

## Идеалы и нормы научного познания и их методологическая функция

© С.А. Лебедев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*На основе истории естествознания и математики раскрыта методологическая функция идеалов и норм научного познания как одного из важных регуляторов динамики научного познания и оценки его результатов. Проведена рациональная реконструкция идеалов и норм классической и неклассической науки и показано их существенное различие.*

**Ключевые слова:** методология науки, идеалы научного познания, нормы научного познания, естествознание, математика, динамика науки, закономерности развития научного знания

Наряду с научной картиной мира важное место в структуре научного знания занимают идеалы и нормы исследования [1, 2]. Они существенно влияют как на технологию получения нового знания, так и на его оценку. Особо важную роль то или иное их понимание играет в процессе обсуждения и принятия новых теорий [3, 4]. Об этом свидетельствует вся история науки начиная с ранних этапов развития. Например, древнегреческие математики — создатели первой теоретической системы геометрии (геометрии Евклида) — исходили из того, что любая математическая теория, чтобы быть истинной, должна являться обязательно логически доказательной системой утверждений. Только такой, считал Платон, может и должна быть научная теория в любой области знания. В частности, именно поэтому греки не приняли египетскую геометрию за научное знание: она была результатом эмпирического изучения геометрических свойств реальных объектов, их измерения и последующего обобщения. В силу этого положения египетской геометрии не имели характера всеобщих, необходимых и доказательных истин.

Однако вслед за Аристотелем подавляющее большинство древнегреческих ученых считали, что в отличие от математики все естественнонаучные теории, все истинные знания о природе должны быть получены путем ее чувственного познания и последующего обобщения результатов наблюдения за реальными явлениями. Именно поэтому ученые отвергали в качестве истинных как закон инерциального движения тел, так и положение о том, что возможно движение без приложенной силы. Аристотель подробно проанализировал

эти вопросы в работе «Физика», где доказывал, что закон инерции не верен потому, что при движении любого тела всегда существует его взаимодействие с той поверхностью, по которой оно движется. В результате такого материального взаимодействия возникает трение, которое рано или поздно приведет к остановке тела, если к нему не будет приложена дополнительная сила, поддерживающая его движение. По той же причине никакое движение в реальном мире не может начаться без приложенной силы (пример Аристотеля с повозкой).

Закон свободного падения материальных тел также не мог быть принят в качестве истинного, поскольку реальный чувственный опыт свидетельствовал о том, что природа не терпит пустоты и что благодаря наличию воздуха как материальной среды, в которой происходит падение реальных тел, скорость их падения на Землю не может быть одинаковой. Эта скорость будет зависеть как от массы тел, так и от их пространственных (геометрических) характеристик, существенно влияющих на скорость движения благодаря сопротивлению ему со стороны воздуха. Итак, поскольку для Аристотеля и других ученых необходимым критерием истинности физических теорий является их полное соответствие данным наблюдения за движением реальных тел, то они в принципе не могли бы признать истинными законы, которые в будущем составят основу классической механики Ньютона. И главной причиной таких расхождений является отнюдь не содержание опыта, а разные представления о его роли при построении физических теорий, об идеалах и методах построения научных теорий.

Об этом не менее убедительно свидетельствуют и другие известные примеры из истории естествознания. Обратимся к периоду становления классической физики. Почему университетские профессора, астрономы и физики XVII в. усомнились в истинности утверждений Галилея о неоднородности распределения вещества на Солнце и Луне, на что якобы убедительно указывали наблюдения с помощью построенного им телескопа («пятна» на Солнце и «горы» на Луне)? Причина заключалась в том, что мнения Галилея и его оппонентов по вопросу о природе и критериях истинности научного знания существенно расходились. Позиция Галилея была эмпирической, а его оппонентов — рационалистической и натурфилософской. Во-первых, оппоненты Галилея считали, опираясь на натурфилософские взгляды Аристотеля и Фомы Аквинского, что на небе в отличие от Земли все должно быть более совершенно в силу близости его к Богу. Наблюдаемая в телескоп неоднородность небесных тел — признак их явно-го несовершенства. Во-вторых, сама телескопическая информация могла быть не истинными чувственными образами небесных тел, а результатом аберрации света при его прохождении через увеличи-

тельные стекла телескопа. В-третьих, телескоп Галилея мог быть просто неудачной технической конструкцией, несовершенным оптическим прибором, заведомо искажающим реальное положение дел. Примеров неудачных приборов в истории науки было немало. В рассмотренном случае главная причина расхождений не лежала в плоскости «гениальный Галилей — невежественные профессора», а заключалась в различном понимании спорящими сторонами роли чувственных данных при обосновании объективной истины. Они имели разные идеалы и нормы научного исследования: Галилей рассматривал соответствие теории данным наблюдения как главный критерий истины, а его оппоненты давали более умеренную оценку роли опыта в характеристике истинности научного знания. Последние исходили из идеи взаимосвязи теории и опыта, мышления и чувственных данных в процессе получения и утверждения научной истины. Тем более что и сам Галилей не был последователен в своих эпистемологических предпочтениях, занимая в этих вопросах скорее прагматично-оппортунистическую линию. Так, в утверждении истинности законов инерции и закона свободного падения тел Галилей был скорее рационалистом, чем эмпириком. А в утверждении результатов наблюдения за небесными явлениями с помощью телескопа он был уже скорее эмпириком, нежели рационалистом.

Наконец, хорошо известно, что Галилей, несмотря на приверженность гелиоцентризму Коперника, в то же время не поддержал явно гелиоцентрическую небесную механику И. Кеплера, согласно которой планеты вращаются вокруг Солнца отнюдь не по окружностям, как полагал Коперник, а по эллиптическим траекториям. Теория Кеплера находилась в лучшем согласии с многолетними астрономическими данными наблюдений за движением небесных тел, полученными Тихо Браге (астрономические таблицы великого датского астронома), чем теория Коперника. Галилей же, будучи догматическим приверженцем теории Коперника и всех ее положений, отказывал в самой возможности какой-либо ее коррекции. И здесь, как ни странно, Галилей разделял традиционную натурфилософскую веру в то, что движение всех небесных тел должно быть совершенным, равномерным, а это могло быть только если их орбиты были круговыми. Очевидно, что в данном случае, как и с законом свободного падения тел, Галилей отдавал предпочтение при поиске физической истины не наблюдениям за реальным поведением тел, а их должному, или идеальному, поведению. Известно, что Галилей не ответил на посланное ему Кеплером сочинение по небесной механике, не удостоив его поддержкой. И это также было свидетельством соперничества между двумя крупнейшими астрономами и физиками XVII в. Реальную основу этой конкуренции составляли также не конкретные эм-

пирические данные и математические выкладки, а именно противоположные взгляды ученых на идеалы и нормы научного исследования. В понимании природы научных теорий, методов их построения и обоснования физик-рационалист Галилей явно противостоял эмпирико-индуктивистской методологии Кеплера [5].

Еще один показательный пример влияния представлений об идеалах и нормах научного исследования на оценку научных результатов относится к развитию физики второй половины XIX в. 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 на данной основе второго начала термодинамики. Эмпирист Мах считал, что в любых научных концепциях, в том числе и в научных теориях, не должно быть места ненаблюдаемым сущностям — понятиям, не имеющим чувственного коррелята (денотата) в качестве своего значения [6]. Исходя из такого понимания законности физических понятий, Мах критиковал понятия «абсолютное пространство» и «абсолютное время» ньютоновской механики. На этом же основании ученый решительно выступал против молекулярно-кинетической теории Больцмана, в которой молекулы газа интерпретировались как материальные точки, абсолютно твердые шарики чрезвычайно малого размера, находящиеся в хаотическом движении. По мнению Маха, введение Больцманом в термодинамику ненаблюдаемых сущностей не только не привело к увеличению предсказательных возможностей термодинамики, но, напротив, лишь усложнило ее за счет новых теоретических допущений. Подобного рода 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 (как чудо Джинса или спонтанное закипание чайника с водой без его нагрева до определенной температуры). Согласно Маху, это утверждение также не может быть проверено на опыте в силу ничтожно малой вероятности осуществления подобного рода событий (не чаще одного раза в несколько миллиардов лет).

По мнению рационалиста и эстета Больцмана, главным свойством научных теорий является их логическая доказательность, внутреннее совершенство и мировоззренческая значимость, а вовсе не только их непосредственная эмпирическая проверяемость. При этом Больцман подчеркивал практическую значимость научных теорий, понимая, однако, под этим прежде всего их вклад в развитие научного знания в целом, в расширение горизонта осознания действительности, а не чисто утилитарную практическую значимость теорий, их успешное технологическое применение.

Столь же ярким примером влияния разделяемых учеными представлений об идеалах и нормах научного исследования на оценку его результатов является знаменитая дискуссия между А. Эйнштейном и Н. Бором о статусе квантовой механики. А. Эйнштейн исходил из идеала научной теории, согласно которому ее законы должны быть строго однозначными и выражать необходимую связь между объектами и их состояниями. Данное требование Эйнштейн распространил и на теории, описывающие микромир и законы поведения его объектов. С такой точки зрения вероятностные законы квантовой механики Эйнштейн рассматривал как временное явление, свидетельствовавшее о неполноте описания этой теорией своих объектов [7]. Поэтому, считал Эйнштейн, на смену существующей квантовой механике должна прийти квантовая теория с однозначными законами микромира. Н. Бор и В. Гейзенберг были категорически не согласны с такой гносеологической позицией Эйнштейна, считая существующую квантовую механику и ее законы в полной мере отражающими специфику поведения объектов микромира, для которых неопределенность и вероятностный характер их поведения являются имманентными и объективными характеристиками [8]. Как показало дальнейшее развитие квантовой механики, именно Бор и Гейзенберг оказались правы в решении вопроса о том, какими могут быть законы в научных теориях (как динамическими, однозначными, так и вероятностными, статистическими). А Эйнштейн, навязывавший науке однозначные законы как более объективные и якобы отвечающие самому духу науки, оказался неправ. Конечно, проверка и обоснование истинности статистических, вероятностных научных законов являются более сложными и требуют другой исследовательской техники, нежели проверка и обоснование истинности динамических законов. Культура вероятностного мышления ученого существенно отличается от культуры динамического способа мышления. Это связано с предпочтением учеными тех или иных идеалов и норм научного исследования, способов построения, проверки и обоснования научного знания.

Различие таких предпочтений имеет место не только в естественных науках, но и в математике. В ней проблема существования ее объектов, а также объективности и доказанности математического знания имеет существенное отличие от постановки и решения аналогичных вопросов в физике и естествознании в целом. Однако и в математике решение этих проблем далеко от единообразия [9]. Например, долгое время, вплоть до начала XX в., критерием существования математического объекта считалась непротиворечивость. В классической математике существующими математическими объектами считаются те, которые отвечают двум и только двум условиям:

- 1) они внутренне непротиворечивы по своим свойствам;
- 2) они не противоречат свойствам других математических объектов.

Но этим условиям отвечали не только положительные числа, но и отрицательные; не только рациональные числа, но и иррациональные; не только действительные числа, но и мнимые; не только конечные множества любых объектов, но и бесконечные; 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 зависимости в математике ни предлагались, но если они были непротиворечивыми, им нельзя было отказать в существовании. В отличие от естествознания признание существования тех или иных математических объектов не требует эмпирического удостоверения, поскольку для большинства математических объектов это либо просто неосуществимо, либо по сути бессмысленно. Действительно, как можно эмпирическим путем удостоверить (или опровергнуть) существование мнимых или комплексных чисел, или бесконечных множеств, или предела бесконечной последовательности, или отсутствие производных в ряде точек у некоторых непрерывных кривых или поверхностей? В то же время наличие логического противоречия у тех или иных математических сущностей однозначно свидетельствует о принципиальной невозможности их существования. Хотя в естествознании существование объектов с противоречивыми свойствами вполне допустимо, если оно подтверждается эмпирически (например, свет и прерывен, и непрерывен, электрон — это и корпускула, и волна, любая поверхность реальных тел и отражает падающую на нее энергию, и поглощает ее и т. д.).

Только в геометрии ситуация с существованием ее объектов всегда была несколько иной, чем в арифметике и алгебре, так как долгое время геометрию понимали как науку о реальном пространстве и его свойствах. Таким образом, помимо недопущения противоречий в объектах геометрии, для доказательства их существования требовалось также либо их чувственное восприятие, либо применение к ним процедур измерения их свойств. Именно поэтому долгое время не признавали геометрию Лобачевского и ее объекты, например треугольники, поскольку сумма их углов в планиметрии Лобачевского всегда меньше  $180^\circ$  и зависит от площади треугольника. Долгое время найти эти треугольники в экспериментальном опыте не удавалось в силу относительно малых размеров наблюдаемых в макромире реальных треугольных объектов, хотя никакого логического противоречия в чисто мысленном допущении существования неевклидовых треугольников не было. Кроме того, 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 (т. е. требование их наблюдаемости в опыте).

Аналогичная ситуация имела место и при обсуждении проблемы существования актуально бесконечных множеств (т. е. законченных 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 невозможность существования самого большого бесконечного множества как множества всех возможных множеств, так как такое допущение вело к логическому противоречию его свойств. Хотя с эмпирической точки зрения существование данного множества вполне возможно — это вся бесконечная Вселенная, включающая в себя все объекты мира в их совокупности. Кстати, именно из такого предположения о Вселенной исходила классическая физика.

Рассмотрим еще один пример особого критерия существования объектов математики. 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 «бесконечно удаленная точка», «бесконечно удаленная линия», «бесконечно удаленная плоскость», которые очевидно 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, то с позиции математического критерия существования такие объекты были признаны существующими.

В связи с обнаружением в конце XIX — начале XX в. логических противоречий в теории множеств Кантора (считавшейся в то время уже фундаментом всей математики и ее главной метатеорией) ряд крупных математиков выступили с резкой критикой господствовавшего в классической математике критерия существования объектов, о котором говорилось выше. Именно в данном критерии они видели главную причину возникновения логических противоречий в теории множеств Кантора. Конечно, при этом не могло быть и речи о применении к математическим объектам требования эмпирического обоснования их существования. Вместе с принятием неевклидовых геометрий в качестве полноценных математических теорий эмпирическое истолкование природы математического знания и требование

эмпирических критериев обоснования ее суждений, в том числе и суждений о существовании математических объектов, окончательно ушли в прошлое.

В качестве альтернативы классическому критерию существования математических объектов была выдвинута концепция конструктивного существования, или финитизма (Л.Э. Брауэр, А. Гейтинг, А. Пуанкаре, Г. Вейль и др.) [10]. Согласно этой концепции, существующим в математике должен считаться только такой ее объект, который может быть построен с помощью конечного количества операций, в конечное число шагов и за конечное время. Если математический объект (или математическая сущность) не может быть построен (и представлен математическому сообществу) таким способом, то его нельзя считать существующим. «Существовать в математике значит быть построенным» — вот критерий существования, выдвинутый сторонниками конструктивизма. Правда, под этот критерий не попадали исходные объекты математики, из которых должны быть построены все остальные ее объекты. Этими исходными объектами считались натуральные числа (целые положительные числа) и прежде всего единица 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 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 превратится 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 необходимом следовании одних высказываний из других. Двумя главными правилами логического вывода были следующие: модус поненс и правило подстановки. В новой, 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 (понимаемому теперь уже как условие не логически правильного мышления, а 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.

Изменения произошли при введении в математику нового понятия — «конструктивное доказательство». Прежде всего обнаружилось в классической математике многие доказательства, которые оказались не конструктивными, не реальными, а лишь логически возможными. Это коснулось большей части классического математического анализа, классической теории пределов и классической теории множеств. Главная причина неконструктивного характера доказательств в этих математических теориях заключалась, по мнению конструктивистов, в использовании в классической математике такого абсолютно неконструктивного 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 некоторого актуально бесконечного множества математических объектов и высказать после этого некоторое универсальное суждение об этих множествах, необходимо перебрать все элементы данного множе-

ства, что невозможно в силу бесконечного числа элементов этих множеств. Следовательно, все доказательства о свойствах актуально бесконечных множеств находятся под вопросом. То же самое имеет место и с применением закона двойного отрицания. Доказательство ложности некоторого суждения ( $\bar{A}$ ) отнюдь не означает истинности суждения  $A$ , так как и  $A$  и  $\bar{A}$  могут оказаться ложными. Например, высказывания «в каждой точке любой непрерывной кривой существует производная» ( $A$ ) и «неверно, что в каждой точке любой непрерывной кривой существует производная» ( $\bar{A}$ ) являются ложными с конструктивной точки зрения, т. е. одинаково недоказуемыми.

Но на защиту классической математики с ее идеалами доказательности и существования математических объектов встали видные ученые. И одним из самых последовательных ее защитников оказался Д. Гильберт. С его точки зрения, отказываться от наследства классической математики с ее идеалами и нормами не только безумно с практической точки зрения, но и неверно с философских позиций [11]. Он считал, что, 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 являются вся история этой науки и ее поистине грандиозные успехи, сделавшие честь человеческому разуму и продемонстрировавшие его безграничные познавательные возможности. По мнению Гильберта, в классической математике много неконструктивных доказательств, много идеальных (чисто мысленных) элементов и конструкций (типа актуальной бесконечности или мнимых чисел и др.), но нельзя с водой выплескивать и ребенка. Нужно научиться отделять зерна от плевел, 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» [11, с. 344]. Он приводит целый ряд примеров использования в математике идеальных элементов при построении математических теорий: бесконечно удаленная точка и бесконечно удаленная прямая в проективной геометрии, бесконечно малая величина — фундаментальное понятие математического анализа, актуальная бесконечность в классической теории множеств, представление о бесконечной делимости континуума и др. [11, с. 342, 344, 345]. «Многие положения, справедливые для конечного, — утверждал

Гильберт, — о части меньше целого, существовании минимума и максимума, перемене мест слагаемых или сомножителей — не могут быть непосредственно перенесены на бесконечное» [11, с. 345].

Тем не менее, считал Гильберт, «бесконечное в нашем мышлении занимает полноправное место и является необходимым понятием» [11, с. 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 двойного отрицания утверждает: если доказано, что некоторое высказывание ложно, то тем самым доказано, что его отрицание — истинно. Единственным ограничением на использование 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» [11, с. 383]. Это был поистине рыцарский акт защиты Гильбертом идеалов и норм классической математики от нападков со стороны интуиционистов и конструктивистов. Цена вопроса о предпочтении тех или иных идеалов и норм научного исследования действительно очень высока, потому что это напрямую выносит смертный приговор одним теориям, в том числе фундаментальным, и открывает дорогу другим. Влияние эпистемологической составляющей метанаучного знания оказывается даже более действенным и жестким в плане оценки конкретных научных теорий, чем степень их соответствия той или иной общенаучной картине мира как ее необходимой онтологической составляющей.

Из полемики с интуиционистами и конструктивистами о допустимых нормах рассуждений в математике Д. Гильберт извлек важный положительный урок. А именно: он предложил не только разделение всех понятий и суждений содержательной математики на реальные и идеальные, но и разделение самой математики на содержательную и

формальную (формализованные теории содержательной математики). Д. Гильберт при этом согласился с интуиционистами и конструктивистами, что в формализованной математике можно и нужно использовать только конструктивные методы построения ее объектов и конструктивные способы доказательства ее теорем. И здесь разработанные им методы построения формализованных математических теорий полностью отвечали идеологии, методологии и требованиям конструктивизма. Можно утверждать, что Гильберт по существу реализовал своеобразный принцип дополнительности применительно к математике: одно дело — классическая математика с ее методами, и совсем другое — конструктивная (и в частности, формализованная) математика с уже другими методами, идеалами и нормами. Каждая математика (классическая и конструктивная) по-своему эффективна и полезна, точно так же как каждая из них имеет свои минусы и плюсы. Тем самым Гильберт выступил против идеи универсальности математики с точки зрения ее приверженности только какому-то одному-единственному набору методов и средств. Хотя у Гильберта конструктивная математика с ее идеалами и нормами является все же вторичным, подчиненным и обслуживающим элементом по отношению к классической, содержательной математике.

В заключение реконструируем содержание и зафиксируем различие идеалов и норм научного исследования двух последних исторических этапов развития науки: неклассической (начало XX в. — 1970-е гг.) и современной, постнеклассической (1970-е гг. — по настоящее время).

Идеалы и нормы неклассической науки:

1) основой научного познания в развитой науке может быть как эмпирический опыт, так и теоретическое мышление: это зависит от области и уровня знания, а также содержания научной проблемы [12];

2) исходным пунктом научного познания на любом его уровне является проблема;

3) наука не способна предоставить абсолютно адекватное и абсолютно определенное знание об объектах, но она дает относительную объективную истину;

4) критерием существования объекта является возможность его фиксации либо эмпирическими средствами (наблюдение и измерение), либо теоретическими (мышление, язык, возможность построения);

5) критерием объективной истинности научного знания является либо его экспериментальная проверяемость, либо практическая применимость;

6) существует качественное отличие по содержанию и форме между разными видами и уровнями знания и их несводимость друг к другу;

7) научные теории не выводятся из фактов и не являются обобщением последних; у теорий и фактов разная онтология, а также раз-

ные методы получения и обоснования; научные теории создаются конструктивной действительностью мышления и надстраиваются над эмпирическим знанием [11];

8) соответствие теории определенным фактам не является критерием истинности теории, а только лишь фиксацией области ее возможной применимости;

9) объекты однозначно не детерминируют содержание эмпирического знания, а факты однозначно не детерминируют теории, между ними существует отношение многозначного соответствия;

10) противоречие теории определенным фактам необязательно является критерием ее ложности; оно свидетельствует только о не-универсальном характере данной теории и ограниченности сферы ее применения;

11) критерием истинности научной теории является ее внутренняя непротиворечивость, соответствие массиву общепринятого теоретического знания и полезность в решении теоретических проблем науки и расширении корпуса теоретического знания;

12) выбор среди конкурирующих гипотез и теорий в большинстве случаев не может быть осуществлен с помощью решающего эксперимента или чисто рациональных аргументов; на предпочтение, оказываемое учеными той или иной теории, можно повлиять, используя некоторый набор других факторов (доверие, воля, ставочное поведение, экспертная оценка и др.) [5];

13) законы науки могут быть как динамическими, так и статическими; оба типа законов суверенны и равноправны по своей гносеологической и практической значимости;

14) две противоречащие (логически несовместимые) друг другу теории могут быть в равной степени истинными и находиться в отношениях дополнительности друг с другом при их применении;

15) неопределенное знание может быть также научным, если границы его неопределенности четко фиксируются;

16) научное знание необязательно должно быть логически доказательным, оно может быть доказательным также эмпирически или практически; все виды доказательности научного знания равноправны, каждый из них применим в наилучшей степени лишь к определенному виду знания;

17) научные теории должны быть логически доказательными системами знания;

18) наиболее подходящим и универсальным языком науки на всех уровнях знания является язык математики, позволяющий дать наиболее точное и определенное описание содержания знания;

19) математические уравнения, выражающие научные законы, могут быть как линейными, так и нелинейными; с гносеологической точки зрения оба типа законов равноправны; каждый из них является

более предпочтительным лишь с практической точки зрения; очевидно, что в плане простоты расчетов линейные законы являются более удобными;

20) не существует чистого (нейтрального) эмпирического опыта (данных наблюдения, но особенно экспериментов); эмпирический опыт и его результаты всегда нагружены и имеют определенную теоретическую и ценностную интерпретацию;

21) определенность научного знания и его оценка в существенной степени зависят от исходных установок исследователя, поэтому в структуре научного знания и научного способа познания важное место занимают научные конвенции и научный консенсус;

22) развитие научного знания не является чисто кумулятивным процессом накопления и прибавления к старым научным истинам все новых научных истин; процесс развития научного знания сопровождается также научными революциями, существованием альтернативных, несовместимых между собой, а иногда и несоизмеримых теорий, отказом от ряда прежних научных концепций и теорий либо как ложных, либо как не универсальных, либо как практически и теоретически недостаточно эффективных.

Адекватность и полезность для развития науки идеалов и норм неклассической науки были подтверждены в первой половине XX в., который не имел прецедента во всей прежней истории науки по масштабности и интенсивности. Основной вклад в разработку неклассических эпистемологических идеалов и норм науки внесли такие научные теории, как теория относительности, статическая физика, квантовая механика, неклассическая математика (и прежде всего конструктивная математика), математическая логика, генетика, биохимия, молекулярная биология, социобиология, языкознание, структурная лингвистика, экономика, а также социальные и политические теории первой половины XX в.

Однако с 70-х гг. XX в. начинается новый этап науки, который В.С. Степин предложил называть постнеклассической наукой [13], а ряд видных современных философов — постмодернистской (В. Вельш, Ю. Кристева, Ж.-Ф. Лиотар и др.). Лидерами постнеклассической науки стали синергетика, релятивистская космология, эволюционная химия, молекулярная биология, медицина, лингвистика, технические науки, наука о биосфере, геология, почвоведение, науки о мозге и сознании, психология, антропология, экономические, социальные, политические науки, науки о культуре, об управлении, вычислительная математика и информатика, глобалистика. Налицо явное изменение онтологического вектора науки в сторону социально-гуманитарного знания, наук о человеке и его деятельности. Но это не могло не сказаться на формировании в современной постнеклассической науке новых представлений об идеалах и нормах научного исследования.

Пока еще рано говорить о полной или окончательной картине этих изменений, но некоторые из них уже можно зафиксировать:

- 1) всякое научное знание субъект-объектно;
- 2) процесс научного познания социален, а также антропологичен по существу, его подлинными субъектами являются научное сообщество и творческие личности;
- 3) любое научное знание контекстуально и опирается на мощный пласт неявного, априорного знания;
- 4) в науке недостижима абсолютная истинность знания, абсолютная определенность понятий, абсолютная доказательность научных теорий [14];
- 5) важнейшими регуляторами процесса научного познания являются не только содержание познаваемых объектов и средства научного познания, но и воля субъектов научного познания, часто принимающих когнитивные решения в условиях неполной определенности;
- 6) при принятии научных решений ценностная, в частности, этическая составляющая процесса научного познания часто не менее важна, чем объектная составляющая знания;
- 7) субъект научного познания — это существо не только детерминированное, но и свободное в конструировании знания, его оценке и принятии решений;
- 8) конвенции и консенсус в науке — важнейшие составляющие в процессе достижения научным сообществом общезначимого и рационального знания;
- 9) научное познание на всех его уровнях, начиная с чувственного познания, является конструктивным и творческим процессом;
- 10) плюрализм в науке столь же неизбежен и естественен, как и во всех других областях человеческой деятельности;
- 11) не существует единого универсального научного метода, а имеется только множество различных средств получения, проверки, обоснования и оценки знания, ставших легитимными благодаря успешным прецедентам их использования;
- 12) предпочтение и выбор ученым той или иной альтернативы в решении любой научной проблемы часто не имеют рационального характера;
- 13) интуиция, рефлексия и воля — столь же важные средства научного познания, как опыт и разум;
- 14) все научные теории относительно и временны и рано или поздно будут заменены другими;
- 15) необходимо стремиться к более содержательным, эвристичным, полезным, но при этом возможно более простым моделям и теориям;
- 16) главный критерий истинности научного знания — его полезность, адаптивность, успешность применения на практике.

Очевидно, что в постнеклассическом понимании идеалов и норм научного исследования упор делается, с одной стороны, на творческий характер научного исследования, а с другой — на когнитивную ответственность ученых, конструирующих научное знание, а впоследствии и применяющих его при решении разного рода теоретических и практических проблем. Ахиллесовой пятой эпистемологии постнеклассической науки является легитимация неограниченного плюрализма в науке, а также размывание интуитивно существующей и необходимой грани между научным и вненаучным знанием [2].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Степин В.С., ред. *Идеалы и нормы научного исследования*. Минск, БГУ, 1981, 431 с.
- [2] Лебедев С.А. Основные парадигмы эпистемологии и философии науки. *Вопросы философии*, 2014, № 1, с. 72–82.
- [3] Лебедев С.А. История философии науки. *Новое в психолого-педагогических исследованиях*, 2009, № 1, с. 5–66.
- [4] Лебедев С.А. *Основы философии науки*. Москва, Академический проект, 2005, 537 с.
- [5] Лебедев С.А. *Методология научного познания*. Москва, Проспект, 2015, 257 с.
- [6] Мах Э. *Познание и заблуждение*. Москва, Бинум, 2003, 455 с.
- [7] Эйнштейн А. *Собрание научных трудов*. В 4 т. Т. 4. Москва, Наука, 1967, 600 с.
- [8] Гейзенберг В. *У истоков квантовой теории*. Москва, Тайдекс Ко, 2004, 395 с.
- [9] Лебедев С.А. *Философия научного познания: основные концепции*. Москва, Издательство Московского психолого-социального университета, 2014, 272 с.
- [10] Вейль Г. *Математическое мышление*. Москва, 1989.
- [11] Гильберт Д. *Основания геометрии*. Москва; Ленинград, Гостехиздат, 1948, 492 с.
- [12] Lebedev S.A. Methodology of science and scientific knowledge levels. *European Journal of Philosophical Research*, 2014, no. 1, pp. 65–72.
- [13] Степин В.С. *История и философия науки*. Москва, Академический проект, 2011, 423 с.
- [14] Фейерабенд П. *Избранные труды по методологии науки*. Москва, Прогресс, 1986, 543 с.

Статья поступила в редакцию 06.03.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лебедев С.А. Идеалы и нормы научного познания и их методологическая функция. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 3.  
<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-3-511>

**Лебедев Сергей Александрович** — д-р филос. наук, профессор кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: saleb@rambler.ru

## **The ideals and norms of scientific cognition and their methodological function**

© S.A. Lebedev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

*Based on the history of natural science and mathematics we reveal the methodological function of the scientific cognition ideals and norms as one of the meaningful regulators for the scientific cognition dynamics and for estimating its results. The study rationally reconstructs the ideals and norms of classical and non-classical science and shows their essential difference.*

**Keywords:** *methodology of science, ideals of scientific cognition, norms of scientific cognition, science, mathematics, dynamics of science, the laws of scientific knowledge development*

### REFERENCES

- [1] Stepin V.S., ed. *Idealy i normy nauchnogo issledovaniya* [The ideals and norms of scientific cognition]. Minsk, Belarusian State University Publ., 1981, 431 p.
- [2] Lebedev S.A. *Voprosy filosofii — Russian Studies in Philosophy*, 2014, no. 1, pp. 72–82.
- [3] Lebedev S.A. *Novoe v psikhologo-pedagogicheskikh issledovaniyakh (The new in psychological and pedagogical research)*, 2009, no. 1, pp. 5–66.
- [4] Lebedev S.A. *Osnovy filosofii nauki* [The fundamentals of philosophy of science]. Moscow, Akademicheskiiy proekt Publ., 2005, 537 p.
- [5] Lebedev S.A. *Metodologiya nauchnogo poznaniya* [The methodology for scientific cognition]. Moscow, Prospekt Publ., 2015, 257 p.
- [6] Mach E. *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zuer Psychologie der Forschung*. Leipzig, Barth, 1906, 500 S. [In Russ.: Mach E. *Poznanie i zabluzhdenie*. Moscow, Binom Publ., 2003, 455 p.].
- [7] Einstein A. *Collected papers*. [In Russ.: *Sobranie nauchnykh trudov V 4 tomakh*. Tom 4. Moscow, Nauka Publ., 1967, 600 p.].
- [8] Heisenberg W. *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*. Stuttgart, Hirzel, 1930. [In Russ.: Heisenberg W. *U istokov kvantovoy teorii*. Moscow, Taydeks Ko Publ., 2004, 395 p.].
- [9] Lebedev S.A. *Filosofiya nauchnogo poznaniya: osnovnye kontseptsii* [The philosophy of scientific cognition: fundamental concepts]. Moscow, MPSU Publ., 2014, 272 p.
- [10] Weyl H. *Das Kontinuum: Kritische Untersuchungen über die Grundlagen der Analysis*. Leipzig, Verlag von Veit & Comp., 1918, 83 S. [In Russ.: Weyl H. *Matematicheskoe myshlenie*. Moscow, Nauka Publ., 1989, 400 p.].
- [11] Hilbert D. *On the foundations of geometry. Die Grundlagen der Geometrie*. Leipzig, 1899; 9th ed., Stuttgart, 1961. [In Russ.: Hilbert D. *Osnovaniya geometrii*. Moscow, Leningrad, Gostekhizdat Publ., 1948, 492 p.].
- [12] Lebedev S.A. *Methodology of science and scientific knowledge levels. European Journal of Philosophical Research*, 2014, no. 1, pp. 65–72.
- [13] Stepin V.S. *Istoriya i filosofiya nauki* [History and philosophy of science]. Moscow, Akademicheskiiy proekt Publ., 2011, 423 p.

- [14] Feyerabend P. *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*.  
[In Russ.: Feyerabend P. *Izbrannye trudy po metodologii nauki*. Moscow, Progress Publ., 1986, 543 p.].

**Lebedev S.A.**, Dr. Sc. (Philos.), Professor, Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: [saleb@rambler.ru](mailto:saleb@rambler.ru)