

Математика и технические науки — основа целостности современного научного знания

© С.А. Лебедев

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

Проанализирована проблема целостности современной системы научного знания, единства ее разных областей. Основное внимание уделено механизму и факторам обеспечения этого единства. Обоснована концепция, согласно которой главный вклад в обеспечение целостности системы научного знания вносят математика и технические науки.

Ключевые слова: научное знание, области научного знания, целостность системы научного знания, математика, технические науки

Обоснование научного знания как целостной системы является одной из важных проблем современной философии науки. Актуальность этой проблемы вызвана не только огромным объемом современного научного знания, его предметным и содержательным многообразием, но и его сложной и противоречивой структурой. Современная система научного знания состоит из качественно разных областей знания (математика, логика, естествознание, социальные науки, гуманитарные науки, технические и технологические науки, междисциплинарные исследования), а также из огромного числа научных дисциплин внутри указанных областей. Структура каждой отдельной научной дисциплины представлена несколькими уровнями, видами и единицами научного знания [1].

Что же делает систему современного научного знания целостной и единой несмотря на очевидный плюрализм и качественное разнообразие, какими скрепами обеспечивается ее единство? Таких скреп существует несколько видов. В первую очередь это общие ценностные установки науки:

- интенция научного способа познания на получение объективно-истинного и полезного знания;
- использование научного знания в ходе адаптационной и практически преобразовательной деятельности общества;
- следование общим требованиям и критериям рациональности при оценке любой единицы научного знания.

К требованиям рациональности относятся:

- объектность содержания научного знания;

- однозначность значения и смысла научных понятий и суждений;
- обоснованность научного знания (эмпирическая, и/или логическая, и/или теоретическая);
- проверяемость (эмпирическая и теоретическая);
- открытость любой единицы научного знания критике, изменению и развитию [2].

Однако следование единым ценностным установкам и общим требованиям научной рациональности отнюдь не отменяет предметного и методологического плюрализма различных областей научного знания. И это очевидный факт не только истории науки, но и современной структуры системы научного знания.

К концу XIX в. кроме общей научной рациональности сформировались основные виды — логико-математическая, естественно-научная, социально-гуманитарная и технико-технологическая рациональность [2]. В результате возникла не только содержательная, но и методологическая специфика различных областей научного знания. Хотя требования общей научной рациональности существенно скрепляют все научное знание, тем не менее они не решают до конца проблему его целостности.

Еще одной главной скрепой, обеспечившей целостность научного знания, явилась та особая роль, которую выполняют в сохранении этой целостности математика и технические науки. При этом данные области научного знания осуществляют разные функции в достижении целостности современного научного знания. Математика обеспечивает его формальное единство, разрабатывая для всех областей и видов научного знания количественный язык описания научных объектов любого рода. При этом математический язык в науке является главным средством реализации таких требований научной рациональности, как определенность, точность и доказательность научного знания. Технические науки выполняют другую, не менее важную функцию в обеспечении целостности областей научного знания: они осуществляют содержательный синтез знаний всех областей науки. Такой синтез абсолютно необходим в самих технических науках, и не только при теоретическом моделировании (проектировании) артефактов разного рода (образцов машин, механизмов, технических систем, строительных конструкций, разного рода технологий), но и при материальной реализации моделей и их практическом внедрении [3].

Одной из главных особенностей современной науки является ее ориентация на получение объективно-истинного знания, а также на применение этого знания в практической деятельности. Но массово это требование выполняется только в технических и технологических науках, непосредственно нацеленных на инновационную и внедренческую деятельность [4].

Следующей скрепой, обеспечивающей единство современного научного знания, является все усиливающаяся конвергенция естественных и социально-гуманитарных наук, взаимный обмен не только их содержательными идеями, но и методами, итогом чего является стирание резких гносеологических границ между характеристиками естественно-научного и социально-гуманитарного знания.

В настоящей статье основное внимание в обеспечении целостности научного знания будет уделено прежде всего анализу роли математики и технических наук в практическом решении этой проблемы.

Начнем с математики. При рассмотрении ее функций и возможностей обеспечения единства научного знания первостепенное значение имеет правильное понимание сущности предмета и природы математического знания. Интуитивное осознание важной роли математики в познании и практическом использовании действительности появилось одновременно с зарождением данной науки. Об этом свидетельствует анализ дошедших до нас сведений об истории возникновения и применения математических знаний в древних цивилизациях Китая, Индии, Вавилона, Шумер, Египта. В них важное место отводилось как искусству счета, так и различным геометрическим свойствам объектов (сравнение величин объектов и вычисление их количества, выяснение пространственной структуры, точных значений длин, площадей и объемов). Но только в Древней Греции была осознана фундаментальная роль математики в структуре научного знания, в обеспечении его единства. Здесь же была создана первая логически доказательная математическая теория — геометрия Евклида. Именно эта теория в течение многих веков будет считаться в науке образцом, эталоном, парадигмой научного знания.

Первое онтологическое обоснование математики как фундамента всей науки было осуществлено в работах Пифагора («Все есть число»), затем в сочинениях Платона (математика как наиболее адекватный способ описания сущности объектов), а позднее, уже в Новое время, в эпоху формирования современного естествознания, его основоположниками Г. Галилеем («Книга природы написана Богом на языке математики»), Р. Декартом (язык истинной физики — аналитическая геометрия), И. Ньютоном (единственным научным языком описания движения тел является дифференциальное и интегральное исчисление) и Г. Лейбницем (математика — универсальный язык науки). Они рассматривали именно математику как основу единства научного знания, потому что только она, по их мнению, обеспечивает все другие науки строгим, количественным языком описания и моделирования их объектов. А любая наука, независимо от ее предмета, должна описывать объекты своего исследования не только со стороны их качественных характеристик (свойства, отношения и структура

изучаемых объектов), но и со стороны их количественных характеристик (размеры объектов, их число, интенсивность их свойств, характер количественных изменений состояний объектов в процессе их изменения и эволюции). Только доводя знание об объектах до описания их количественных характеристик, можно говорить о научном характере знания о них («В любой науке столько истины, сколько в ней математики» — этого мнения придерживались И. Кант, К. Маркс, А. Эйнштейн, Р. Фейнман [5] и др.).

К концу XIX в. в связи с кризисом в математике (начавшимся в середине XIX в. после открытия и построения неевклидовых геометрий, а закончившимся обнаружением логических противоречий в классической теории множеств) стало очевидно, что и в самой математике имеется ряд проблем в плане ее обоснования как доказательной и истинной системы знания. В числе этих проблем оказались и традиционные философские проблемы математики, связанные с предметом и природой знания, и современные: проблема критериев строгости, надежности и эффективности математического знания; проблема единства самой математики при огромном разнообразии ее дисциплин и методов. Решения этих философских проблем были предложены разные, но самое главное — то, что каждое из них непосредственно влияло на понимание взаимосвязи математики с остальными областями научного знания.

В конце XIX в. в философии математики сформировались три конкурирующие парадигмы понимания природы математического знания: эмпиризм, априоризм и конструктивизм. Рассмотрим кратко суть каждой из них и их влияние на решение проблемы взаимоотношения математики с другими областями науки.

Эмпиристская парадигма предмета и природы математического знания является наиболее древней. Она возникла на Древнем Востоке в то же время, когда зародилась математика, и отражала реальную познавательную деятельность математиков той эпохи. На Древнем Востоке математическое познание рассматривалось как особая область когнитивной технологии: с одной стороны, как искусство счета, умение определять точное количество предметов и сравнивать их между собой по величине (больше, меньше, равно) — предмет арифметики, с другой — как умение количественно определять пространственные характеристики объектов (их длину, площадь, объем, фигуру и др.) — предмет геометрии. Арифметика и геометрия были с начала возникновения математики двумя ее базовыми дисциплинами, и считались таковыми на протяжении всей ее истории, хотя нередко природа знания в этих дисциплинах истолковывалась как различная: эмпирическая или синтетическая природа геометрического знания и логическая или аналитическая — арифметических высказываний.

В то же время начиная с Античности и на протяжении всех последующей истории развития математики ученые стремились преодолеть «двуглавость» в понимании ее предмета и природы. Попытки были предприняты в трех направлениях синтеза арифметики и геометрии.

Первое направление — сведение геометрии к арифметике как к более фундаментальной теории («Все в математике есть число» — Пифагор и его школа). Как писал известный математик П.К. Рашевский в статье «О догмате натурального ряда»: «Натуральный ряд и сегодня является единственной математической идеализацией процессов реального счета. Процесс реального счета физических предметов в достаточно простых случаях доводится до конца, приводит к однозначному определенному итогу. Именно эту ситуацию берет за основу теория натурального ряда и в идеализированном виде распространяет ее «до бесконечности» [6, с. 540].

Второе, прямо противоположное, направление — это сведение арифметики к геометрии (Платон, Евклид, александрийская школа).

Третье направление — сведение арифметики и геометрии к какой-то третьей, более фундаментальной по отношению к ним математической дисциплине. Например, к алгебре, аналитической геометрии, формальной логике, теории множеств, теории структур, теории категорий.

Если обобщенно охарактеризовать все множество попыток найти единый предмет для математики, таким предметом считались количественные или формальные отношения объектов. При этом в математике в отличие от других наук количественные свойства и отношения исследуются сами по себе, вне их привязки к содержанию каких-либо конкретных объектов. Однако в истории математики всегда существовало различие между двумя видами математических отношений: численными и пространственными. Базовой теорией описания свойств чисел является арифметика, описания пространства — геометрия. Отталкиваясь от этого различия, академик А.Н. Колмогоров дал известное определение предмета математики как науки о количественных (численных) отношениях и пространственных формах самих по себе [7]. В принципе с этим определением может согласиться большинство математиков. Важно лишь подчеркнуть, что оно отнюдь не тождественно пониманию математики как науки о количественных отношениях действительного мира, пусть даже с оговоркой, что данные отношения математика изучает в чистом виде.

В определении Колмогорова вопрос о предмете математики отделен от вопроса о природе математического знания. Последний он оставил открытым. Математическое знание считается в нем абстрактным, неэмпирическим, и в этом коренное отличие математики от всех других наук. Главный недостаток эмпиристской трактовки

природы математического знания заключается в том, что при такой трактовке математика лишается необходимо-истинного статуса своих утверждений, поскольку любое опытное знание может иметь только вероятностный характер в плане своей обоснованности. Кроме того, трактовка математического знания как эмпирического, пусть и весьма общего, лишает математику суверенности по отношению к естествознанию, как в предметном, так и в методологическом плане, потому что в этом случае математика рассматривается лишь как одна из естественных наук. Критикуя эмпиристскую трактовку природы арифметического знания Г. Гельмгольца, Д. Гильберт писал: «Г. Гельмгольц представляет точку зрения эмпирика; однако эта точка зрения... опровергается, как мне кажется, указанием на то, что из опыта, т. е. посредством экспериментов, никогда нельзя прийти к заключению о возможности или существовании сколь угодно большого числа, ибо число предметов, являющихся объектами нашего опыта, даже если оно велико, все же не превосходит некоторого конечного предела» [8, с. 323].

Использование понятия бесконечности абсолютно необходимо для математики, ибо иначе построить математические теории как логически доказательные системы знания невозможно. Бесконечность — это не эмпирическое понятие, а теоретическая идеализация математики. И таких идеальных конструктов, которые являются необходимой платой математического мышления за возможность осуществления логических доказательств, в математике существует немало. Это — отрицательные, иррациональные, мнимые и комплексные числа в арифметике и алгебре, бесконечные линии и плоскости в евклидовой геометрии, бесконечно удаленные точки и прямые в проективной геометрии, аксиома существования и аксиома непрерывности во всех областях математики. «Источником всех теорем чистого существования является логическая ε -аксиома, на которой, в свою очередь, основано построение всех идеальных высказываний» [8, с. 381]. На идеальные элементы в математике налагается только одно ограничение: они не должны приводить к логическим противоречиям ни в старых математических теориях, ни в новых теориях при расширении или обобщении старых [8, с. 362].

Сегодня суверенность математики как особой области научного знания, отличающейся и по предмету и по методам от всех других наук, в том числе и от физических теорий, уже не оспаривается. И это закреплено не только существующим организационным разделением труда между математиками и представителями других областей научного знания, не только спецификой образовательных программ подготовки специалистов в области математики по сравнению с другими науками, но прежде всего своеобразием ее предметных и мето-

дологических проблем. Суверенность математики позволяет ей развиваться на основе своих внутренних законов, не оглядываясь на другие науки, одновременно выстраивая с ними отношения равноправного диалога и взаимной полезности. Наконец, одним из минусов эмпиристской трактовки природы математического знания является то, что она, слишком сильно приближая математику к естествознанию, тем самым отдаляет ее от социально-гуманитарных наук, не способствуя ее более широкому применению в них. Именно равноудаленность математики в отношении всех областей наук делает ее не только универсально значимой для них, но и способствует обеспечению единства областей научного знания.

Альтернативой эмпиризму в истолковании природы математического знания явился априоризм. Априористское понимание природы математического знания впервые возникло в античной философии (Пифагор, Парменид, Платон). Начиная с этого времени и на протяжении всей истории математики эмпиристская и априористская парадигмы постоянно конкурировали за наиболее адекватное объяснение природы математического знания. По мнению априористов (Платон, Р. Декарт, И. Кант, Г. Лейбниц, Б. Рассел, Р. Карнап, К. Поппер и др.), математическое знание не только не является результатом опытного исследования реальности, но, напротив, предшествует ему, будучи его необходимым условием (Кант).

Согласно априоризму, математические истины открываются мышлению в процессе самопознания им своего собственного содержания. Математические идеи являются врожденными для сознания и мышления, их необходимыми элементами. При этом если Платон утверждал, что все истины математики — и общие (аксиомы), и частные (теоремы) — уже находятся в сознании («душе») безотносительно ко всякому чувственному познанию реальности, то Декарт полагал, что врожденный или априорный характер имеют только самые общие математические идеи (исходные понятия и аксиомы арифметики и геометрии), а все остальное математическое знание (его основной объем) выводится из этих идей в качестве логических следствий методом дедукции. Кант считал, что все истины математики имеют до- и внеопытный, т. е. априорный характер, и это относится к обеим базовым теориям математики: к геометрии и арифметике. Правда, Кант, в отличие от Декарта и Лейбница, думал, что арифметическое и геометрическое знание имплицитно находятся не в мышлении, а в чувственной сфере человеческого сознания, структуре чувственного созерцания субъектом «вещей в себе», преобразовывая их в «вещи для нас». По Канту, пространственная структура чувственного восприятия имеет евклидов характер, а потому является для сознания не только интуитивно очевидной (ясной и само собой разу-

меющийся), но и необходимой. А потому истинная геометрия возможна только одна, и это — евклидова геометрия.

Априорное основание другой фундаментальной теории математики — арифметики — Кант также видит в чувственной сфере сознания. Этим основанием является время, понимаемое как длительность воспринимаемых человеком событий. Данная длительность является не чем иным, как некоторой суммой элементарных и тождественных между собой моментов времени или, говоря языком современной квантовой механики, квантов времени. Таким образом, натуральный ряд чисел является лишь абстрактной моделью этой априорной чувственной интуиции времени. К. Поппер, один из ведущих философов науки XX в., также считал математику априорным знанием, а базовой априорной дисциплиной математики — только арифметику, полагая все остальное математическое знание продуктом комбинаторной, конструктивной деятельности математиков с числами и их свойствами. Свою концепцию природы математического знания Поппер выразил таким афоризмом: «Господь Бог дал математикам числа, все остальное — дело рук математиков». Это высказывание Поппера является парафразом высказывания выдающегося математика XIX в. Л. Кронекера: «Целые числа создал Господь Бог, остальное — дело рук человеческих» [6, с. 539].

Конкретные способы открытия математических истин предложили сторонники априористской концепции природы математического знания: припоминание «душой» своего собственного содержания (Платон); интеллектуальное усмотрение исходных положений математических теорий и последующее дедуктивное выведение всех остальных утверждений математики (Р. Декарт); мысль о том, что математика — это аналитическое знание, созданное на основе законов формальной логики и в принципе сводимое к ним, а истинность математических утверждений имеет чисто формальную природу («логика — юность математики, а математика — зрелость логики» — Г. Лейбниц, Г. Фреге, Б. Рассел, А. Уайтхед, логицизм); представление о том, что математическое знание имеет априорную природу, но его основой является не логическое мышление, а чувственная интуиция, понимаемая как способность отождествления и различения исходных (элементарных) объектов (символов) математики и последующее построение из них на основе этой интуиции всех остальных объектов математики и высказываний о них (Л.Э.Я. Брауэр, Г. Гейтинг, Г. Вейль) [9].

Безусловным плюсом априористской концепции природы математического знания является подчеркивание качественного отличия природы математического знания от природы всех других видов знания. В отличие от естествознания и социальных наук, привязанных к

различным областям природной и социальной реальности, а потому и зависимым от них в своем содержании, математика, имеющая непосредственное основание своего существования в мышлении, не зависит от содержания объективного мира и в этом отношении является наиболее свободной наукой. Правда, это отнюдь не означает, что математика — абсолютно бессодержательная или чисто формальная наука, как иногда утверждают сторонники формализма (Д. Гильберт, К. Гёдель, П. Бернайс и др.) или логицизма (Б. Рассел, А.Н. Уайтхед, Р. Карнап и др.) [10]. Предмет математики вполне содержателен, но он имеет дело с идеальными объектами как элементами мысленной реальности (геометрические точки, линии, плоскости, фигуры, разного рода числа и операции с ними, математические функции, структуры и т. д.).

Таким образом, математика изучает и описывает не объективную, а особую реальность — либо открываемую мышлением в сознании, либо конструируемую им. В этом смысле с позиции априористского истолкования природы математики эта наука была бы возможна, даже если бы объективной реальности, мира материальных объектов вообще не существовало. Соответственно, согласно априористам, истинность математического знания может и должна устанавливаться мышлением, не выходя за пределы его самого. Главными средствами удостоверения математических истин являются: для аксиом математических теорий — интеллектуальная интуиция, для всего остального математического знания — его логическая выводимость из этих аксиом.

Быть истинным в математике означает либо быть очевидным для мышления, либо быть логически доказанным. Но как же с априористских позиций можно объяснить факт постоянной применимости математического знания к описанию мира реальных объектов? Известный американский физик Е. Вигнер сформулировал эту проблему как проблему непостижимой эффективности математики для описания физической реальности. Как возможно, спрашивал Вигнер, что математическое знание, математические теории, создаваемые мышлением вне всякого опытного изучения реальности, оказываются впоследствии в блестящем соответствии с физической реальностью, будучи частью физических теорий? Например, евклидова геометрия как математическая теория пространства была создана задолго до классической механики и независимо от нее, став впоследствии важной частью последней. Общая риманова геометрия была создана за 50 лет до того, как стала существенной частью аппарата общей теории относительности. Теория функций действительного переменного была создана до и независимо от квантовой физики, став математическим аппаратом описания явлений и процессов микромира. Мате-

математика как бы впрок заготавливает точные языки для их последующего использования в описании материального мира.

С точки зрения априористской концепции природы математического знания на вопрос о причинах непостижимой эффективности математики в описании реального мира можно дать три вполне рациональных ответа: философский (метафизический), онтологический и психологический.

Философский ответ состоит в допущении предустановленной гармонии между сознанием и миром материальных объектов: наличие такой гармонии может иметь как религиозное объяснение (это божественное творение), так и эволюционно-биологическое (это результат длительного процесса коэволюционного взаимодействия живой и неживой природы, приспособления первой ко второй). Наличие предустановленной гармонии между сознанием и материальным миром признавали, в частности, такие видные математики и философы как Декарт и Лейбниц (мысленное, если оно правильное, не может обманывать, не может приводить к ложному знанию о мире).

Онтологический ответ состоит в том, что реальный мир бесконечно разнообразен в своих свойствах и отношениях и потому в нем всегда найдется область, которая будет хорошо соответствовать той или иной математической теории. Нахождение такого соответствия есть лишь вопрос времени и удачи. Потенциально любая математическая теория всегда описывает некоторую область действительности. Онтологически объективная реальность бесконечно богаче любого множества математических теорий, описывающих возможные типы отношений между объектами.

Психологическое объяснение непостижимой эффективности математики состоит в том, что можно применять к описанию реального мира только ту математику, которая имеется, и в случае удачного применения математической теории она рассматривается как эффективная. А неудачные случаи ее применения просто забываются.

Подчеркивание априористами внеэмпирической природы математического знания, независимости содержания математики от объективного мира, несомненно, составляет сильную сторону парадигмы априоризма по сравнению с парадигмой эмпиристской трактовки математического знания, фиксируя реальное отличие математики от естествознания в целом, в том числе и от математической физики. Но у априористской парадигмы математики есть и существенный изъян: невозможность объяснения в ее рамках существования в современной математике альтернативных теорий во всех областях этой науки, в том числе и в базовых дисциплинах: арифметике (архимедова и неархимедова), геометрии (евклидова и неевклидова), теории множеств (классическая и конструктивистская).

Более того, в современной теоретической математике существуют два альтернативных понимания математики как науки: классическая и конструктивная математика. В них принципиально разными методами и средствами строятся предметно тождественные математические дисциплины (классическая и конструктивная теория чисел, классическая и конструктивная теория множеств, классическая и конструктивная геометрия, классический и конструктивный математический анализ и др.). Все теории классической математики, начиная с возникновения греческой математики, строились дедуктивным способом на базе основных законов классической формальной логики и доверия к универсальному характеру всех ее основных законов (тождества, непротиворечивости, исключенного третьего, двойного отрицания и др.).

В конструктивной математике применение всех этих законов ограничено выводами только о конечных множествах математических объектов. В ней запрещено использование такого понятия классической математики, как актуальная бесконечность, применяемого во многих ее областях, в частности в теории вероятности при определении вероятности через предел частоты, в математическом анализе при вычислении бесконечно малой величины, в геометрии и арифметике при использовании понятий отрезков линий как континуума точек и возможности бесконечного деления (уменьшения) длины любого отрезка или континуума всех видов чисел в арифметике, в классической теории множеств, исходившей из признания актуально бесконечных множеств, причем разных по своей мощности. Основным методом доказательства в конструктивной математике является не дедукция, а математическая индукция. Самое поразительное заключается в том, что, несмотря на альтернативный характер классических и конструктивных математических теорий, и те и другие успешно применяются в иных науках и используются на практике: первые — в теориях естествознания, вторые — в технических и технологических науках, вычислительной математике, компьютерных программах, компьютерном моделировании.

Факт наличия в современной математике альтернативных математических теорий, которые при этом успешно развиваются и применяются на практике, безусловно, противоречит как априористской, так и эмпиристской трактовкам природы математического знания. Априоризм платоновско-декартовско-кантовского толка в учении о природе математики явно несовместим с возможностью и фактом существования в математике противоречащих друг другу и признаваемых при этом одинаково истинными математических теорий об одних и тех же математических объектах (например, признание одинаково законными и истинными евклидовой геометрии и неевклидовых

геометрий). Однако альтернативный характер новых математических теорий, которые были созданы явно не путем обобщения каких-то новых эмпирических данных, но при этом впоследствии, так же как и старые теории, подтверждаются опытом и успешно применяются на практике, опровергает эмпиристскую парадигму природы математического знания.

Еще одна парадигма в философии математики — конструктивистская интерпретация природы математического знания. Представляется, что это наиболее адекватная концепция в решении данной проблемы. Она возникла только во второй половине XIX в. Основным толчком к ее появлению, безусловно, стало открытие неевклидовых геометрий как теорий, альтернативных традиционной евклидовой геометрии, безраздельно господствовавшей в математике на протяжении более 25 веков. Требовалось объяснить появление данного революционного события в математике и ответить на принципиальные вопросы: как это вообще стало возможно, случайное ли это явление или вполне закономерное с точки зрения природы математического познания и знания, насколько оно значимо для развития других областей математики и математики в целом. И если признать появление неевклидовых геометрий естественным и вполне закономерным событием в математике, следует отказаться от эмпиристской и априористской концепций природы математического знания. Первыми, кто это осознал и пришел к идее конструктивистской природы математического знания, были выдающиеся математики Б. Риман и А. Пуанкаре [11]. С их точки зрения математика, в отличие от ее применения, является, несомненно, не эмпирическим, а теоретическим знанием, имеющим дело, в отличие от других наук, с чисто мысленными, идеальными сущностями. Эти сущности — продукт не мысленного или чувственного созерцания, а воображения, мысленного конструирования. Утверждения о них с логической точки зрения являются не более чем гипотезами.

В частности, Пуанкаре считал, что любые аксиомы математических теорий являются гипотезами и «замаскированными соглашениями» [11, с. 7]: «Эти условные соглашения представляют собой продукт свободной деятельности нашего ума, который в этой области не знает препятствий» [11, с. 7]. И потому «никакая геометрия не может быть более истинна, чем другая; та или иная геометрия может быть только более удобной» [11, с. 41]. Но при этом Пуанкаре считал, что «евклидова геометрия есть и всегда будет наиболее удобной» — во-первых, в силу своей простоты, а во-вторых, благодаря хорошему соответствию ее утверждений пространственным свойствам макрообъектов, которые окружают человека и с которыми он постоянно имеет дело. Правда, в вопросах критериев истинности математиче-

ского знания взгляды Римана и Пуанкаре различались. Риман был склонен к традиционному интуиционистскому решению данного вопроса, а Пуанкаре развил новую, конвенционалистскую концепцию проблемы истинности математических аксиом, согласно которой истинность математического знания имеет условный и договорный характер, где важную роль играют прагматические соображения удобства, простоты, плодотворности исходных положений конкретной математической теории [11].

Пуанкаре подчеркивал, что конвенции относительно аксиом математических теорий есть единственный способ останова бесконечного регресса в доказательстве. Но наибольший вклад в утверждение и демонстрацию концепции конструктивистской природы математического знания внес Гильберт, а также школа французских математиков под именем Н. Бурбаки, рассматривавшие математику как логически доказательное описание абстрактных структур, возможных типов отношений между объектами, как теорию «возможных миров» [12]. Самое примечательное в том, что в конструктивистской концепции природы математического знания удалось сохранить и даже синтезировать положительное содержание как эмпиризма, так и априоризма.

Конструктивистскую парадигму в решении проблем предмета и природы математики не следует отождествлять с конструктивистской концепцией обоснования математики, разработанной в рамках интуиционизма Брауэра — Гейтинга — Вейля. Она имеет по отношению к последней концепции более общий характер и включает в себя содержание последней лишь частично и в переработанном виде.

Каковы основные утверждения конструктивистской парадигмы? В отношении проблемы предмета математики конструктивизм принимает структуралистскую теорию, считая ее непосредственным предметом абстрактные структуры. Абстрактные структуры — это логически возможные типы отношений между реальными объектами. Их свойства задаются и описываются с помощью систем аксиом различных математических теорий (арифметики, геометрии, теории вероятностей, топологии и др.). Эти структуры могут быть навеяны и эмпирическим изучением отношений между реальными объектами, как это имело место на ранних стадиях развития арифметики, геометрии, алгебры, математического анализа, теории вероятности, и их чисто мысленным конструированием на основе продуктивного воображения и логики без обращения к эмпирическому знанию об объективной реальности (неевклидова геометрия, проективная геометрия, неархимедова арифметика, теория бесконечных множеств, теория мнимых и комплексных чисел, теория функций комплексных переменных, некоммутативные алгебры, различные системы математических логик и др.).

Конструктивистская парадигма природы математического знания возникла под непосредственным воздействием открытия и принятия неевклидовых геометрий. Одним из важнейших условий принятия неевклидовых геометрий в качестве законных математических теорий стало разграничение геометрии как физики и геометрии как математики [13, с. 7–13]. И это четкое разграничение было осуществлено только в середине XIX в. Позднее было проведено аналогичное разграничение аксиоматически построенной теории вероятности как математической теории и статистической теорией вероятности.

Столь же большую роль в развитии логической науки сыграло проведение границы между математической логикой и логикой как наукой о законах правильного мышления. Математика занимается не изучением реальных объектов, как другие науки, а только описанием возможных отношений между ними. Конечно, в самой математике есть имена ее объектов (точек, линий, плоскостей, чисел разного рода и т. д.), но это не имена реальных объектов, а, скорее, названия переменных, значениями которых могут быть при определенных условиях и реальные объекты. Таким образом, реальные объекты и реальные отношения между ними являются для математики не более чем возможными значениями ее переменных. Как отмечал Вейль: «Математика — смесь конструктивной и аксиоматической процедур. Используемые в математике системы аксиом лишь устанавливают границы области значений тех переменных, которые участвуют в конструкции» [9, с. 21, 22].

Математику не интересует реальный мир, это не ее непосредственный предмет, а только лишь область ее возможного применения. Собственным предметом математики являются логически возможные типы отношений между объектами любого рода, которые могут быть иногда отождествлены со значениями ее переменных. Область эмпирической интерпретации любой математической теории всегда остается открытой для объектов любого рода независимо от их конкретного содержания при условии, что отношения между ними отвечают тем, которые описаны в данной математической теории. Например, значениями точки, прямой и плоскости евклидовой геометрии могут быть не только их традиционные представления — идеализации физической точки, физической прямой и физической плоскости, но и другие значения, область которых является практически неограниченной. Так, В.Ф. Каган доказал, что если под точкой понимать сферу определенного радиуса, а под прямой бесконечной длины — цилиндр того же радиуса, то для такого понимания точки и прямой также будут выполняться все положения геометрии Евклида [13, с. 44, 45]. Пуанкаре доказал, что все утверждения геометрии будут истинны, если под точками понимать все обычные точки, кроме

одной, которая связывает множество окружностей, под прямыми понимать сами эти окружности, а также обычные прямые, проходящие через ту же выделенную точку. А Риман успешно доказал, что евклидова геометрия вообще никак жестко не связана с пространственными объектами и представлениями, что под точками, прямыми и плоскостями можно иметь в виду и алгебраические сущности. Например, если под точкой понимать тройку вещественных чисел, под прямой — совокупность точек, которые удовлетворяют линейному уравнению определенного вида, а под плоскостью — совокупность точек, удовлетворяющих двум таким уравнениям, то для такого аналитического многообразия также будут верны все утверждения евклидовой геометрии. Из приведенных выше примеров следует вывод, что «связывать евклидову геометрию с какой-либо определенной системой образов нет ни малейших оснований» [13, с. 47].

Тогда что же изучает геометрия? Она описывает только определенные отношения между любыми объектами, которые условно называются точками, прямыми и плоскостями, и все логические следствия этих отношений. Это стало особенно очевидно при формализации евклидовой геометрии, осуществленной Гильбертом. Сказанное выше оказалось верным не только для евклидовой геометрии, но и для любой другой математической теории, открытой с точки зрения возможности применения к объектам самого разного рода. И именно в силу этого математика может быть универсальным языком для всех наук. Благодаря своей независимости от конкретных объектов любая математическая теория в принципе способна иметь не просто разное, но потенциально неограниченное число интерпретаций и, соответственно, сфер применения. Поэтому математика обладает огромным прогностическим потенциалом для развития конкретных наук, которое опытно подтверждает сформулированные в ней возможные типы отношений между объектами и закономерностей. Ярким примером является общая теория относительности как образец физической реализации и последующего опытного подтверждения объективной истинности неевклидовых геометрий в описании реальных свойств физического пространства. Еще одним примером может служить трехзначная математическая логика, применяемая в квантовой механике. Опережающую роль математики в развитии физики также подтверждает объективная истинность законов некоммутативной алгебры в квантовой теории, применение математической теории катастроф в синергетике, биологии, геологии, химии, социальных и других науках. Но ясно также и то, что эмпирическое подтверждение математической теории является для нее, в отличие от конкретных наук, не главным, а чисто внешним фактором ее адекватности и полезности. Более важным фактором ценности любой математической теории с позиций самой математики является способность решать

внутренние проблемы самой математики и тем самым способствовать ее саморазвитию.

Одной из важных особенностей математического знания является его универсальный характер по отношению не только к другим наукам, но и ко всем уровням научного знания (чувственному, эмпирическому, теоретическому, метатеоретическому) [14]. Математика используется во всех науках (естественных, социальных, технических и технологических) и на всех уровнях познания. Универсальность математики является прямым следствием ее главного недостатка по сравнению с другими науками: ее абстрактного характера, независимости от конкретного эмпирического опыта, конкретных эмпирических объектов. По сравнению с предметами всех других наук предмет современной математики кажется чем-то искусственно сконструированным, не имеющим прямого отношения к объективной реальности. Однако именно благодаря этой искусственности математика способна быть универсальным и точным языком всех наук, выполняя важную интегративную функцию в культуре — роль общенаучного знания. Среди других видов знания только философия и обыденное знание способны выполнять эту важную интегративную роль универсальных языков культуры. Но лишь язык математики по-настоящему имманентен науке, так как отвечает самым высоким стандартам и критериям научной рациональности (однозначность, доказательность, проверяемость, полезность).

В обеспечении единства современных областей научного знания не менее важную роль, чем математика, играют технические и технологические науки. Именно они являются воплощением реального, непосредственного синтеза естественных и социальных наук, а также практических потребностей общества. Еще со времен Ч.П. Сноу стало модным говорить о расколе современной культуры на естественно-научную и гуманитарную, о противостоянии в ее рамках «физиков» и «лириков» и о необходимости преодоления этого раскола как одной из важнейших общекультурных задач современной цивилизации. Ясно, что физик-теоретик или химик, с одной стороны, и философ или историк — с другой, говорят на разных языках и с большим трудом понимают друг друга. Однако проблему обеспечения единства наук о природе и наук о культуре решила практическим образом сама культура, создав специфический тип наук — технические и технологические науки. Как известно, начало интенсивному развитию таких наук было положено в эпоху Возрождения и в Новое время в связи с потребностями появившегося в Европе нового типа общества — индустриальной цивилизации. Проект науки нового типа был подробно разработан и обоснован в Италии Леонардо да Винчи, в Англии — лорд-канцлером Ф. Бэконом. Они выделяли именно техно-технологическое

знание в качестве нового, наиболее ценного и востребованного будущим обществом вида знания и противопоставляли чисто теоретическому, умозрительному описанию природы и общества. Последний тип познания эти ученые язвительно называли схоластическим в противоположность практически-полезному знанию, получение которого должно быть главной целью новой науки. Не случайно Лондонское королевское общество (Британская академия наук) — первое крупное профессиональное объединение ученых новой волны — включало в свое полное название дополнительные слова «наук и ремесел».

Таким образом, технико-технологические науки с самого начала задумывались как синтез, единство естественно-научного и социально-гуманитарного знания, научный стержень культуры нового типа. На знамени технических наук было четко выведено не одно, а два ключевых слова-ценности: «Истина и Польза». При этом польза прежде всего практическая, это знание должно было стать «силой» (Ф. Бэкон).

Итак, проект новой науки — *science* — был задуман как своего рода синтез теоретически доказательной, созерцательной науки Античности с эмпирической по своему содержанию, но практически ориентированной наукой Древнего Востока. Предметная специфика технических и технологических наук заключается в том, что объектами их исследования являются не природные процессы в их целомудренности (как в естественных науках), а вырванные из природной связи отдельные, частные процессы и явления (механические, физические, химические, геологические и т. д.), экспериментальное исследование которых позволяло бы впоследствии использовать обнаруженные там контролируемые и воспроизводимые эффекты в практических целях во благо человека и общества. Создание различных машин, механизмов, устройств, сооружений, полезных для человека, — вот главная цель технических и технологических наук.

Вместе с тем данные науки были призваны решать такие важные социальные и гуманитарные проблемы, как облегчение физического труда людей при преобразовании вещества природы, увеличение могущества человека в его борьбе со стихией природы, повышение производительности труда, удовлетворение как можно большего числа разнообразных потребностей. Для этого технические и технологические науки должны были включать в свою структуру не один, а два компонента: естественно-научное и социально-гуманитарное знание, задавая каждый раз специфическую форму их синтеза, их увязки в некую целостность. Без такого синтеза этих видов знания (в основе которого лежал конкретный социальный заказ или индивидуальные человеческие потребности) технических и технологических

наук не бывает. При этом между естественно-научным и социально-гуманитарным знанием в структуре конкретных технологических и технических наук всегда существует некоторый баланс, паритет, и ни одно из них не является более главным или первичным по отношению к другому. Только их взаимосвязь и взаимодействие обеспечивают нормальное функционирование технаук.

Как показали современные исследования по философии науки, возможность внутреннего диалога и синтеза наук о природе и наук культуре реализуется только при отсутствии непреодолимой границы между этими видами знания с точки зрения их логико-методологических характеристик. Ранее естественные науки нередко противопоставляли в методологическом плане социально-гуманитарным. В качестве аргументов указывали на их коренные различия по таким параметрам, как объективность, доказательность, проверяемость, истинность, а кроме того — на различие методов познания в естествознании и социально-гуманитарных науках: эксперимент, обобщения, законы и математические теории в естествознании; описание, интерпретация и понимание в социальных и гуманитарных науках. Впервые это противопоставление естествознания и социально-гуманитарных наук, «наук о природе» и «наук о духе» получило обоснование в философии неокантианства в конце XIX — начале XX в. (Г. Риккерт, В. Виндельбанд, В. Дильтей и др.). Согласно неокантианцам, естественные науки исследуют различные области природы, в которых действуют строгие объективные законы. Цель естествознания — познание и формулировка этих законов. Она достигается путем наблюдения, эксперимента и обобщения эмпирических данных о свойствах и отношениях объектов исследуемой области природы. На основании обобщения этих данных формулируются соответствующие научные законы, с помощью которых объясняются все явления и факты определенной области. В соответствии с таким подходом неокантианцы объявили все естественно-научное познание номотетическим (т. е. законосообразным), а главной целью естествознания — объяснение явлений природы на основе объективных законов. Выражаясь юридическим языком, с точки зрения неокантианцев, объяснение того или иного явления природы означает подведение его под одну из статей некоего естественного кодекса природы.

В отличие от объектов и процессов природы, большинство социальных, исторических и духовных явлений и событий является, по мнению неокантианцев, неповторимым, уникальным. Это обусловлено тем, что в силу своего происхождения они всегда несут на себе «авторское клеймо» своих творцов. Социальные и духовные явления не подлежат обобщению и последующему объяснению с позиций некоего среднего, безличного закона, так как при попытках

их подведения под общий закон будет умерщвлено самое главное в них, а именно их ценностный (гуманитарный) смысл. Этот смысл всегда уникален и индивидуален, поскольку является воплощением действий вполне конкретных личностей. Данные положения относятся не только к деяниям выдающихся социальных личностей — творцов истории, но и к действиям обычных людей, так как в основе поведения любого человека всегда есть личностная мотивация и самополагание. Методами социально-гуманитарных наук являются:

- описание индивидуальных особенностей исследуемых социальных и гуманитарных явлений;
- расшифровка присущего им смысла, их оценка (интерпретация) с позиций некоей ценностной шкалы, принятой тем или иным ученым в области социально-гуманитарного знания.

В первой половине XX в. качественное различие между естественными и гуманитарными науками и даже конфликт между «физиками» и «лириками» как представителями двух противоположных и несовместимых стилей научного мышления ярко и основательно описал известный американский писатель и ученый Чарльз Перси Сноу в книге «Две культуры». Насколько серьезны и обоснованы такие опасения? Современный гносеологический анализ характеристик естественно-научного и социально-гуманитарного знания позволяет выдвинуть ряд веских аргументов в пользу отсутствия их противопоставления в духе неокантианства. Первый аргумент состоит в следующем. Конечно, в структуре современной науки существуют классические естественно-научные дисциплины — такие, как физика (механика, оптика, термодинамика и т. д.), химия, общая биология, ботаника, зоология, геология, почвоведение, и столь же классические гуманитарные и социальные дисциплины — история, политология, социология, философия, языковедение, искусствознание, литературоведение, юриспруденция, культурология. Классическое естествознание и классическое социально-гуманитарное знание действительно радикально отличаются друг от друга по своим эпистемологическим характеристикам. В постнеклассической науке началось их явное сближение друг с другом в методологическом отношении. Многие современные социально-гуманитарные науки по методам получения и обоснования знания уже мало отличаются от естественных. Например, в психологии экспериментально изучают психику, ее различные проявления, а также законы психической деятельности; в языковедении и лингвистике используют статистические методы и системно-структурный анализ при изучении языка; в логике применяют математические методы; пользуются количественными и эмпирическими методами при изучении общества и его истории (социальная статистика, социологическое моделирование законов различных социальных си-

стем, геохронология, лингвистический анализ древних рукописей); проводят количественный анализ различных произведений искусства (искусствоведение и т. д.). Современные социальные и гуманитарные науки объясняют изучаемые ими явления.

Однако современное естествознание все в большем объеме включает в свой арсенал традиционные методы социально-гуманитарных наук, чтобы можно было не только объяснить, но и понять изучаемые явления природы, т. е. дать им определенную ценностную интерпретацию и гуманитарное измерение. Об этом свидетельствуют, в частности: введение антропного принципа в современную космологию для объяснения эволюции Вселенной; серьезное внимание к философским основаниям естествознания как важнейшим элементам структуры фундаментальных естественно-научных теорий; исследование роли когнитивных коммуникаций в процессах выработки научным сообществом консенсуса в оценке различных единиц научного знания; осознание представителями естественных наук субъект-объектного характера процесса научного познания и его результатов; признание современными представителями естественных наук важной роли социальных факторов в организации и динамике естественно-научного знания, первостепенного значения социального и гуманитарного регулирования во многих областях естественно-научного познания: появление таких дисциплин, как медицинская этика, биоэтика, инженерная этика, этика науки, аксиология науки, экологическая и гуманитарная экспертиза исследовательских проектов и т. д.

Следующим аргументом против резкого противопоставления естествознания и социально-гуманитарных наук стал новый взгляд на характер, свойства и возможности любого научного дискурса, разработанный в современной методологии науки. Согласно этому взгляду, любое научное знание, независимо от его содержания, субъект-объектно, конструктивно, социально, всегда недоопределено, контекстуально, консенсуально, может иметь несколько одинаково законных интерпретаций [14]. С точки зрения современной философии науки различие между естествознанием и социально-гуманитарным знанием является скорее количественным и условным, а граница между ними — исторической и относительной [15].

Но это все внешние предпосылки и факторы возможности синтеза наук о духе и наук о природе. Магистральный и реальный синтез этих относительно противоположных типов научного знания (естественного и гуманитарного) был осуществлен самой культурой путем создания комплекса технических и технологических наук, что получило отражение в специфике структуры технического и технологического знания. В частности, в отличие от вертикальной структуры организации знания в естественных и социально-гуманитарных науках

(чувственный, эмпирический, теоретический и метатеоретический уровни научного знания), в технических и технологических науках структура знания имеет вертикально-горизонтальную, сетевую или блоковую организацию. В каждой технической и технологической науке можно выделить по крайней мере семь блоков знания: онтологическое, модельно-проективное, теоретическое, эмпирическое, тестологическое, обыденное и метатеоретическое. Все эти блоки взаимосвязаны между собой прямыми и обратными связями и образуют густую сеть взаимодействий.

Непосредственным предметом изучения различных технических и технологических наук являются особые артефакты (возможные или действительные) как некие проекты и результаты человеческой деятельности. Даже когда технолог-металлург описывает, например, процесс производства стали определенного вида, он всегда имеет дело с некоторым явлением, созданным человеком в эксперименте и не встречающимся в таком виде в самой природе. Та же ситуация имеет место при описании любых технических систем и сооружений (от обыкновенного насоса для откачки воды из шахты до ракет, космодронов и персональных компьютеров). Поэтому блок онтологического знания (образ будущей машины или технологического процесса и описание их основных параметров, функций и использования) является абсолютно необходимым и исходным в любой технической и технологической науке. Уже на этом уровне при описании целевых функций технической или технологической системы как удовлетворяющей определенным человеческим потребностям вводятся некоторые элементы социально-гуманитарного знания. Такого нет в большинстве естественных наук, где познаются объекты или «вещи в себе» (Кант).

После описания вещи-проекта на онтологическом уровне технo-знания осуществляется переход на модельно-проективный уровень, который, по существу, представляет собой теоретический уровень знания в технoнауках. На данном уровне используются теоретические идеи и язык других областей науки, прежде всего физики, химии, математики и других технических, а также социально-гуманитарных наук (эргономики, экономики, инженерной психологии и др.). Эти знания применяются для создания теоретической модели проекта, ее проверки на предмет соответствия научным законам из разных наук и соответствующих математических расчетов.

Далее на основе эмпирической интерпретации модели строится ее материальный прототип, определенный образец будущей технo-системы или технoпроцесса. Переход от теоретической модели к ее эмпирической интерпретации — ответственный этап познания в технoнауках, так как одна и та же теоретическая конструкция может в принципе иметь достаточно большое число разных эмпирических интерпретаций и, соответственно, последующих материальных во-

площений. После воплощения эмпирической модели в определенном материале («железе») начинается экспериментальная деятельность с материальным образцом новой техносистемы, собирается и обрабатывается эмпирическая информация о ее свойствах и поведении. Это — эмпирический уровень познания в технонауках.

Однако эмпирическое познание в данных науках тесно связано с особым видом знания — тестологическим. Этот вид знания представляет собой относительно самостоятельный блок в структуре технических наук. Его сердцевину образует метрология — наука о единицах измерения, методах измерения, эталонах и средствах измерения и др. В тестологическое знание входит также описание научных приборов, их использования для получения эмпирической информации об испытываемом образце и принципов действия данных приборов, описание других (внеприборных) способов воздействия на подвергаемую испытаниям материальную модель.

Еще одной специфической чертой технонауки является активное употребление обыденного языка на всех уровнях технического научного знания, кроме теоретического. Обыденный язык входит в структуру чувственного, эмпирического и тестологического знания, и прежде всего — в инструкции по работе с приборами и измерительными инструментами (*совместить, включить, сигнал, ярко, слабый, сильный, низкий, замкнуть, вырезать, удалить, измерить, уточнить, повторить* и др.). Опасность использования обыденного языка в науке заключается в его неоднозначности, неопределенности, субъективности по сравнению с научным, особенно математическим, языком. Однако у обыденного языка имеются такие преимущества, как универсальность, простота, наглядность, которые в некоторой степени уравнивают его недостатки. В технонауках многое делается (особенно на стадиях испытания и последующей эксплуатации) вручную благодаря техническим умениям и мастерству рабочих, техников и обслуживающего персонала, не имеющих высокой научной подготовки. Поэтому в технонауках без обыденного знания нельзя обойтись.

Наконец, метатеоретический уровень, или блок технознания, включает фундаментальные знания естественных и гуманитарных наук, математики, элементы философского мировоззрения из области философии техники, социальной философии и философской антропологии, общенаучные понятия и принципы, а также научно-философскую рефлексию реального или возможного социального заказа на данный вид технического и технологического знания. Отличными от законов развития естествознания и социально-гуманитарных наук являются следующие законы развития технонаук:

- баланс когнитивных (познавательных) и социальных факторов в развитии технико-технологических наук;

- постоянный рост технического и технологического научного знания;
- прерывно-непрерывный характер развития технологических наук;
- телеологизм развития;
- существенное и все возрастающее влияние экологических, гуманистических и цивилизационных детерминант в развитии технo-наук.

Итак, система современного научного знания является в целом плюралистической. Она состоит из множества предметно и методологически разнообразных областей научного знания, а каждая область научного знания — из качественно различных уровней научного знания и его видов [16]. Главными скрепами, обеспечивающими единство научного знания, являются:

- общие требования научной рациональности;
- интегративная роль математики как поставляющей всем областям науки точное количественное описание возможных отношений между объектами;
- интегративная роль технических наук, включающих в свою структуру в качестве необходимых элементов математическое, естественно-научное и социально-гуманитарное знание;
- стирание жестких демаркационных линий между различными видами знания, в частности между естественно-научным и социально-гуманитарным знанием;
- синтез идей и методов различных областей науки в рамках междисциплинарных исследований [17].

Основной содержательный вклад в обеспечение единства различных областей научного знания вносят математика и технические науки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лебедев С.А. *Методология научного познания*. Москва, Проспект, 2015, 256 с.
- [2] Лебедев С.А. Структура научной рациональности. *Вопросы философии*, 2017, № 5, с. 67–80.
- [3] Колоскова А.В., Лебедев С.А. Технические науки, особенности их структуры и методов. *Гуманитарный вестник*, 2017, вып. 5, с. 5–12. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-5-433
- [4] Лебедев С.А., Твердынин Н.М. Гносеологическая специфика технических и технологических наук. *Вестник Московского университета. Сер. 7: Философия*, 2008, № 2, с. 44–70.
- [5] Фейнман Р. *Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее*. Москва, Бином, 2009, 318 с.
- [6] Успенский В. *Апология математики*. Санкт-Петербург, Амфора, 2009, 554 с.

- [7] Колмогоров А.Н. *Математика. Исторический очерк*. Москва, Анабасис, 2006, 60 с.
- [8] Гильберт Д. *Основания геометрии*. Москва; Ленинград, ОГИЗ; Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948, 491 с.
- [9] Вейль Г. *Математическое мышление*. Москва, Наука, 1989, 400 с.
- [10] Рузавин Г.И. *О природе математического знания*. Москва, Мысль, 1968, 301 с.
- [11] Пуанкаре А. *О науке*. Москва, Наука, 1983, 736 с.
- [12] Бурбаки Н. *Очерки по истории математики*. Москва, КомКнига, 2006, 296 с.
- [13] Каган В.Ф. *Очерки по геометрии*. Москва, Издательство Московского университета, 1963, 565 с.
- [14] Лебедев С.А. *Философия научного познания: основные концепции*. Москва, Издательство Московского психолого-социального университета, 2014, 272 с.
- [15] Лебедев С.А., Ильин В.В., Лазарев Ф.В., Лесков Л.В. *Введение в историю и философию науки*. Москва, Академический проект, 2005, 416 с.
- [16] Lebedev S.A. Methodology of science and scientific knowledge levels. *European Journal of Philosophical Research*, 2014, no. 1, pp. 65–72.
- [17] Лебедев С.А., Авдулов А.Н., Борзенков В.Г., Лазарев Ф.В., Лесков Л.В., Мирский Э.М., Юдин Б.Г. *Основы философии науки*. Москва, Академический проект, 2005, 544 с.

Статья поступила в редакцию 13.08.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лебедев С.А. Математика и технические науки — основа целостности современного научного знания. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 10.

<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-10-550>

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

Mathematics and technical sciences — the basis of the integrity of modern scientific knowledge

© S.A. Lebedev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article analyzes the problem of the integrity of the modern system of scientific knowledge and the unity of its various fields. The main attention is paid to the mechanism and factors of ensuring this unity. The concept that the main contribution to the integrity of the system of scientific knowledge is made by mathematics and technical sciences, is substantiated.

Keywords: *scientific knowledge, fields of scientific knowledge, the integrity of the system of scientific knowledge, mathematics, technical sciences*

REFERENCES

- [1] Lebedev S.A. *Metodologiya nauchnogo poznaniya* [Methodology of scientific knowledge]. Moscow, Prospekt Publ., 2015, 256 p.
- [2] Lebedev S.A. *Voprosy filosofii – Russian Studies in Philosophy*, 2017, no. 5, pp. 67–80.
- [3] Koloskova A.V., Lebedev S.A. *Gumanitarnyi vestnik MGTU im. N.E. Baumana — Humanities Bulletin of BMSTU*, 2017, no. 5, pp. 5–12.
DOI: 10.18698/2306-8477-2017-5-433
- [4] Lebedev S.A., Tverdynin N.M. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7. Filosofiya — Moscow University Bulletin. Series 7. Philosophy*, 2008, no. 2, pp. 44–70.
- [5] Feynman R. *Six easy pieces: essentials of physics explained by its most brilliant*. New York, Basic Books, 2011, 146 p. [In Russ.: *Dyuzhina lektsiy: shest poproshe i shest poslozhnee*. Moscow, Binom Publ., 2009, 318 p.].
- [6] Uspenskiy V.A. *Apologiya matematiki* [The Apology of Mathematics]. St. Petersburg, Amfora Publ., 2009, 554 p.
- [7] Kolmogorov A.N. *Matematika. Istoricheskiy ocherk* [Mathematics. Historical essay]. Moscow, Anabasis Publ., 2006, 60 p.
- [8] Hilbert D. *The Foundations of Geometry*. 2nd ed. Chicago, Open Court, 1999, 226 p. [In Russ.: *Osnovaniya geometrii*. Moscow, Leningrad, 1948, 491 p.].
- [9] Weyl H. *Matematicheskoe myshlenie* [Matematicheskoe myshlenie]. (in Russ.) Moscow, Nauka Publ., 1989, 400 p.
- [10] Ruzavin. G.I. *O prirode matematicheskogo znaniya* [On the nature of mathematical knowledge]. Moscow, Mysl Publ., 1968, 301 p.
- [11] Poincare H. *The value of science*. New York, The Science Press, 1907, 147 p. [In Russ.: *Poincare H. O nauke*. Moscow, Nauka Publ., 1983, 736 p.].
- [12] Bourbaki N. *Elements of the History of Mathematics*. New York, Springer, 1999, 301 p. [In Russ.: *Ocherki po istorii matematiki*. Moscow, KomKniga Publ., 2006, 296 p.].
- [13] Kagan V.F. *Ocherki po geometrii* [Essays on geometry]. Moscow, Izdatelstvo Moskovskogo universiteta Publ., 1963, 565 p.
- [14] Lebedev S.A. *Filosofiya nauchnogo poznaniya: osnovnye kontseptsii* [Philosophy of scientific knowledge: basic concepts]. Moscow, Izdatelstvo Moskovskogo psihologo-socialnogo universiteta Publ., 2014, 272 p.

- [15] Lebedev S.A., Ilin V.V., Lazarev F.V., Leskov L.V. *Vvedenie v istoriyu i filosofiyu nauki* [Introduction to the history and philosophy of science]. Moscow, Akademicheskij proekt Publ., 2005, 416 p.
- [16] Lebedev S.A. *European Journal of Philosophical Research*, 2014, no. 1(1), pp. 65–72.
- [17] Lebedev S.A., Avdulov A.N., Borzenkov V.G., Lazarev F.V., Leskov L.V., Mirskiy E.M., Yudin B.G. *Osnovy filosofii nauki* [Fundamentals of the philosophy of science]. Moscow, Akademicheskij proekt Publ., 2005, 544 p.

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