свои собственные акцидентальные признаки, остающиеся невидимыми. Тем не менее и эти акциденции, т. е. цвет, вкус, запах, могут претерпевать изменение: хлеб может сохнуть, меняя цвет, вкус, объем, хотя субстанции хлеба уже нет.

Невозможность интерпретации этих явлений в рамках аристотелева объяснения изменения была сразу же осознана средневековыми мыслителями. Интересно отметить вариант решения этой проблемы, предложенный Фомой Аквинским. Он утверждает, что функцию субстанции хлеба и вина после их пресуществления выполняет их протяженная величина. Качества хлеба и вина могут быть приписаны этой величине как субъекту. «Следует считать,— пишет Фома Аквинат,— что другие акциденции, которые сохраняются в этом таинстве, находятся как в субъекте в сохраняющейся протяженной величине (*quantitas dimensiva*) хлеба и вина» [7, с. 683] (см. также [8, с. 206—264]). Ход мысли Фомы Аквината отчетливо выявляет тот факт, что для объяснения изменения важно не наличие субстрата как вещественного начала, а лишь его количественные характеристики, т. е. принцип непрерывного ряда, заложенный в его определении.

Другой вывод из анализа этой трудности состоял в отказе от субстрата как субъекта качественного изменения и во включении принципа степенного ряда в само качество. Наиболее ярким примером такого подхода служит теория последовательности форм, выдвинутая впервые Годфри Фонтенским (ум. после 1303 г.) и детально развитая Уолтером Бурлеем (ум. после 1343 г.). Важной интуицией, лежащей в основе доктрины последовательности форм, является представление о качестве как определяемом прежде всего его местоположением в ряду других качеств. Качественное изменение в этом случае может быть объяснено как последовательное принятие субъектом качественных состояний из этого ряда. Поскольку главной характеристикой качества уже не является его отнесенность к субъекту, поскольку субъект не является необходимым условием последовательной смены качественных состояний, он вообще может быть устранен. Именно так поступает Годфри Фонтенский при объяснении качественных изменений, сопутствующих таинству пресуществления. Он допускает непрерывный ряд форм без лежащего в основе субстрата. Как он говорит, существует не одна акциденция, но непрерывная цепь различных акциденций (*accidens aliud et aliud*) одного и того же вида, следующих одна за другой без перерыва [9, с. 20].

В научное сознание средневековья входит новая фундаментальная идея, ставшая ядром ряда нетрадиционных концепций, сформировавшаяся в лоне аристотелианской физики, но по-настоящему понятая только в новое время, когда она впервые получает адекватную формулировку. В интуиции последовательности был, по существу, заложен альтернативный по отношению к аристотелевской системе подход к построению картины мира. Она разрушала базисное понятие онтологии Аристотеля, а именно понятие формы.

Вместо формы, которая, по Аристотелю, единственна и неотделима от вещи, здесь присутствует представление о ряде форм, которое вводится для объяснения процесса изменения,— ход мысли, невозможный для автора «Метафизики» и «Физики». Ведь понятия формы, формальной причины, по замыслу Аристотеля, призваны воплотить в себе как раз неизменные характеристики вещи, которые сохраняются, пока вещь остается «этой» вещью, несмотря на любые трансформации, претерпеваемые ею. Будучи обозначением того, что противоположно изменению, эти понятия не использовались и не могли использоваться Аристотелем для анализа *процесса* изменения, в лучшем случае лишь для обозначения его конечного результата. В средние же века понятие формы становится инструментом для описания структуры самого процесса изменения.

Понятие последовательности было известно Аристотелю. Он, однако, считал его непригодным для анализа проблемы непрерывности движения. В качестве инструмента такого анализа он вводит представление о континууме, в котором могут быть выделены точки, но не состоящем из точек, из неделимых моментов. В Аристотелевом понятии субстрата — носителя континуальных определений — были заложены характеристики, позволяющие объяснить фундаментальное (в аристотелевской «Физике») свойство движения: его постепенность, отсутствие в нем разрывов. Ничего другого, кроме средств для решения этой проблемы, в понятии субстрата как основы непрерывного изменения не содержится. Тезис о бесконечной делимости субстрата («невозможно ничему непрерывному состоять из неделимых частей») подкрепляется ссылкой на геометрический образ, «например, линии из точек, если линия непрерывна, а точка неделима» [4, с. 103]. Идею дискретной последовательности Аристотель противопоставляет геометрической интуиции непрерывной линии; он формулирует утверждение, смысл которого состоит в том, чтобы показать, что части непрерывного нельзя определить через отношение следования: «...следовать друг за другом не будут ни точка за точкой, ни «теперь» за «теперь» таким образом, чтобы из них образовалась длина или время: именно, следуют друг за другом предметы, между которыми не помещается сродных предметов, а между точками всегда находится линия, и между «теперь» — время» [4, с. 103—104].

Расчленение непрерывного производится вообще не путем выделения единиц и установления между ними тех или иных взаимоотношений; если нечто берется в качестве элемента отношения, то тем самым оно рассматривается как неделимое, как элемент, сопоставляемый с другими элементами. Чтобы предстать не в виде неделимого, а как часть континуума, нечто должно быть подвергнуто совсем другой операции — не сопоставления, а деления. Основанием для утверждения о делимости А может быть только процедура деления А, и именно в ней Аристотель находит исходный пункт своего определения непрерывности. Точка, наносимая на линию в процессе деления, оказывается не самостоятельной единицей, а границей, разделяющей отрезок; при этом линия остается непрерывной, если «граница, по которой соприкасаются оба следующих друг за другом предмета, становится для обоих одной и той же» [4, с. 94].

Понятие субстрата не предполагает, таким образом, процедуры «пересчета» точек, последовательного перехода от одного положения к другому, оно учитывает лишь момент рядоположности точек, которые могут быть выделены, а не их последовательное расположение, определяемое отношением порядка.

Возражения Аристотеля против дискретной последовательности сохраняли свою убедительность и для средневековых натурфилософов и теологов. Размышляя над проблемой описания движения, они отталкивались от идеи непрерывности, заложенной в аристотелевском понятии субстрата. Однако исключение представления о субстрате как материальной основе изменения из общей концепции движения заставило их искать способ введения принципа непрерывности (и лежащей в его основе интуи-

цин рядоположенности точек) в сферу формальных определений, пытаться внести его внутрь качества, формы, места.

Если при объяснении с помощью субстрата, основанием рядоположенности моментов изменения является сам субстрат, то необходимость объяснить изменение без отсылки к субстрату побуждает искать механизм развертывания ряда. Объясняя, например, качественное изменение с помощью субстрата, мы обосновываем возможность выделения сколь угодно большого числа промежуточных состояний, имеющих различную качественную определенность. Сам факт перехода между любыми двумя состояниями не осознается здесь как проблема, поскольку апелляция к субстрату позволяет обойти эту проблему. Устранение субстрата, представляющего собой всегда наличный континуум потенциальных точек, требует другого принципа полагания точек, через которые должно пройти изменение. Этот принцип должен обеспечивать возможность непосредственного перехода от одной качественной определенности к другой, без привлечения каких-либо посторонних факторов. Таким принципом стал принцип последовательного полагания точек или состояний.

Очевидно, точки последовательности, порождаемые шаг за шагом, одна за другой, совсем другие, чем точки континуума. В отличие от последних, они и являются неделимыми, и определены через отношение следования. По сути дела, при рассмотрении движения в средневековой физике формируется принципиально новая интуиция «непрерывной последовательности»: *упорядоченного* континуума точек. Основой, на которой зиждется определенность этого феномена, является не какая-то устойчивая единица, а единообразное правило перехода, обеспечивающее последовательное полагание единиц. Ключевыми понятиями отныне становятся понятия, фиксирующие правила *перехода*, когда один момент непосредственно следует за другим.

4. **Оккам о статусе понятия последовательности.** Расхождение между идеей последовательности и аристотелевской интуицией формы не могло укрыться от взгляда схоластов, с особой взыскательностью относившихся к формулировке своих основоположений. Понятие последовательности обсуждается в дискуссиях в связи с проблемами начальной и конечной точек движения (вопросы об *incipit* и *desinit*, а также в связи с понятиями «текущей формы» (*forma fluens*) и «потока формы» (*fluxus formae*)⁴ и других. Наиболее тщательный анализ, которому эта идея подверглась в средние века, а именно осуществленный школой Оккама, отразил присущую средневековому мышлению тенденцию сводить специфическое содержание данной идеи к базисной интуиции аристотелизма — интуиции покоящегося тела, интерпретируя последовательность как ряд статичных состояний, через которые проходит тело в своем движении.

Мы уже ознакомились с Оккамовой идеей относительно достаточности статичных сущностей (тела и места) для описания процесса перемещения. Теперь мы посмотрим, каким же образом Оккам ее реализует, как он элиминирует из своего описания ссылку на последовательное прохождение точек.

Создавая свое учение о движении, Оккам не ставит перед собой цель ответить на вопрос, что такое движение. Его задача — проанализировать логическую структуру высказываний о движении, чтобы выяснить, стоит ли за термином «движение» некая физическая реальность или оно используется ради «изящества выражения или краткости речи». Отказывая термину «движение» в физическом содержании, Оккам дает способ перевода высказываний, содержащих этот термин, в предложения, единственными значащими (категорематическими) терминами которых являются «движущееся тело» и «места, занимаемые телом». Он показывает, каким образом можно это сделать, пользуясь лишь синкатегорематическими терминами (логическими константами), такими как «каждый», «никакой», «некоторый», «весь (целый)», «только», «кроме», «не» и др., которые «не имеют фиксированного и определенного значения и не обозначают каких-либо вещей, отличных от вещей, обозначаемых категорематическими терминами» [2, с. 232].

Тем самым высказывание о движении замещается высказыванием о совокупности возможных положений движущегося тела, причем оговаривается, что тело не может находиться во всех этих положениях одновременно. Эта оговорка равносильна введению последовательности как необходимого компонента всякого высказывания о дви-

⁴ Изложение этих дискуссий см. в работе [8].

жении. Характерно, что Оккам отказывает этому компоненту, как и понятию движения, в реальном онтологическом статусе. Отрицание одновременности, по его мнению,— это логическая операция, имеющая лишь синкатегорематическое значение. «Тот факт, что части (части формы, в случае перемещения — положения.— Авт.) не приобретаются одновременно, не означает, что надо положить некоторую вещь, иную, чем эти части, но скорее, просто то, что некоторые части формы существуют в разные времена, а не в одно и то же время... Если же на наше утверждение, что «части не существуют одновременно», возразят, что эта неодновременность частей есть нечто, то следует ответить, что такое абстрактное имя есть фикция, сконструированная из наречий, союзов, предлогов, глаголов и синкатегорематических терминов... Неодновременность не есть некоторая вещь в добавление к тем вещам, которые могут существовать одновременно, но просто означает, что такие вещи не существуют одновременно» [5, с. 46—47].

Глубоко знаменателен тот факт, что самый основательный логический анализ понятия последовательности, предпринятый в средние века,— анализ, который был осуществлен Оккамом и его школой, привел к выводу, что это понятие не следует включать в число фундаментальных, неопределяемых научных понятий. Одна из центральных «неаристотелевских» интуиций, определивших строй средневекового мышления — интуиция последовательности — была логически узаконена в рамках аристотелизма путем интерпретации, выделявшей отдельные моменты последовательности в качестве единственно значимых компонентов этого понятия. Идея неизменных сущностей как логико-онтологической основы объяснения мира торжествовала здесь одну из самых блистательных своих побед. Но эта победа оказалась в каком-то смысле роковой: сведение последовательности, а тем самым и движения к отдельным статичным моментам привело к построению совершенно бессодержательной с физической точки зрения и поэтому бесперспективной теории движения.

Потребовалась радикальная ломка базисной схемы аристотелизма, чтобы зародыши неаристотелевских идей привели к построению новой концепции движения.

Литература

1. Maier A. Metaphysische Hintergründe der spätscholastischen Naturphilosophie. R., 1955.
2. Grant E. Physical Science in the Middle Ages. N. Y. etc., 1971.
3. Koyré A. Metaphysics and measurement. Essays in scientific revolution. Cambr. 1968.
4. Аристотель. Физика. М., 1936.
5. The Tractatus de successivis attributed to William Ockham/Ed. by Boehner Ph. N. Y., 1944.
6. Thomas Aquinas. Commentaria in octo libros Physicorum Aristotelis, IV. lect. 12// A source book in medieval science. Cambr., 1974.
7. Thomas Aquinas. Summa theologiae. R., 1894. V. 4.
8. Murdoch J. E., Sylla E. D. The science of motion//Science in the middle ages. Chicago — L., 1978.
9. Godfrey of Fontaines. Quodlibet undecimum quaest. 3//Les philosophes Belges. V. 5. Louvain, 1924.
10. Ockham William. Summa logicae//A source book in medieval science. Cambr., 1974.
11. Зубов В. П. Развитие атомистических представлений до начала XIX в. М., 1965.

СРЕДНЕВЕКОВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИДЕИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ

В. С. ШИРОКОВ [Горький]

Математике средних веков посвящена значительная историко-математическая литература [1—6]. Наши представления об этом периоде развития математики сложились сегодня в достаточно законченную картину, хотя, конечно, как и при любом научном исследовании, на каждом его этапе возникают новые проблемы и вопросы. Интерес к этому периоду развития математики усилился в связи с дискуссиями о роли