

Все, что терзало не раз
мудрецов стародавних раздумья,
Все, что бесплодно колеблет
охриплыми спорами Школы,
Ныне мы можем решить,
облака разгоняя Познанием.

*Эдмонд Галлей,
Ода Ньютону и его «Началам», 1687*

Эйнштейн довольно сдержанно говорил о своих достижениях. Однако он осознавал, какое место в истории науки занимает, и был в курсе того, что стоит, образно говоря, на плечах не кого иного, как Исаака Ньютона. Через два столетия после смерти англичанина Эйнштейн писал, что «этот блистательный ум предопределил направление развития западного мышления, исследований и опытов, как никто прежде»¹. В число величайших достижений Ньютона, как отмечал Эйнштейн, входило то, что он был «основоположником всеобъемлющей, рабочей системы теоретической физики»².

Ньютон никогда не употреблял слова «физики» и «ученые», эти понятия появились более чем через столетие

¹ Einstein (1954: 253).

² Einstein (1954: 273).

после его смерти¹. Он называл себя в первую очередь верующим человеком, а во вторую — математиком и натурфилософом, пытающимся понять рациональную природу Божественного замысла и применяющим для этого логическое мышление и эксперименты. Он сформулировал свой подход к математике в 1687 году, когда опубликовал «Начала» — трехтомную работу, которая вскоре принесла ему известность и сделала его одним из светочей эпохи Просвещения. В предисловии к этому изданию он пояснил, что представляет вниманию читателя не что иное, как «новый формат философии»².

Ньютон отказался от привычного подхода к исследованиям, который предпочитало большинство его современников. Они выдвигали предположения относительно того, какие механизмы могут стоять за теми или иными природными явлениями, как если бы им пришлось иметь дело с огромным часовым механизмом. Что касается Ньютона, то он фокусировался на движении материи на Земле и в космосе — то есть на том аспекте Божественного замысла, который он мог точно описать языком математики. Еще более примечательно его утверждение о том, что теорию нужно оценивать исключительно исходя из того, насколько точно она отражает самые педантичные наблюдения за явлениями реального мира. Если теория не согласуется с наблюдениями и в результатах экспериментов присутствуют несоответствия, эту теорию нужно

¹ Ross (1962: 72).

² Cohen and Whitman (trans.) (1999: 27–29).

доработать или заменить более совершенной. Сейчас это кажется очевидным, но во времена Ньютона такой взгляд казался радикальным¹.

Когда Ньютон издал свои «Начала», он был сорокачетырехлетним профессором, ведущим тихую холостяцкую жизнь в Тринити-колледже (Кембридж) в одной из тех комнат, которые сейчас выходят окнами на ряд магазинов, включая книжный магазин *Heffers*². Почти за двадцать лет до этого университет назначил его на должность Лукасовского профессора математики, хотя он не издал ни одной работы в этой области. Математика была лишь одной из интересующих его сфер — в Кембридже он был более известен как проектировщик и создатель телескопа нового типа, что свидетельствует о его выдающихся практических умениях.

Убежденный протестант с каменным лицом, он верил, что его предназначение заключается в том, чтобы понять роль Бога в сотворении мира. Он стремился искоренить из христианского учения все искажения, привнесенные неправедными священнослужителями и другими людьми, паразитирующими на склонности людей к идолопоклонству и суевериям³. В эту и другую свою деятельность Нью-

¹ Cohen and Whitman (trans.) (1999: 29). Чтобы максимально обстоятельно познакомиться с ньютоновским подходом к науке, см. раздел «Четыре правила научного мышления» в его «Началах»: apex.ua.edu/uploads/2/8/7/3/28731065/four_rules_of_reasoning_apex_website.pdf

² В то время бывшую комнату Ньютона занимал Верховный суд.

³ Liffe (2017: 14–16).

тон вкладывал невероятную энергию и проявлял огромное упорство, время от времени забывая даже о еде¹. Для этого трудного и недоверчивого ученого в жизни не было места шуткам — улыбка иногда все же проскакивала на его лице, но смеялся он очень редко².

Ньютон приглашал в свой дом лишь ограниченный круг знакомых, и относительно небольшое число специалистов имело возможность оценить всю глубину его таланта. Он не стремился делиться своими знаниями и как-то раз отметил, что не имеет ни малейшего желания, чтобы его «писанину напечатали» — относительно новая культура книгопечатания была ему не близка³. В число доверенных лиц входил химик Джованни-Франциско Вигани, который с неприятным удивлением понял, что впал в немилость после того, как рассказал великому мыслителю «фривольную историю» о монашке⁴.

Новый подход Ньютона к натурфилософии не появился из ниоткуда — он вынашивался многие десятилетия и был плодом тщательных исследований. Во вступлении к «Началам» Ньютон отдает дань уважения своим предшественникам: в первую очередь древним грекам, которые основные усилия направляли на понимание природы движения,

¹ Feingold (2004: 5).

² См. воспоминания Уильяма Стакли, ссылка: www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/diplomatic/OTHE00001

³ Iliffe (2017: 124).

⁴ Iliffe (2017: 4).

а во вторую очередь современным ученым, которые «решились свести явления природы к законам математики»¹. Чтобы познакомиться с фундаментом, на котором вырос ньютоновский вклад в науку, следует бегло рассмотреть эти факторы, начиная с древних греков, которые обучили европейцев искусству мышления.

*

Ближе всего к науке (лат. *scientia* — «знание») в современном смысле этого слова были работы древнегреческого философа Аристотеля (384–322 гг. до н. э.). Он считал, что за всем хаосом окружающего нас мира скрываются четкие принципы устройства мира, и человеку под силу их понять. Эти принципы незыблемы и не поддаются внешнему воздействию, например со стороны вездесущих божеств². Из всех древних школ философии Аристотель больше всего внимания уделял *физике* — от латинского слова *physis* — «природа», — которая включала в себя широкий спектр исследований от астрономии до психологии. Так появилось слово «физика», но свое современное значение оно получило лишь в начале девятнадцатого века.

Широта научных интересов Аристотеля, простиравшихся от космологии до зоологии и от поэзии до этики, превратила его, вероятно, в самого влиятельного мыслителя в истории. Он верил, что мир природы можно описать

¹ Cohen and Whitman (trans.) (1999: 27).

² Heilbron (2015: 5–9).

набором основополагающих принципов, которые отражают внутренние закономерности всевозможных изменений, происходящих с любым веществом, включая изменение формы, цвета, размера и характера движения. Его научные труды, включая работу «Физика», кажутся странными большинству современных читателей во многом потому, что он попытался понять устройство мира путем одного лишь логического мышления, хоть и подкрепленного тщательными наблюдениями.

Одна из особенностей его взгляда на мир заключалась в том, что, по мнению Аристотеля, математике не было места в мире. Так, Аристотель отказывался задействовать элементы арифметики и геометрии, которые в зачаточном состоянии к тому моменту существовали уже почти тысячу лет. Оба этих раздела математики были построены на человеческом опыте и развивались теми мыслителями, которые совершили важнейший шаг — перешли от наблюдений за явлениями реального мира к абсолютной абстраклизации. Например, самые базовые элементы арифметики появились, когда на основе обобщенного понятия «два предмета» — две палочки, два волка, два пальца и так далее — возникло абстрактное понятие числа 2, не связанного с каким-либо конкретным объектом. Это было невероятно прозорливое решение, хотя и трудно сказать, когда оно родилось впервые. Время возникновения азов геометрии — взаимосвязей между точками, линиями и углами — назвать проще: это произошло примерно в 3000 г. до н. э., когда жители Древнего Вавилона и долины реки Инд начали изучать землю, море и небо. Однако Аристотель счи-

тал, что в науке нет места математике, чей «способ не подходит для науки о природе»¹.

Нежелание Аристотеля применять математический способ мышления противоречило взглядам его учителя Платона и другого известнейшего древнего философа — Пифагора, который, впрочем, возможно, вообще не существовал (и не исключено, что приписываемые ему труды на самом деле принадлежат другим людям). Пифагорейцы изучали арифметику, геометрию, музыку и астрономию, а также считали, что целые числа чрезвычайно важны. Их невероятная способность видеть, например, взаимосвязь между музыкальной гармонией и свойствами геометрических объектов способствовала формированию у них представления о том, что без целых чисел невозможно на фундаментальном уровне понять, как устроена Вселенная.

Платон был уверен, что математика — это основа философии, а геометрия способна объяснить устройство мира. С точки зрения Платона, все сложные аспекты реальности вокруг нас — это в каком-то смысле всего лишь тени математических объектов, существующих обособленно, в абстрактном мире математики. В том мире фигуры и другие геометрические объекты идеальны — точки бесконечно малы, линии совершенно прямы, плоскости идеально ровны и так далее. Так, например, он рассматривал почти квадратную столешницу как «тень» идеального квадрата, бесконечно тонкие и идеально прямые линии которого встречаются точно под углом 90 градусов. Такой совершенный математи-

¹ Gingras (2001: 389).

ческий объект не может существовать в реальном мире, но в этом и заключается особенность мира идей Платона (как его сейчас называют современные математики). Для современных математиков такой идеальный мир может казаться не менее реальным, чем мир вокруг нас.

Спустя четверть века после смерти Аристотеля греческий мыслитель Евклид привнес в математику новые стандарты точности. В потрясающем учебнике «Начала», состоящем из тринадцати томов, он четко и исчерпывающе представил основы геометрии, установив новые стандарты логических рассуждений в этой области. Несмотря на всю свою сложность, «Начала» стали самой авторитетной книгой в истории математики и на протяжении веков оказывали мощнейшее влияние на мыслителей. Одним из известнейших физиков, поддавшихся ее влиянию, стал Эйнштейн, который отметил: «Если Евклиду не удалось зажечь ваш юношеский энтузиазм, значит, вы не рождены быть учеными»¹.

Математика также начала приносить практическую пользу. Особым талантом вдыхать жизнь в свои изобретения с помощью математических идей обладал Архимед. Примером тому служат его водоподъемный винт и параболическое зеркало. Несколько современников Архимеда в Древней Греции с помощью геометрии и логического мышления пытались рассчитать расстояние от Земли до Солнца и Луны, длину окружности Земли и наклон оси вращения Земли, причем многие из них получили поразительно точные результаты. Осознание того, что закономер-

¹ Einstein (1954: 271).

ности в поведении наблюдаемых с Земли небесных тел можно описать посредством математических законов, пришло лишь много веков спустя. Однако уже в те времена люди благодаря математике могли, находясь на Земле, выйти за границы своего эмпирического восприятия и направить силу образного мышления высоко в небеса.

Простейшие математические понятия стали применяться множеством ученых, двигавших науку вперед. В Средние века многие наиболее яркие достижения в математике происходили в мусульманских странах, то есть, грубо говоря, на территории современных Ирана и Ирака¹. Ученые из этого региона добились невероятных успехов в математике, им принадлежит огромная роль в развитии алгебры, от арабского «аль-джабр» — «воссоединение частей в целое». Их идеи легли в основу современной алгебры, в которой физические величины выражаются в виде абстрактных символов, таких как x и y , и могут получать числовые значения и участвовать в математических операциях.

К середине шестнадцатого века, когда родился Шекспир, математика присутствовала практически в каждом разделе физики — включая астрономию, оптику и гидравлику, — а также в музыке. Возникал все больший интерес к новым идеям, связывающим математику с окружающим миром, ставя под сомнение аристотелевский взгляд на науку, который доминировал в христианской и исламской традициях на протяжении 2000 лет. Одним из важнейших событий было выдвинутое в 1543 году Николаем Коперни-

¹ Neillbron (2015: 36).

ком предположение, что центром Вселенной является вовсе не Земля, а Солнце. Эта революционная идея ознаменовала начало эпохи, которая вошла в историю под названием Научная революция. В ее авангарде стояли два астронома, которые также были и математиками: немец Иоганн Кеплер и итальянец Галилео Галилей. Они были убеждены, что лучший способ познать мир заключается в том, чтобы перестать сосредотачиваться на внешнем облике вещей и вместо этого заняться как можно более точным описанием движения. Для них особенно важно было выявить математические закономерности в характере движения объектов. К числу кеплеровских открытий относится то, что он нашел такие закономерности в движении планет вокруг Солнца, а Галилей обнаружил закономерности не такие далекие — в движении объектов, свободно падающих на землю.

Для религиозного Кеплера Бог был «архитектором Вселенной», который создал ее, руководствуясь планом, подвластным человеческому пониманию при помощи геометрии — науки, которую Кеплер чтит как святыню¹. Несговорчивый Галилей часто подчеркивал, насколько важно сравнивать прогнозы, сделанные в рамках научных теорий, непосредственно с результатами наблюдений за окружающим миром: в глазах Эйнштейна эта точка зрения превратила Галилея в «отца современной науки», хотя Галилей был склонен к преувеличению точности полученных им экспериментальных данных². Также ему была не чужда ма-

¹ Gal and Chen-Morris (2014: 167–168).

² Einstein (1934: 164); Heilbron (2010: 33, 132, 135).