УДК 51

Мустафин Альхас Амирович,
к. филос. н., ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: alhas355@mail.ru

МАТЕМАТИЗАЦИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Mustafin A.A.

MATHEMATIZATION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE: HISTORY AND MODERNITY

Аннотация. Данная статья представляет собой обзор основных событий в истории математики с древнейших времён до наших дней; описание вклада античной философии в математизацию современного научного знания, их преемственность и взаимосвязь; анализ эффективности и возможностей применения математических методов в науке и технике, а также значения математического знания для развития всей современной науки.

Ключевые слова: математика, протонаучные знания, методология Платона, физика Аристотеля, математизация научного знания, математическая модель и методы.

Abstract. This article is an overview of the main events in the history of mathematics from ancient times to the present day; a description of the contribution of ancient philosophy to the mathematization of modern scientific knowledge, their continuity and interrelation; an analysis of the effectiveness and possibilities of applying mathematical methods in science and technology, as well as the importance of mathematical knowledge for the development of all modern science.

Keywords: мathematics, protoscientific knowledge, Plato's methodology, Aristotle's physics, mathematization of scientific knowledge, mathematical model, mathematical methods.

«В каждой естественной науке заключено столько истины,
сколько в ней есть математики».
Иммануил Кант

Само понимание математизации знания наводит на мысль, что в истории науки было время, когда научное знание обходилось без математики. Однако, если задуматься, то такой период в её истории довольно сложно себе представить, и вряд ли он вообще существовал когда-либо, поскольку любое объективное, научное знание, само по себе, уже предполагает какие-то количественные фиксации и некоторые математические методы.

К примеру, в древности людям стало понятно, что астрономия без математики невозможна, поэтому астрономия в течение длительного периода являлась составной частью математики. Древние вавилоняне и египтяне создали сложные календарные системы, которые требовали глубокого понимания небесных циклов и, следовательно, применения математических методов для их предсказания. Наблюдения за движением небесных тел, попытки предсказать лунные и солнечные затмения, – все это невозможно было бы без элементарных математических вычислений, даже если эти вычисления не были формализованы в виде современных уравнений.

Позднее, греками были введено в науку такое важное математическое понятие, как доказательство. Это был принципиально новый шаг в научном исследовании и, что очень важно, этот подход применялся в различных областях древнегреческой науки. Понятие строгого математического доказательства, как сейчас считается, является достоянием собственно греческой, а не вавилонской или египетской математики.

Если в эпоху древневосточных цивилизаций протонаучные знания носили исключительно прикладной, рецептурный характер (то есть, выполнение каких-либо работ по рецептам, созданных в результате практического опыта), то греки поступали по-иному. Они вводили некоторую систему первопринципов, (постулатов и аксиом), откуда логическим путём получали всевозможные следствия.

Этот подход был идеально реализован в геометрии Евклидом. Таким же образом у греков были устроены астрономические теории. Например, Евдокс Книдский, позднее Птолемей и Гиппарх Никейский развили геометрические модели движения планет, продемонстрировав тем самым тесную связь астрономии и геометрии. Их современник Пифагор и его последователи справедливо полагали, что Земля имеет сферическую форму и что небесные тела движутся по круговым орбитам. В итоге, астрономия в эпоху античности считалась одной из математических наук, что подчеркивает фундаментальную роль математики в развитии системы наук о природе [4, с. 33].

Античная философия внесла значительный вклад в математизацию естествознания. Как отмечал Алексей Лосев, русский советский философ и антиковед, «Платон рассматривал число как фундаментальный принцип бытия. Согласно Платону, мир устроен по математическим законам, и понимание этих законов – ключ к пониманию этого мира. Это не просто метафизическое утверждение, но методологическая установка, указывающая на необходимость математического анализа природы. Число, по Платону, не просто количественная характеристика, но и качественная сущность, определяющая свойства и отношения объектов» [5, с. 367].

Идеи Платона оказали значительное влияние на развитие науки, подготавливая почву для последующей всеобщей математизации научного знания. Эта «числовая пронизанность» в идеях Платона нашла своё воплощение в неопифагорействе, а затем и в средневековой схоластике, где математика использовалась для доказательства религиозных истин.

Очевидно, что методология Платона существенно отличается от современных методов познания, но сам принцип математического понимания мира остаётся актуальным и по сей день. Не случайно, один из создателей квантовой механики, Вернер Гейзенберг говорил о необходимости смены основополагающих понятий. Он предлагал отойти от материалистического атомизма Демокрита, от понятий исходных элементарных частиц, и принять взамен идеи математической симметрии Платона, как принципа взаимосвязи идей, чисел и чувственных вещей в его философской системе.

Другими словами, философия Платона, по мнению Гейзенберга, «представляется наиболее адекватной, поскольку частицы современной физики являются представителями групп симметрии, и в этом отношении они напоминают симметричные фигуры платоновской философии. То есть, современная физика должна отстраниться от учения Демокрита и приблизиться к идеям Платона, поскольку сначала мы открываем сущности математических формул (идеи по Платону), а потом обнаруживаем соответствующие им физические объекты» [3, с. 119].

Когда мы говорим о математизации научного знания в разные периоды времени, следует понимать, что это не одно и то же. Эта разница хорошо прослеживается на сравнении физики Аристотеля и физики последующих веков. В физике Аристотеля нет привычных для нас физических формул. Есть различные физические, натурфилософские рассуждения и житейские наблюдения о том, что все предметы стремятся к своему месту, почему тяжелые предметы должны падать быстрее, а легкие медленнее, но нет того, что составляет на сегодняшний день ядро современной науки.

Сама по себе математика была всегда включена в научное знание, однако осознание этого, и систематическое применение математики не имплицитно, но как инструмента, начинается только с возникновением естествознания. Что математику использовали с незапамятных времён – это факт очевидный и несомненный. Но вот осознание её роли, осознание насколько это универсальный и всеохватывающий язык, возникло не столько с появлением, собственно, самого естествознания, а с понимания того, что существование естествознания, как такового, невозможно без математики.

Наиболее ярко эту истину сформулировал Галилей, когда заявил, что «философия написана в величественной книге (я имею в виду Вселенную), которая постоянно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научится постигать ее язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики» [2, с. 41]. При этом, написана эта книга Богом, который говорит на языке математики.

Эта мысль о языке математики постепенно проникала в сознание ученых, и уже XVII век стал веком активного её применения в естествознании. Математика стала походить на тот абсолютный язык, который бы ученые хотели иметь – нейтральный, лишенный всякой субъективности, формализованный и понятный всем. Рене Декарт так и говорил, в этом смысле, что нужно создать всеобщую (универсальную) математику, с помощью которой станет возможным построить систему наук о природе, способную обеспечить человеку господство над ней. То есть, не просто комплекс отдельных наук (физика, химия, география и т. д.), а всеобщую математику, в рамках которой должен строиться подход к описанию, пониманию и объяснению природы, как таковой. Другими словами, математика должна стать основным, универсальным и мощным средством её познания.

Исаак Ньютон, младший современник Декарта, рассчитал шарообразность Земли, сплюснутую у полюсов и расширенную у экватора, исключительно средствами математики. Этими же средствами он вычислил орбиты спутников Юпитера и Сатурна и рассчитал силу земного притяжения Луны. Он совершенно сознательно связал свои размышления о началах натуральной философии с математикой, поскольку созданный им математический аппарат, с помощью которого он написал «Математические начала натуральной философии» (возможно, по аналогии с работой Декарта «Первоначала философии»), полностью отвечал его физическим и философским убеждениям.

С этой работы начинается настоящая математизация физики, поскольку в ней у Ньютона все излагается исключительно на языке математики. Ньютон не объяснял, например, природу гравитации, поскольку не ставил себе такой задачи. Отсюда, кстати, его знаменитая фраза «гипотез не измышляю!» (hypotheses non fingo!). Он просто ввёл формулу гравитационного притяжения, и все последующие объяснения выстраивал с помощью обращения к данной формуле. Это был совершенно иной подход, новое понимание знания, то есть математический аппарат, становится составной и важнейшей частью науки.

Далее, процесс математизации естествознания стал всё больше углубляться, и чем более развитой становилась наука, тем больше в ней становилось математики. Происходил процесс, когда математика начинала обгонять само естествознание, то есть, прежде чем исследовалась какая-то новая область, первоначально выстраивалась её математическая модель, а затем только исследовалась сама эта область. Другими словами, изначально математика была инструментом, однако, в каком-то смысле, её способность объяснять и, что особенно важно, предсказывать, позволило придать исключительное значение математическому моделированию новых исследуемых областей науки.

Перед войной (1941-1945 гг.) в СССР проходили полётные испытания новейших образцов самолетов, в результате которых происходили их систематические разрушения, из-за неожиданной, быстро нарастающей, интенсивной тряски, буквально в 1-2 секунды ломающей машину. Это происходило бесконечно, несмотря на все попытки сделать очередной образец более прочным. Возникало явление, которое в теории колебаний называется «флаттер» [< анг. flutter – дрожание, вибрация] – разновидность вибраций, возникающих в полёте. Чтобы преодолеть технические трудности, связанные с повышенными скоростями полета, академиком Мстиславом Келдышем была разработана математическая модель крыла, позволившая точно определить на какой скорости самолёту угрожает флаттер. Им же были предложены меры, исключающие это явление и риск разрушения самолёта, то есть какими должны быть конструкции, материалы и соотношения всех параметров новых образцов. Этот пример наглядно иллюстрирует выдающееся значение математики в моделировании новых исследуемых направлений в науке.

Хотелось бы обратить внимание ещё на одно удивительное свойство математики, которое заставляло многих ученых ставить вопрос, почему математика не ошибается и почему она хорошо работает в разных науках? Юджин Пол Вигнер, американский физик и математик, в связи с этим заметил: «Закон тяготения, очень ненадежно установленный Ньютоном (он мог быть проверен Ньютоном на опыте с точностью около 4%), оказался правильным с погрешностью менее одной десятитысячной процента и почти что воплотил в себе идею абсолютной точности, так что лишь в самое последнее время физики пытаются новыми средствами выяснить границы применимости этого закона. Безусловно, пример с законом Ньютона, на который не перестают ссылаться, должен стоять первым в списке фундаментальных законов, сформулированных с точки зрения математика наиболее просто и оказавшихся по своей точности превосходящими всякие разумные ожидания» [1, с. 541-542].

То есть, математика заставляет многих исследователей говорить о её непостижимый эффективности, и, что ещё интереснее, говорить о том, что процесс познания являет собой не что иное, как открытие того, что уже в реальности давно уже существует. Любопытно, что такой подход (вспомним учение Платона об идеях) в научном познании, как не удивительно, оказался весьма плодотворным. На протяжении столетий его придерживалось ряд великих математиков, таких как Готфрид Лейбниц и Шарль Эрмит.

В 1927 году Поль Дирак, британский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики, записывая уравнение, описывающее электрон, движущийся со скоростью близкой к скорости света, заметил, что в нем содержится нечто странное. Он обратил внимание, что оно описывает не только отрицательно заряженный электрон, но и частицу с той же массой, что и электрон, однако с положительным зарядом. В то время были известны только три субатомные частицы: протон, который расположен в ядре атома, электрон, вращающийся вокруг ядра и фотон – частица света. Казалось, что в другой частице не было необходимости. Даже такие великие физики того времени, Вернер Гейзенберг и Вольфганг Паули, считали уравнение Дирака неверным, однако они ошиблись. Расчёты Дирака оказались правильными. Позднее, в результате ряда экспериментов, обнаружилось, что такая частица действительно существует. Дирак поначалу не поверил собственному предсказанию, хотя всячески подчёркивал её существование. Вскоре позитрон (так назвали частицу) действительно был обнаружен в составе космического излучения [6, с. 259-262]. Этот пример иллюстрирует фантастические возможности математики, которая может вполне описать объекты, о существовании которых никто даже не догадывался.

В заключение, хотелось бы отметить, роль и значение математики и математизации научного знания, состоящей в её универсализации, подразумевающей охват всех наук, методологической гибкости, выраженной в сочетании количественных и структурных методов и обратной связи, состоящей из влияния прикладных задач на развитие самой математики; практической значимость математики для науки в целом, которая заключается в её способности превращать абстрактные теории в работающие технологии, улучшающие качество жизни.

От медицины до экономики, от космоса до искусственного интеллекта – математика стала ключевым инструментом прогресса, без которого современная цивилизация невозможна. Математизация научного знания – это не просто теоретический процесс, а мощный инструмент, преобразующий науку, технологии и общество.

И последнее, на что хотелось бы обратить внимание, это то, что чудесная загадка математики вынуждает многих исследователей вновь возвращаться к идеям Платона. Заставляет их говорить о том, что, собственно, все математические теории уже есть и существуют, и мы их открываем, как это делает путешественник, открывая однажды остров, который всегда существовал, но не был до этого известен людям.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вигнер Ю.** Непостижимая эффективность математики в естественных науках / В. Юджин // Успехи физических наук. – 1968. – Т. 94, – Вып. 3. – С. 535-546.
2. **Галилей Г.** Пробирных дел мастер / Г.Галилей. – Москва: Наука, 1987.– 272 с.
3. **Галилей, Г.** Избранные труды : в 2 т. / Г. Галилей.– М. : Наука, 1964.
4. **Галилей, Г.** Математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению / Г. Галилей. – М.-Л. : ГИТТЛ, 1934. – 696 с.
5. **Галилей, Г.** Послание к Франческо Инголи / Г. Галилей. – М.-Л. : изд-во АН СССР, 1943. – 191 с.
6. **Гейзенберг, В.** Шаги за горизонт / В. Гейзенберг. – М. : Прогресс, 1987. – 368 с.
7. **Гейзенберг, В.** Физика и философия / В. Гейзенберг. – М. : Наука, 1989. – 400 с.
8. **Гейзенберг, В.** Физика и философия / В. Гейзенберг. – М. : Иностранная литература, 1963. – 205 с.
9. **Жмудь, Л.Я.** Пифагор и его школа / Л. Я. Жмудь. – Л.: Наука, 1990. – 190 с.
10. **Лосев А.Ф.** История античной эстетики. В 8 Т. Т. 2. / А.Ф. Лосев. – Москва : АСТ, 2000. – 846 с.