

---

---

**От Редакции:** Известному российскому философу, одному из ведущих специалистов в области философии и методологии науки, заслуженному профессору МГУ им. М.В. Ломоносова Сергею Александровичу Лебедеву исполнилось 80 лет. Под его руководством была подготовлена и издана серия книг по методологии научного познания, концепциям современного естествознания, инновационным аспектам научной деятельности. Он активный автор нашего журнала. Редколлегия и редакция журнала «Вопросы философии» поздравляют Сергея Александровича с юбилеем и желают ему здоровья и дальнейших творческих успехов.

## **Аксиология науки: ценностные регуляторы научной деятельности**

© 2020 г.      С.А. Лебедев

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, 119991, Ломоносовский проспект, д. 27, корп. 4.*

*E-mail: saleb@rambler.ru*

Поступила 10.01.2020

В статье дается описание влияния ценностных регуляторов научной деятельности на структуру и динамику науки. Их содержание не только меняется со временем, но также имеет свою специфику в разных областях науки. Существует два вида таких регуляторов: внешние и внутренние. Внешние это совокупность господствующих в обществе представлений о целях и предназначении науки как социальной деятельности и социальном институте. Эти представления формируются наличной культурой, органической частью которой наука всегда была и остается сегодня. Результатом взаимодействия науки с культурой является определенный культурно-исторический тип науки, в формировании которого ведущая роль принадлежит культуре и ее потребностям. Соответственно радикальным изменениям в культуре, изменяется и культурно-исторический тип науки (древняя восточная наука, античная наука, средневековая наука, классическая новoeвропейская наука, неклассическая наука, современная постнеклассическая наука). Внутренние это идеалы и нормы научного познания, формируемые самим научным сообществом в рамках того или иного культурно-исторического типа науки. Как внешние, так и внутренние ценности науки имеют историческую природу и эволюционируют со временем. В настоящей статье основное внимание будет уделено внутренним ценностям науки на основе анализа истории физики и математики.

**Ключевые слова:** наука, культура, аксиология науки, классическая наука, неклассическая наука, постнеклассическая наука.

DOI: 10.21146/0042-8744-2020-7-82-92

Цитирование: *Лебедев С.А.* Аксиология науки: ценностные регуляторы научной деятельности // Вопросы философии. 2020. № 7. С. 82–92.

# Axiology of science: value regulators of scientific activity

© 2020      Sergey A. Lebedev

*Lomonosov Moscow State University,  
27/4, Lomonosovskii prospect, Moscow, 119991, Russian Federation.*

*E-mail: saleb@rambler.ru*

Received 10.01.2020

The purpose of the article is to describe the influence of value regulators on the functioning and dynamics of scientific knowledge. Their content not only changes over time, but also has its own specifics in different fields of science at any stage. There are two types of such regulators: external values and internal values. The external values of science are lots of the general social ideas about goals and mean of science as the social activity and the social institute. This ideas forms in the culture, the organic of it's a science always was and remains today. The result of interconnection a science and a culture is the certain culture-history type of science, a leading role in forming of it belong the culture and its wants. In according to the radical innovations of culture change also the culture-history type of science (ancient-east science, antic science, medieval science, classic new-European science, non-classical science, post-nonclassical science). The internal values of science are the ideals and norms of scientific cognition, they form itself of scientific community in the frame of the culture-history type of science. As the external, as the internal scientific values have history nature and evolution in the time. In the present article the main attention will spare the internal values of science on the foundation analysis the history of physics and mathematics.

**Keywords:** science, culture, axiology of science, classical science, non-classical science, post-non-classical science.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–7-82-92

Citation: Lebedev, Sergey A. (2020) 'Axiology of science: value regulators of scientific activity', *Voprosy Filosofii*, vol. 7 (2020), pp. 82–92.

*Внешние (социокультурные) ценности динамики науки.* В эволюции науки можно выделить шесть ее культурно-исторических типов: древняя восточная наука (Вавилон, Шумеры, Египет и др.), античная наука, средневековая наука, наука Нового времени – XIX в. (классическая наука), неклассическая наука (первая половина XX в. – 70-е гг. XX в.), постнеклассическая наука (70-е гг. XX в. – по настоящее время) [Лебедев 2013<sup>a</sup>]. Культурно-исторические типы науки различаются между собой лежащими в их основе внешними ценностями, представлениями о месте и роли науки в обществе. Так, древняя восточная наука была жестко привязана к практическим потребностям своего времени, к обслуживанию наличной практики знанием, основанном на систематическом наблюдении явлений, их классификации, обобщении, измерении и счете. Главное предназначение науки виделось в получении более точного эмпирического знания, чем то, которое давал повседневный опыт людей и их здравый смысл. Основу древневосточной науки составили знания в таких ее областях, как геометрия, арифметика, астрономия, медицина, разведение животных, строительство, механика.

В V в. до н.э. в рамках древнегреческой цивилизации возник качественно иной тип науки по сравнению с древневосточной наукой – античная наука. Свою главную цель

она видела не в служении практике и ее потребностям, а в поиске абсолютно-истинного знания. Практическое (техничко-технологическое) знание было исключено древнегреческими учеными из сферы науки и было отнесено ими к описанию умений, к знанию «как», а не к знанию «что» об объектах природы. Наука понималась в Древней Греции только как знание о свойствах, отношениях и законах самой объективной реальности, но не об искусственной технической и социальной реальности, создаваемой людьми в своих интересах. Соответственно практика в античной науке не считалась ни главной, ни тем более единственной целью научного познания. Практические приложения науки рассматривались не более как внешняя самостоятельность ученых, подобных Архимеду или Герону. Главная внутренняя цель науки – Истина о мире, цель практической деятельности – материальная польза или выгода. Объективная истина о мире и цели людей часто не имеют не только ничего общего между собой, но иногда и явно противоречат друг другу. Наука – логически доказательное объективно-истинное знание о мире, тогда как практика, материальная деятельность, которая может быть вполне успешной и на основе практического искусства и умений, вовсе не требующих обязательной опоры на логически доказанное знание. Основным средством получения логически доказанного знания является отнюдь не опыт, а мышление, интеллектуальная интуиция и логика. Предмет и цель науки – познание объективных законов самой природы как целого. Система ее законов может и должна быть логически связанным и доказательным знанием, иерархической структурой законов разной степени общности. Ее целостность обеспечивается дедуктивным методом, логическим выведением менее общих законов природы из более общих ее законов и, в конечном счете, из всеобщих законов.

На смену античному типу науки в средневековой религиозной цивилизации Европы приходит новое понимание места и функций науки в культуре и ее места в обществе. В Средние века наука, как и в Античности, рассматривается как часть мировоззрения. Однако описание принципов истинного мировоззрения трактуется как божественная Истина, зафиксированная в тексте Священного Писания – Библии (Ветхом и Новом Завете). И эта истина не может быть подвергнута сомнению с позиций человеческого разума. Это Абсолютная мировоззренческая истина, заповедь о том, что есть человек и как он должен жить в этом мире. Постигание текста Священного Писания (правильная интерпретация его синтаксиса) возможна только с помощью герменевтического искусства на базе божественного откровения, логики и лингвистического анализа. Совокупность таких способностей и составляла основное содержание так называемой «схоластической мудрости» профессоров средневековых университетов. При истолковании истинного мировоззрения как системы знания, состоящей из трех составных частей: теологии, философии и частных наук, главное место среди них отводилось теологии, затем философии и науке. Истинны Веры выше Истин Разума. При таком понимании роли науки в формировании мировоззрения на первое место выходило гуманитарное знание: теология, философия, логика, лингвистика, языкознание, риторика, герменевтика, социальная философия. Естественные же науки, математика и техническое знание не были востребованы в европейской средневековой культуре и потому оставались на ее периферии.

В XVII в. происходит третья революция в истории развития европейской и мировой науки. В эпоху Возрождения и Новое время на смену средневековому типу науки приходит новый культурно-исторический тип, получивший впоследствии название современной, или модернистской, науки. «Знание – сила» – так формулирует предназначение науки в обществе один из главных идеологов модернистской культуры Ф. Бэкон [Лебедев 2018]. В основе такого понимания роли науки было четкое осознание, что только развитие техники и технологии способно кардинально решить проблему материального богатства и могущества общества. Как и то, что новые виды техники и технологий могут быть созданы только на основе развития естествознания, математики и технических наук. Объективная истина и истинное мировоззрение по-прежнему считаются целью науки, но к ней добавляется существенное уточнение – научная истина должна быть также и практически полезным знанием. Наука должна научиться создавать

максимально точное и экспериментально воспроизводимое знание. Теоретические же законы науки должны иметь форму математических уравнений, ибо только тогда они будут обладать той степенью точности и однозначности, которая требуется технике и технологии для их успешного функционирования. Цепочка от науки к культуре была выстроена следующим образом: наука – научная теория – рациональная модель практической деятельности. Самым слабым звеном этой цепочки оказалась научная теория, понимаемая как система эмпирических законов некоторой области объективной реальности. Но уже Юмом было доказано, что истинность любых эмпирических законов не может быть доказана исключительно на основе опыта. Любой закон в силу своей всеобщности и необходимости всегда выходит за пределы наличного опыта, а потому остается только гипотезой, но не доказанной истиной. Тогда уделом науки остается только одно – быть рациональной основой предсказаний и практической деятельности. Внутренняя же и реально достижимая цель науки – это не объективная истина о реальности, а только максимально точная и полезная гипотеза.

В конце XIX – начале XX в. пришел новый культурно-исторический тип науки – неклассическая наука. Ее внутреннюю ценностную основу составили вероятностный стиль мышления, признание относительного и условного характера всех научных истин, уравнивание в правах динамических и статистических законов науки, осознание неизбежности плюрализма предмета и методов не только у разных областей науки, но и для разных уровней научного знания любой конкретных науки. Наука все более отдалялась от философии и все более интегрировалась в экономику в качестве ее инновационной составляющей. Это коснулось не только прикладных исследований, но и фундаментальной науки, органически вплетенной в общую структурную цепочку функционирования науки: фундаментальная наука – прикладная наука – опытно-конструкторские разработки (наукоемкие образцы новых товаров и услуг).

С 70-х гг. XX в. неклассический тип постепенно вытесняется постнеклассической наукой, которая еще более отдаляется от задачи формирования истинного мировоззрения и все более тесно интегрируется в инновационную экономику как поставщик для нее интеллектуальной собственности и новых товаров и услуг для сферы потребления. Как убедительно показывает история науки, изменение ее внешнего ценностного контура существенно влияет и на изменение ее методологических оснований [Степин 1974]. Но она демонстрирует и другое: это влияние отнюдь не является однозначным. На выработку представлений ученых об идеалах и нормах научного исследования влияет также и ряд других факторов. Во-первых, это преимущественный тип объектов научного исследования: макрообъекты, микрообъекты, мегаобъекты, объекты живой и неживой природы, социальные объекты, объекты техносферы, простые и сложные объекты. Во-вторых, это методологические предпочтения ученых, имеющие место не только в разных областях науки, но даже в одной и той же научной дисциплине. Например, они могут быть обусловлены различными по своей онтологии уровнями научного знания любой из наук (чувственный, эмпирический, теоретический и метатеоретический), требующие для получения и обоснования знания этих уровней разных методов. Наконец, третьим фактором наличия методологического плюрализма в науке является присущая ученому творческая свобода как неотъемлемое свойство субъекта научного познания, имеющая своим объективным основанием то, что предмет познания в принципе не в состоянии однозначно детерминировать свою модель [Лебедев 2013<sup>9</sup>]. В научном познании ценностные предпочтения ученых играют не менее существенную роль при построении конкретной модели объекта, как и его содержание. Действие всех рассмотренных выше факторов позволяет выдвинуть гипотезу, что внутренние ценности научного познания имеют относительную самостоятельность не только по отношению к внешним ценностям науки, но и по отношению к объектам познания [Лебедев 2017].

*Внутренние (методологические) ценности динамики научного знания.* Влияние внутренних ценностей на развитие научного знания имеет в эпистемологии название проблемы идеалов и норм научного исследования. Рассмотрим ее на материале истории

физики и математики. Начнем с вопроса о том, почему физик Аристотель никогда бы не принял ни механику Ньютона, ни закон свободного падения тел Галилея за истинное научное знание? Ответ прост: Аристотель был эмпириком в понимании природы научного знания и считал, что науки о природе должны быть обязательно обобщением чувственного опыта. А закон инерции явно противоречил чувственному опыту, наблюдениям за движением реальных тел в силу наличия трения о другие объекты (среду) при его движении. Аристотель подробно анализировал этот вопрос в своей «Физике» и доказывал, что любое движение тела может начаться только тогда, когда к нему приложена сила. Чувственный опыт показывает: нет приложенной силы – нет движения. Движение любого реального тела всегда рано или поздно заканчивается потому, что есть трение. На Земле отсутствует какая-либо пустота («Природа не терпит пустоты»), а сопротивление воздуха будет разным для тел разного размера и массы. А потому и скорость их падения на Землю не может быть одинаковой при падении с одной и той же высоты. Итак, для Аристотеля как физика-эмпирика обязательным и главным критерием объективной истинности физического знания являлось его соответствие данным наблюдения.

Второй пример. Почему университетские профессора (коллеги Г. Галилея) не могли принять за истину его утверждения о неоднородности распределения вещества на Солнце и Луне, о чем якобы свидетельствовали наблюдения с помощью построенного Галилеем телескопа («пятна» на Солнце и «горы» на Луне)? Все дело было в том, что позиция профессор-оппонентов Галилея была рационалистической. Во-первых, утверждали официальные университетские профессора, на небе всё должно быть совершенно в силу его близости к Богу, а потому там однородность материальных тел и равномерность их движений более естественны, чем их неоднородность и неравномерность. Во-вторых, сами результаты наблюдения в телескоп могли быть результатом aberrации света при его прохождении через увеличительные стекла телескопа. В-третьих, телескоп Галилея мог быть просто неудачной технической конструкцией, несовершенным оптическим прибором, искажающим реальное положение дел на небе. Примеров таких неудачных конструкций в истории науки было немало. Опять главной причиной расхождения между Галилеем и его научными оппонентами была отнюдь не оппозиция «гениальный Галилей – невежественные профессора», а различие в понимании роли чувственных данных в получении и обосновании объективной истины. Это расхождение было следствием приверженности разным идеалам и нормам научного исследования – безоговорочное доверие чувственным данным у Галилея и столь же безоговорочное предпочтение теории, идее, мышлению у его оппонентов, особенно в ситуации столкновения, противоречия между опытом и мышлением. Кстати, Галилей не был последовательным в своих эпистемологических предпочтениях и, скорее, занимал здесь оппортунистическую позицию. Так, при утверждении истинности законов инерции и закона свободного падения тел он был, скорее, рационалистом, чем эмпириком. А в утверждении результатов наблюдения за небесными явлениями с помощью телескопа он был уже, скорее, эмпириком, нежели рационалистом.

Хорошо известно, что Галилей, несмотря на приверженность гелиоцентризму Коперника, в то же время не поддержал небесную механику И. Кеплера, согласно которой планеты хотя и вращаются вокруг Солнца, но вовсе не по окружностям, как у Коперника, а по эллиптическим траекториям. При этом теория Кеплера в отличие от теории Коперника находилась в гораздо лучшем согласии с многолетними астрономическими данными наблюдений за движением небесных тел, полученных Тихо Браге. Галилей же, будучи догматическим приверженцем теории Коперника, отказывал в самой возможности какой-либо коррекции этой теории. И здесь он разделял веру схоластов о том, что движение всех небесных тел должно быть совершенным, равномерно-ускоренным, орбиты же их вращения – только круговыми, ибо только в таком случае можно было обеспечить равномерность движения. Таким образом, в данном случае Галилей отдавал предпочтение не опытным данным, а должному поведению материальных тел. Удивительно, но Галилей не ответил на посланное ему Кеплером

сочинение по небесной механике, не удостоив эту гениальную работу даже простым отзывом. И это было явным свидетельством скрытого соперничества между двумя крупнейшими учеными XVII в., реальную основу которого составляли разные взгляды на идеалы и нормы научного исследования (в данном случае рационалист Галилей противостоял эмпирику Кеплеру).

Еще один показательный пример влияния ценностных представлений об идеалах и нормах научного исследования на оценку научных результатов – это драматическая по своей остроте и непримиримости полемика между Э. Махом и Л. Больцманом в отношении созданной последним молекулярно-кинетической теории газов и его статистической трактовки второго начала термодинамики. Эмпирист Мах считал, что в научных теориях не должно быть места понятиям, не имеющим чувственного коррелята [Мах 2011]. Именно на этом основании Мах критиковал как ненаучные понятия «абсолютное пространство» и «абсолютное время» классической механики Ньютона, решительно выступил против молекулярно-кинетической теории Больцмана, в которой молекулы газа интерпретировались как ненаблюдаемые атомы, находящиеся в хаотическом движении. По мнению Маха, введение Больцманом в термодинамику таких ненаблюдаемых сущностей не только не привело к увеличению ее предсказательных возможностей, но, напротив, только усложнило ее. Резкие возражения встретила и предложенная Больцманом вероятностная трактовка второго начала термодинамики, а также объяснение на ее основе факта отсутствия тепловой смерти Вселенной как теоретически вполне возможного, но при этом очень маловероятного события. По Маху, это утверждение нельзя проверить в силу ничтожно малой вероятности осуществления подобного рода событий (не чаще одного раза в несколько миллиардов лет). Согласно же рационалисту и «эстету» Больцману главным свойством научных теорий является их логическая доказательность, внутреннее совершенство и мировоззренческая значимость, а вовсе не их эмпирическая проверяемость. При этом Больцман подчеркивал практическую значимость такого рода научных теорий, понимая под этим их вклад в развитие научного знания в целом, в расширение горизонта понимания действительности, а отнюдь не в плане утилитарного понимания практической значимости теорий в смысле их успешного технологического применения.

Столь же ярким примером влияния представлений об идеалах и нормах науки на оценку результатов научного исследования была знаменитая дискуссия между А. Эйнштейном и Н. Бором о статусе квантовой механики. Эйнштейн исходил из идеала научной теории, согласно которому ее законы должны быть строго однозначными, выражающими необходимую связь объектов или их состояний. Это положение Эйнштейн распространил на квантовую механику, описывающую законы поведения объектов микромира. С его точки зрения, вероятностные законы поведения объектов микромира нужно рассматривать лишь как временное явление, свидетельствующее о неполноте этой теории. Согласно Эйнштейну ей на смену должна прийти новая квантовая теория с однозначными законами микромира. Бор и Гейзенберг были категорически не согласны с такой оценкой, считая существующую квантовую механику и ее законы отражающими специфику поведения объектов микромира, для которых неопределенность и вероятностный характер законов являются их имманентными характеристиками. И как оказалось впоследствии, именно Бор и Гейзенберг оказались правы в решении вопроса о том, какими могут быть законы в разных научных теориях (они могут быть как динамическими, однозначными, так и вероятностными, статистическими). Культура вероятностного стиля мышления существенно отличается от динамического способа мышления. Но это опять не что иное, как вопрос о предпочтениях ученых.

Теперь рассмотрим влияние предпочтения, оказываемое учеными тем или иным методологическим стандартом, на развитие математики. Существенное влияние этих предпочтений имело и имеет место при решении такой фундаментальной проблемы, как критерий существования математических объектов. Долгое время, начиная с античной математики и вплоть до начала XX в., таким критерием считалась их непротиворечивость, которому отвечали не только положительные числа, но и отрицательные;

не только рациональные, но и иррациональные; не только действительные числа, но и мнимые; не только конечные множества любых объектов, но и актуально бесконечные множества; не только односоставные числа, но и многосоставные (комплексные); не только числа – точки, но и числа – матрицы; не только линейные зависимости в уравнениях, но и нелинейные (при этом любой степени). Какие бы сложные арифметические и алгебраические числа и зависимости в математике ни предлагались, если они были непротиворечивыми, в рамках классической математики им было нельзя отказать в существовании. В отличие от физики и естествознания признание существования тех или иных математических объектов не требует эмпирического удостоверения, поскольку для большинства математических объектов это просто либо не осуществимо, либо бессмысленно по существу. В самом деле, как можно эмпирическим путем удостоверить (или опровергнуть) существование мнимых и комплексных чисел, или бесконечных множеств, или предела бесконечной последовательности, или отсутствия производных в ряде точек у некоторых непрерывных кривых или поверхностей? В естествознании же, а также в социальных науках существование объектов с противоречивыми свойствами вполне допустимо, если это подтверждается эмпирически (например, свет и прерывен, и непрерывен, электрон – это и корпускула, и волна, любая поверхность реальных тел не только отражает падающую на нее энергию, но и поглощает ее и т.д.). Только в геометрии ситуация с существованием ее объектов всегда была несколько иной, чем в арифметике и алгебре. Дело в том, что долгое время геометрию понимали как науку о реальном пространстве и его свойствах. Поэтому помимо недопущения противоречий в объектах геометрии для доказательства их существования требовалось также либо чувственное восприятие, либо применение к ним процедур измерения их свойств. Именно поэтому долгое время не признавали геометрию Лобачевского и ее объекты, например ее треугольники, поскольку сумма их углов в планиметрии Лобачевского всегда меньше  $180^\circ$  и к тому же еще зависит от площади треугольника. Долгое время найти такие треугольники в опыте не удавалось в силу относительно малых размеров наблюдаемых в макром мире реальных треугольных объектов, хотя никакого логического противоречия в чисто мысленном допущении существования неевклидовых треугольников не было. Также нельзя было эмпирически проверить такую логически непротиворечивую конструкцию геометрии Лобачевского, согласно которой два перпендикуляра к одной прямой линии при их удалении от этой прямой расходятся друг от друга. Неевклидовы геометрии были приняты математическим сообществом только тогда, когда для обоснования существования геометрических объектов и конструкций, о которых говорилось в этих геометриях, было снято требование эмпирического подтверждения их существования (требование их наблюдаемости в опыте) [Лебедев 2018].

Аналогичная ситуация имела место и при обсуждении существования актуально бесконечных множеств («завершенных бесконечностей»), необычные свойства которых описывала теория множеств Г. Кантора. Например, для таких множеств оказалось неверно, что их часть меньше целого; она могла быть и равной целому. Правда, теория множеств Кантора утверждала о невозможности существования самого большого бесконечного множества как множества всех возможных множеств, так как допущение такого множества вело к логическому противоречию его свойств. Хотя с эмпирической точки зрения существование такого множества вполне возможно – это бесконечная Вселенная, включающая все объекты мира в их совокупности. Кстати, именно из такого предположения о Вселенной исходила классическая физика. Еще один пример о критерии существования математических объектов. В конце XIX в. была построена проективная геометрия в качестве одной из моделей, в которой выполняются соотношения геометрии Лобачевского. Но основными понятиями проективной геометрии были понятия «бесконечно удаленная точка», «бесконечно удаленная линия», «бесконечно удаленная плоскость», которые не имели коррелятов в эмпирическом опыте, и поэтому суждения о них не могли быть проверены опытным путем. Однако поскольку никакого логического противоречия в существовании объектов проективной

геометрии обнаружено не было, постольку с позиции математического критерия такие объекты были признаны существующими.

В связи с обнаружением в конце XIX – начале XX в. логических противоречий в теории множеств Кантора (которая считалась фундаментом всей математики) ряд математиков выступил с резкой критикой критерия существования объектов классической математики. Именно в нем они увидели главную причину возникновения логических противоречий в теории множеств Кантора. Конечно, при этом не могло быть и речи о применении к объектам математики требования эмпирического обоснования их существования. После принятия неевклидовых геометрий в качестве полноценных математических теорий эмпирическое истолкование природы математического знания и требование эмпирических критериев обоснования ее утверждений, в том числе суждений о существовании математических объектов, окончательно ушли в прошлое. В качестве альтернативы классическому критерию существования математических объектов была выдвинута концепция, получившая название финитизма (Л.Э. Брауэр, А. Гейтинг, А. Пуанкаре, Г. Вейль и др.), согласно которой существующим в математике должен считаться только такой ее объект, который может быть построен с помощью конечного количества операций, конечного числа шагов за конечное время. Если математический объект не может быть создан (и соответственно представлен математическому сообществу) таким способом, его нельзя считать существующим. «Существовать в математике значит быть построенным» – таков критерий существования, выдвинутый сторонниками конструктивизма. Правда, под этот критерий не попадали исходные объекты математики, из которых должны быть построены все остальные ее объекты.

Исходными объектами мыслились натуральные числа (целые положительные числа) и прежде всего 1 и операция постоянного прибавления к ней еще одной единицы и, таким образом, построения сначала всех чисел натурального ряда, а затем и всех рациональных и действительных чисел. Из чисел должны были быть конструктивно построены и все остальные объекты математики, объекты всех ее разделов и дисциплин (геометрии, алгебры, математического анализа, теории вероятностей и др.). Только тогда, по мнению конструктивистов, математика может стать поистине объективной, хотя и не эмпирической областью научного знания. Вся прежняя, классическая математика должна быть перестроена в соответствии с новым критерием существования математических объектов. В итоге она должна превратиться в математику, основанную на понятии эффективного алгоритма построения любых математических объектов и всей математической реальности в целом. Соответственно такому критерию существования математических объектов, все теории классической математики, несмотря на их широкую применимость в других науках и на практике, были признаны сторонниками конструктивистской математики ненадежными и «метафизическими» теориями. С позиций нового критерия существования вся классическая математика требовала радикальной перестройки. И это было сделано уже в течение первой половины XX в. усилиями ряда математиков. Такому же радикальному пересмотру было подвергнуто в математике XX в. и другое ее центральное понятие математического доказательства или просто доказательства.

В классической математике, да и во всей классической науке вообще, «доказать» означало вывести одни суждения (высказывания) из других по правилам логики, опираясь на логическую форму высказываний. Логика при этом понималась как наука о выводе, или о необходимом формальном следовании одних высказываний из других. Двумя главными правилами логического вывода были следующие: модус поненс и правило подстановки. В новой же, конструктивной математике «доказать» означало нечто другое, а именно умение построить некоторую последовательность (строчку) математических знаков (символов) из других последовательностей материальных знаков по определенным правилам. Доказательство понимается здесь как процесс построения одних строчек символов из других в соответствии с некоторыми правилами. Исходные строчки символов называются аксиомами, а производные – теоремами.

Основными правилами построения являются либо итерация (некоторая постоянно повторяющаяся операция, например, постоянное прибавление символа «1» при построении ряда натуральных чисел), либо графическая схема построения по правилу модус поненс (понимаемого теперь уже не как правило логически правильного мышления, а как правило отделения одних строчек символов от других, либо как схема практической деятельности в соответствии с традиционным правилом подстановки одних символов (и их строчек) вместо других. Описанные выше процедуры и составляют содержание нового понятия «доказательство» в конструктивной математике.

Что же изменилось при введении в математику нового понятия – «конструктивное доказательство»? Прежде всего обнаружение в классической математике многих доказательств, которые оказались не-конструктивными, нереальными, а лишь логически возможными. Это коснулось большей части классического математического анализа, классической теории пределов и классической теории множеств. Главной причиной существования в классической математике неконструктивных доказательств являлось использование в ней такого абсолютно неконструктивного общего понятия, как «актуальная (завершенная) бесконечность», а также логических законов исключенного третьего и двойного отрицания (доказательство от противного) в суждениях о свойствах актуально бесконечных множеств. Все такого рода рассуждения классической математики являются с точки зрения конструктивистов не только незаконными и бездоказательными, но и приводящими к логическим противоречиям. Чтобы доказать с помощью закона исключенного третьего присущность или неприсущность некоторого свойства элементам актуально бесконечного множества математических объектов и высказать после этого некоторое универсальное суждение об этих множествах, необходимо перебрать все элементы этого множества, но это, в силу бесконечного числа элементов этих множеств, в принципе невозможно. Следовательно, все доказательства о свойствах актуально бесконечных множествах «повисают в воздухе». То же самое имеет место и с применением закона двойного отрицания. Доказательство ложности некоторого суждения ( $\bar{A}$ ) отнюдь не означает с необходимостью истинности суждения  $A$ , так как и  $A$  и  $\bar{A}$ , оба могут оказаться ложными. Например, высказывание «в каждой точке любой непрерывной кривой существует производная» ( $A$ ) и «неверно, что в каждой точке любой непрерывной кривой существует производная» ( $\bar{A}$ ), – оба являются ложными с конструктивной точки зрения, одинаково недоказуемыми.

Но на защиту классической математики с ее идеалами доказательности и существования математических объектов встал ряд видных математиков. И одним их самых последовательных ее защитников оказался Д. Гильберт. С его точки зрения, отказываться от наследия классической математики с ее идеалами и нормами не только безумно с практической точки зрения, но и неверно с философских позиций. Несмотря на отдельные сбои (парадоксы теории множеств), опора на математическую интуицию в классической математике в целом оправдала и оправдывает себя как важнейший ресурс математического творчества и развития математики. Доказательством тому является вся история этой науки и ее поистине грандиозные успехи, сделавшие честь человеческому разуму и демонстрацию его поистине безграничных познавательных возможностей. Да, говорил Гильберт, в классической математике много неконструктивных доказательств, много идеальных (чисто мысленных) элементов и конструкций (типа «актуальной бесконечности» или «мнимых чисел» и др.), но нельзя же с водой выплескивать из ванны и ребенка. Нужно просто научиться разделять зерна и плевелы, а именно реальные и идеальные понятия в математическом знании. При этом необходимо помнить, утверждал Гильберт, что плевелы – это неизбежный продукт математических обобщений и своеобразная плата за логическую доказательность и целостность (замкнутость) математических теорий. Гильберт даже придумал специальное название для введения в структуру математического знания идеальных элементов, реализующих его целостность, назвав эту познавательную операцию методом идеальных элементов [Гильберт 1948, 344]. Он

приводит целый ряд примеров использования в математике идеальных элементов при построении математических теорий. Это «бесконечно удаленная точка» и «бесконечно удаленная прямая» в проективной геометрии, это фундаментальное понятие математического анализа «бесконечно малая величина», это такое понятие теории множеств, как «бесконечное множество», это представление о бесконечной делимости континуума, это представление о бесконечности пространства в евклидовой геометрии и др. «Многие положения, справедливые для конечного, – утверждает Гильберт, – о части меньше целого, существовании минимума и максимума, перемене мест слагаемых или сомножителей – не могут быть непосредственно перенесены на бесконечное» [Гильберт 1948, 345].

И все же, считает Гильберт, «бесконечное в нашем мышлении занимает полноценное место и является необходимым понятием» [Там же, 343]. Подобные «идеальные элементы» имеют место и в самих логических теориях. К ним относятся, в частности, закон исключенного третьего и закон двойного отрицания. Без них теорию вывода в классической логике построить невозможно. Она принимает эти законы в качестве необходимых для нее положений. Согласно закону исключенного третьего предполагается одно из двух: либо истинно данное высказывание, либо истинно его отрицание. Закон же двойного отрицания утверждает, что если доказано, что некоторое высказывание ложно, то тем самым доказано, что его отрицание – истинно. Единственным ограничением для использования в математике и логике метода идеальных объектов является только недопущение их логической противоречивости. Таким образом, закон непротиворечивости в математике и логике является главным законом, ограничивающим свободу математического и логического мышления и одновременно направляющим математическое творчество в абсолютно надежное русло.

Защищая универсальный характер закона исключенного третьего во всех математических доказательствах и его необходимость при доказательстве всех теорем о существовании математических объектов и их свойств, Гильберт восклицал: «Отнять у математиков закон исключенного третьего – это то же, что забрать у астрономов телескоп или запретить боксерам пользование кулаками. Запрещение теорем существования и закона исключенного третьего равносильно полному отказу от математической науки» [Там же, 383]. Это был поистине рыцарский акт защиты Гильбертом идеалов и норм классической математики от нападков со стороны интуитивистов и конструктивистов. Цена вопроса об оказании предпочтения тем или иным идеалам и нормам научного исследования действительно очень высока. Ибо такое предпочтение выносит смертный приговор одним теориям, в том числе и фундаментальным, и открывает дорогу другим. Влияние эпистемологической составляющей научного знания оказывается даже более действенным и жестким в плане оценки конкретных научных теорий, нежели, например, оценка их соответствия общенаучной картине мира как главной онтологической составляющей науки.

### *Ссылки – References in Russian*

- Гильберт 1948 – *Гильберт Д.* Основания геометрии. М.; Л.: Гостехиздат, 1948.
- Лебедев 2013<sup>a</sup> – *Лебедев С.А.* Культурно-исторические типы науки и закономерности ее развития // Новое в психолого-педагогических исследованиях. 2013. № 3. С. 7–18.
- Лебедев 2013<sup>b</sup> – *Лебедев С.А.* Постнеклассическая эпистемология: основные концепции // Философские науки. 2013. № 4. С. 69–83.
- Лебедев 2017 – *Лебедев С.А.* Структура научной рациональности // Вопросы философии. 2017. № 5. С. 66–79.
- Лебедев 2018 – *Лебедев С.А.* Научный метод: история и теория. М.: Проспект, 2018.
- Мах 2011 – *Мах Э.* Познание и заблуждение: Очерки по психологии исследования. М.: БИНОМ, 2011.
- Степин... 1974 – *Степин В.С., Огурцов А.П., Мотрошилова Н.В. и др.* Идеалы и нормы научного исследования / Ред.-сост. В.С. Степин. Минск: Высшая школа, 1974.

## References

- Hilbert, David (1930) *Grundlagen der Geometrie*, 7-nte umgearb. und verm. Auflage, Leipzig und Berlin, 1930 (Russian Translation).
- Lebedev, Sergey A. (2013<sup>5</sup>) “Cultural- historical types of science and laws of its development”, *News in psychology-pedagogical researches*, vol. 3 (2013), pp. 7–18 (in Russian).
- Lebedev, Sergey A. (2013<sup>6</sup>) “Post-non-classical epistemology: basic concepts”, *Filosofii sciences*, vol. 4 (2013), pp. 69–83 (in Russian).
- Lebedev, Sergey A. (2017) “Structure of scientific rationality”, vol. 5 (2017), pp. 66–79 (in Russian).
- Lebedev, Sergey A. (2018) *Scientific method: history and theory*, Prospect, Moscow (2018) (in Russian).
- Mach, Ernst (1917) *Erkenntnis und Irrtum: Skizzen zur Psychologie der Forschung*, Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1917 (Russian Translation).
- Stepin, Vacheslav S. (Ed). (1974) *Ideals and norms of scientific research*, Vysshaya shkola, Minsk (in Russian).

### Сведения об авторе

**ЛЕБЕДЕВ Сергей Александрович** –  
доктор философских наук, профессор,  
главный научный сотрудник философского  
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

### Author's Information

**LEBEDEV Sergey A.** –  
DSc in philosophy, professor,  
chief researcher of Moscow state university,  
faculty of philosophy.