

# **Математика и технические науки - основа единства системы научного знания**

## **Mathematics and technical sciences as a basic unity of the scientific knowledge system**

**Лебедев С.А.**

д-р филос. наук, профессор, главный научный сотрудник философского факультета МГУ им. М.В. Ломоносова  
e-mail: Saleb@rambler.ru

**Lebedev S.A.**

Doctor of Philosophy, professor, main researcher of philosophy department, Moscow State University (Russia),  
e-mail: Saleb@rambler.ru

### **Аннотация**

В статье анализируется проблема единства системы научного знания. От решения этой проблемы непосредственно зависит разработка общих закономерностей развития научного знания. Основное внимание уделено механизму обеспечения единства областей научного знания. Обосновывается гипотеза, что основной вклад в решение этой проблемы вносят математика и технические науки.

**Ключевые слова:** научное знание, области научного знания, единство научного знания, математика, технические науки.

### **Abstract**

The article analyzes the problem of the unity of the system of scientific knowledge. The development of scientific knowledge development directly depends on the solution of this problem. The main attention is paid to the mechanism of ensuring the unity of areas of scientific knowledge. The hypothesis is substantiated that the main contribution to the solution of this problem is made by mathematics and technical sciences.

**Keywords:** scientific knowledge, areal of scientific knowledge, unity of scientific knowledge, mathematics, technical sciences.

### **Введение**

Проблема обоснования научного знания как целостной системы по-прежнему является одной из актуальных проблем философии науки. Ее актуальность обусловлена не только огромным объемом современного научного знания, но и его сложной гетерогенной структурой. Наука состоит из качественно различных областей (математика, естествознание, социальные науки, гуманитарные науки, технические и технологические науки), огромного числа научных дисциплин, различных уровней, видов и единиц научного знания [1]. Что же делает систему современного научного знания целостной и единой, несмотря на очевидный плюрализм и качественное разнообразие ее областей? Таких скреп существует несколько. Во-первых, это общие ценностные установки науки: 1) получение объективно-истинного и полезного знания; 2) использование научного знания в адаптационной и практически

преобразовательной деятельности общества; 3) соблюдение общих требований научной рациональности при оценке любой единицы научного знания [9]. Такими требованиями являются: 1) объектность содержания научного знания; 2) однозначность значения и смысла научных понятий и суждений; 3) обоснованность (эмпирическая, и / или логическая, и / или теоретическая); 4) проверяемость (эмпирическая или теоретическая); 6) открытость для критики, изменения и развития [9]. Но 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 структуры современного научного знания. Плюрализм областей научного знания конституируется уже при конкретизации требований научной рациональности к предметному содержанию различных областей научного знания. В результате вводится множество видов научной рациональности. Главные из них следующие: математическая, естественнонаучная, социально-гуманитарная и технико-технологическая рациональность [9]. В результате в системе научного знания фиксируется не только содержательная, но и методологическая специфика его различных областей. В итоге, хотя требования общей научной рациональности и способствуют обеспечению целостности научного знания, они все же не решают эту проблему полностью. Второй мощной скрепой обеспечения целостности научного знания являются такие области научного знания, как математика и технические науки. При этом они выполняют разные функции в достижении единства научного знания. Математика обеспечивает его формальное единство, разрабатывая для всех областей и видов научного знания количественный язык описания научных объектов любого рода. Дело в том, что математический характер языка науки является главным средством реализации таких требований общей научной рациональности, как определенность, точность и доказательность знания. Технические же науки выполняют другую, не менее важную функцию: своей структурой они способствуют содержательному синтезу различных областей науки. Дело в том, что такой синтез абсолютно необходим в структуре технических наук. И он имеет место не только при теоретическом моделировании (проектировании) технических артефактов разного рода (образцов машин, механизмов, технических систем, строительных конструкций, разного рода технологий), но и при материальной реализации этих моделей и их практическом внедрении [7]. Одной из главных особенностей науки является ее ориентация не только на получение объективно-истинного знания, но и на его применение в практической деятельности. А реализация этого требования реально осуществляется только в технических науках, непосредственно нацеленных на инновационную и внедренческую деятельность [11]. Следующей скрепой, обеспечивающей единство областей научного знания, является все усиливающаяся в наше время конвергенция естественных и социально-гуманитарных наук, взаимный обмен их идеями и методами. В результате происходит стирание резких границ между естественнонаучным и социально-гуманитарным знанием, возникновением огромного комплекса междисциплинарных исследований (экологические науки, социобиология, социальная медицина, исследование мозга, инженерная психология, антропология, философия науки, этика науки, математическая экономика, история науки и др.).

### **1. Роль математики в обеспечении единства системы научного знания**

При описании функций и возможностей математики в обеспечении единства научного знания первостепенное значение имеет понимание предмета и природы математики. Интуитивное понимание важной роли математики в познании действительности и ее практическом использовании произошло одновременно с зарождением этой 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

этих сведениях важное место отводилось как искусству счета, так и определению различных геометрических свойств объектов (определения количества объектов и сравнения их величин, определение их пространственной структуры и 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 Эвклида. 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 сначала 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). Почему именно математика рассматривалась ими как основа единства научного знания? Потому что только она, считали они, 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 характеристики их качества (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 каждой науке столько науки, сколько в ней математики» – И. Кант, К. Маркс, А. Эйнштейн, Р. Фейнман [15] и др.). Правда, 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 обоснования как доказательной и истинной системы знания. В числе этих проблем оказались и традиционные философские проблемы математики об ее предмете и природе математического знания (о том, как оно возможно), и более современные: проблема критериев строгости, надежности и эффективности математического знания; проблема единства самой математики при огромном разнообразии ее дисциплин и методов. Решение этих философских проблем было предложено разное, но самое главное, что то или иное их решение непосредственно влияло на понимание взаимосвязи математики с остальными областями научного знания. К концу XIX в. в философии математики окончательно сформировались три конкурирующие парадигмы в понимании 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 вместе с зарождением математики на Древнем Востоке и отражала реальную познавательную деятельность математиков того времени. На Древнем Востоке математическое познание рассматривалась как особая область когнитивной технологии, а именно, с одной стороны, как искусство счета, как умение определять точное количество предметов и сравнивать их между собой по величине (больше, меньше, равно) – предмет арифметики. А, с другой стороны, также 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 природа арифметических высказываний. В то же время, начиная с античной математики и на протяжении всех последующей истории развития математики, в ней постоянно предпринимались попытки преодолеть «двуглавость» в понимании ее предмета и природы. Эти 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 российский 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» [14, с. 540]. Прямо противоположный подход – это сведение арифметики к геометрии (Платон, Эвклид, Александрийская школа). Третий подход: 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 в нахождении для математики некоего единого для нее предмета, то 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. Но при этом в истории математики всегда проводилось различие между двумя видами математических отношений: численными и пространственными. Базовой теорией описания свойств чисел является арифметика, базовой теорией 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 [6]. В принципе с этим определением может согласиться большинство математиков. Важно лишь подчеркнуть, что данное определение 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 А.Н. Колмогорова вопрос о предмете математики отделен от вопроса о природе математического знания. Последний вопрос оставлен им открытым в плане его возможных решений. Но что вполне определенно, это то, что математическое знание считается в нем абстрактным, неэмпирическим и в этом состоит коренное отличие математики от всех других наук. В чем главный недостаток эмпиристской трактовки природы математического знания? Он состоит 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. Во-вторых, трактовка математического знания как эмпирического, пусть и весьма общего, лишает математику суверенности по отношению к естествознанию, как в предметном, так и в методологическом плане, рассматривая ее лишь как одну из естественных наук. Критикуя эмпиристскую трактовку Г. Гельмгольцем природы арифметического знания, Д. Гильберт писал: «Г. Гельмгольц представляет точку зрения эмпирика; однако эта точка зрения... опровергается, как мне кажется, указанием на то, что из опыта, то - есть 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» [4, с. 323].

Использование же 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 конструкторов в математике (которые являются необходимой платой математического мышления за возможность осуществления строгих логических доказательств), существует немало. Это и отрицательные, иррациональные, мнимые и комплексные числа в арифметике и алгебре, это бесконечные линии и плоскости в евклидовой геометрии, это бесконечно удаленные точки и прямые в проективной геометрии, это аксиома существования и аксиома непрерывности во всех областях математики. Как писал выдающийся математик Д. Гильберт: «Источником всех теорем чистого существования является логическая  $\epsilon$ -аксиома, на которой, в свою очередь, основано построение всех идеальных высказываний» [4, с. 381]. На идеальные элементы в математике налагается только одно требование: они не должны приводить к логическим противоречиям ни в старых математических теориях, ни в новых теориях, при расширении или обобщении старых [4, 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 в подготовке специалистов в области математики по сравнению с другими науками, но, прежде всего, своеобразием ее предметных и методологических 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. Мы полагаем, что именно равноудаленность математики от всех других областей наук делает ее не только универсально значимой для них, но и способствует обеспечению единства всего научного знания.

Прямой альтернативой эмпиризму в истолковании природы математического знания является априористская концепция. Априористская трактовка природы математического знания была сформулирована еще в античной философии (Пифагор, Парменид, Платон). Начиная с этого времени и на протяжении всей истории математики, эмпиристская и априористская парадигмы природы математического знания постоянно конкурировали между собой в истории математики. Согласно априористской концепции, которую разделяли и разделяют многие известные математики и философы (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 необходимым условием естественнонаучного познания (Кант). Согласно априоризму, математические истины открываются мышлению в процессе самопознания своего собственного содержания. Математические идеи как бы «врождены» сознанию и мышлению в качестве его необходимых элементов. При этом если Платон утверждал, что все истины математики, и общие (аксиомы), и частные (теоремы), уже находятся в сознании («душе») до и 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 также считал, что все истины математики имеют до и внеопытный, то есть априорный характер, и это относится к обеим базовым теориям математики: и к

геометрии, и к арифметике. Правда, в отличие от Декарта и Лейбница, Кант считал, 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 эвклидов характер, а потому является для нашего сознания не только интуитивно очевидной (ясной и само собой разумеющейся), но и необходимой. А потому истинная геометрия возможна только одна, и это – эвклидова геометрия. Априорное основание другой фундаментальной теории математики – арифметики, Кант также видит в чувственной сфере сознания. Этим основанием является время, понимаемое как длительность воспринимаемых нами событий. Эта длительность является ни 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, но считал 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 выдающегося математика XIX в. Л. Кронекера: «Целые числа создал Господь Бог, остальное – дело рук человеческих» [14, с. 539].

Конкретные же методы открытия математических истин были предложены сторонниками априористской концепции природы математического знания разные: припоминание «душой» своего собственного содержания (Платон); интеллектуальное усмотрение исходных положений математических теорий и последующее дедуктивное выведение всех остальных утверждений математики (Р. Декарт); математика – это аналитическое знание, созданное на основе законов формальной логики и в принципе сводимое к ним, истинность математических утверждений имеет чисто формальную природу («логика – юность математики, а математика – зрелость логики» – Г. Лейбниц, Г. Фреге, Б. Рассел, А. Уайтхед, логицизм); 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 (Брауэр, Г. Гейтинг, Г. Вейль) [3].

Каковы плюсы и какие минусы у априористской концепции природы математического знания? Безусловным плюсом этой парадигмы является подчеркивание качественного отличия природы математического знания от природы всех других видов знания. В отличие, как от естествознания, так и от 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 является абсолютно бессодержательной или чисто формальной наукой, как иногда утверждают сторонники формализма (Д. Гильберт, К. Гедель, Бернайс и др.) или логицизма (Рассел, Уайтхед, Карнап и др.) [13]. 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.). Это означает, что математика изучает и описывает не объективную реальность, а особую реальность, либо открываемую мышлением в сознании, либо конструируемую им. В этом

смысле, с позиции априористского истолкования природы математики, математика 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 самого мышления. Главными же 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 две вещи: 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 пятьдесят 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. 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 (эта гармония есть 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 («Мышление, если оно правильное, не может обманывать, не может приводить к ложному знанию о мире»). Онтологический же 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 дело 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 же объяснение непостижимой эффективности математики состоит в том, что мы можем применять к описанию реального мира только ту математику, которую имеем, и в случае удачного применения той или математической теории она рассматривается нами как эффективная. Неудачные же ее применения мы просто забываем.

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 базовых дисциплинах: арифметике (архимедова и неархимедова), геометрии (эвклидова геометрия и неевклидовы геометрии), 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.) [13; 14]. Все теории классической математики, начиная с возникновения греческой математики, строились дедуктивным способом на основе 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 конструктивистской математике запрещено такое центральное понятие классической математики, как актуальная бесконечность. Это понятие использовалось в ходе математических доказательств во многих ее дисциплинах (в теории вероятности при определении вероятности через предел относительной частоты в бесконечной последовательности, или в математическом анализе при определении 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 других 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-декартовского-кантовского толка в учении о природе математики явно не совместим 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, признавать одинаково законными и истинными эвклидову и неевклидову геометрии). С другой стороны, альтернативный характер новых математических теорий, которые были созданы явно не путем обобщения каких-то новых эмпирических данных, но при этом впоследствии, также как и старые теории, подтверждаются опытом и успешно используются на практике, также опровергает и эмпиристскую парадигму природы математического знания.

Третья парадигма философии математики это конструктивистская концепция природы математического знания. Эта концепция представляется нам наиболее адекватной среди других интерпретаций природы математического знания. Она возникла достаточно поздно, только во второй половине XIX в. Основным толчком в ее возникновении, безусловно, стало открытие неевклидовых геометрий как теорий, альтернативных традиционной эвклидовой геометрии, безраздельно господствовавшей в математике на протяжении более двадцати пяти веков. Требовалось объяснить появление этого революционного события в развитии математики 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 значимо это явление для развития других областей математики и математики в целом. И если признать появление неевклидовых геометрий естественным и вполне закономерным событием в развитии математики, тогда «смертельный приговор» как эмпирической, так и априористской концепциям природы математического знания, требующий отказа от них. Первыми, кто это осознал и пришел к идее конструктивистской природы математического знания были такие выдающиеся математики, как Б. Риман и А. Пуанкаре [12]. 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. Во-вторых, эти сущности являются продуктом не мысленного или чувственного созерцания, а воображения, мысленного конструирования. И, в-третьих, утверждения о них с логической точки зрения являются не более чем гипотезами. В частности, Пуанкаре считал, что любые аксиомы математических теорий являются: а) гипотезами и б) «замаскированными соглашениями» [12, с. 7]. «Эти условные соглашения представляют собой продукт свободной деятельности нашего ума, который в этой области не знает препятствий» [12, с. 7]. И потому «никакая геометрия не может быть более истина, чем другая; та или иная геометрия может быть только более удобной» [12, с. 41]. Но при этом Пуанкаре считал, что «эвклидова 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 математического знания взгляды Римана и Пуанкаре были разными. 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 [12]. Пуанкаре подчеркивал, что конвенции относительно аксиом математических теорий есть единственный способ остановки бесконечного регресса в доказательстве [12]. Но наибольший вклад в утверждение и демонстрацию концепции конструктивистской природы математического знания внесли Д. Гильберт [4], а также школа французских математиков под именем Н. Бурбаки, рассматривавших математику как логически доказательное описание абстрактных структур, возможных типов отношений между объектами, как теорию «возможных миров» [2]. Самое примечательное заключалось 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 как эмпирическим изучением отношений между реальными объектами, как это имело место на ранних стадиях развития арифметики, геометрии, алгебры, математического анализа, теории вероятности, так

и их чисто мысленным конструированием на основе продуктивного воображения и логики без обращения к эмпирическому знанию об объективной реальности (неевклидовы геометрии, 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 проведение необходимого различия геометрии как физики и геометрии как математики [4, с. 7–3]. И это четкое различие было осуществлено только в середине XIX в. Позднее аналогичное различие было проведено между аксиоматически построенной теорией вероятности как математической теорией и статистической теорией вероятности. Столь же большую роль в развитии логической науки сыграло проведение различия между математической логикой и логикой как наукой о законах правильного мышления. В отличие от всех других наук (естествознания и физики, в частности), математика не занимается изучением реальных объектов, 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 Г. Вейль: «Математика смесь конструктивной и аксиоматической процедур. Используемые в математике системы аксиом лишь устанавливают границы области значений тех переменных, которые участвуют в конструкции» [3, с. 21–22]. Математику как математику реальный мир вообще не интересует, это не ее непосредственный предмет, а только лишь область ее возможного применения. Ее собственным предметом являются лишь 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 как идеализаций физической точки, физической прямой и физической плоскости, но и другие значения, область которых является практически неограниченной. Так, В.Ф. Каган доказал, если под точкой понимать сферу определенного радиуса, под прямой бесконечной длины цилиндр того же радиуса, то для такого понимания точки и прямой также будут выполняться все положения геометрии Эвклида [5, с. 44–45]. Далее. 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 линией – линейное уравнение определенного вида, а под плоскостью – систему линейных уравнений, то при таком понимании также будут верны все положения геометрии Эвклида. Из всех приведенных выше примеров с необходимостью следует вывод, что «связывать евклидову геометрию с какой-либо определенной системой образов нет ни малейших оснований» [5, 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. И это стало особенно очевидно при формализации евклидовой геометрии, осуществленной Д. Гильбертом [4]. Сказанное выше оказалось верным не только для евклидовой геометрии, но и для любой другой математической теории, их открытость 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 своих интерпретаций и, соответственно, сфер применения. И именно благодаря этому математика обладает огромным прогностическим потенциалом для развития конкретных наук, направляя их развитие для опытного подтверждения сформулированных в ней возможных типов отношений и закономерностей между объектами. Ярким примером в этом отношении может служить общая теория относительности как физической реализации и последующего опытного подтверждения объективной истинности неевклидовых геометрий в описании реальных свойств физического пространства. Другим примером может служить трехзначная математическая логика в ее применении в квантовой механике. Ее одним блестящим примером опережающей роли математики в развитии физики является подтверждение объективной истинности законов некоммутативной алгебры в квантовой теории. Или 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 главных особенностей математического знания является его универсальный характер по отношению не только к другим наукам, но и по отношению ко всем уровням научного знания (чувственному, эмпирическому, теоретическому, метатеоретическому). 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 высокоабстрактного характера, независимости от конкретного эмпирического опыта, от 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, непременно, только язык математики по-настоящему имманентен науке, так как отвечает самым высоким стандартам и критериям научной рациональности (однозначность, доказательность, проверяемость, полезность).

## **2. Вклад технаук в обеспечении единства системы научного знания**

Технические и технологические науки играют в обеспечении единства научного знания не менее важную роль, чем математика. Именно они являются воплощением реального, непосредственного синтеза естественных и социальных наук, а также практических потребностей общества. Еще со времен Ч. Сноу стало модным говорить о расколе современной культуры на естественнонаучную культуру 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 современный физик-теоретик или химик, с одной стороны, и философ или историк, с другой, говорят на весьма 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 такой специфический тип наук, каким являются технические и технологические науки. Как известно, начало интенсивному развитию этого типа наук было положено в эпоху Возрождения и Новое время в связи с потребностями возрождавшегося в Европе нового типа общества – индустриальной цивилизации. Проект науки нового типа был подробно разработан и обоснован в Италии Леонардо да Винчи, в Англии – ее лорд-канцлером Ф. Бэконом. Именно техно-технологическое знание выделялось ими в качестве нового, наиболее ценного и востребованного будущим обществом видом знания и противопоставлялось чисто теоретическому, умозрительному описанию природы и общества. Последний тип познания язвительно назывался ими «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, техно-технологические науки с самого начала задумывались как синтез, как единство естественнонаучного и социально-гуманитарного знания, как научный стержень культуры нового типа. На знамени технических наук было четко выведено не одно, а два ключевых слова-ценности: «Истина и Польза». При этом под словом «Польза» имелась в виду, прежде всего, практическая польза, это знание должно было стать «силой» (Ф. Бэкон). Проект новой науки, получивший в XVII в. название «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, производства полезных для человека потребительных стоимостей – вот главная цель технических и технологических наук. Вместе с тем, эти 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 одну, а две компоненты: естественнонаучное знание и социально-гуманитарное знание, задавая каждый раз специфическую форму их синтеза, их увязки в некую целостность. Без такого синтеза естественнонаучного и социально- гуманитарного знания (в основе которого лежал конкретный «социальный заказ» или индивидуальные человеческие потребности) технических и технологических наук не бывает. При этом между естественнонаучным (физическим, химическим, биологическим и т.д.) знанием 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 обеспечивает нормальное функционирование любой технонауки. И как показали современные исследования по философии науки, сама возможность внутреннего диалога и синтеза между науками о

природе и науками о культуре может быть реализована только при отсутствии непроходимой грани между этими видами знания с точки зрения их логико-методологических характеристик. Ранее естественные науки нередко противопоставляли в этом отношении социально-гуманитарным наукам. В качестве аргументов, прежде всего, указывали на коренные отличия естественнонаучного и социально-гуманитарного знания по таким их свойствам как объективность, доказательность, проверяемость, истинность. Во-вторых, на различие методов познания в естествознании и социально-гуманитарных науках: эксперимент, обобщения, законы и математические теории в естествознании и наблюдении, описание, интерпретация и понимание в социальных и гуманитарных науках. 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. Там 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 основе 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 естественнонаучное 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. События же социальные, исторические, духовные являются, по мнению неокантианцев, неповторимыми, уникальными, ибо в силу своего происхождения всегда несут на себе печать и «авторское клеймо» своих творцов и носителей. 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, так сказать, «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, поскольку поведение любого человека всегда имеет в своей основе личностную мотивацию и самополагание. В отличие от объясняющего и законосообразного характера наук о природе, 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 был ярко и основательно описан известным американским писателем и ученым Чарльзом Перси Сноу в его книге «Две культуры». Насколько серьезны и обоснованы такие опасения? Современный гносеологический анализ характеристик естественнонаучного знания и социально-гуманитарного знания, позволяет выдвинуть ряд веских аргументов против их противопоставления в духе неокантианства. Первый аргумент состоит в следующем. Конечно, в структуре современной науки существуют классические естественнонаучные

дисциплины такие, как физика (механика, оптика, термодинамика и т.д.), химия, общая биология, ботаника, зоология, геология, почвоведение и др., а с другой, столь же классические гуманитарные и социальные дисциплины, такие как история, политология, социология, философия, языковедение, искусствоведение, литературоведение, юриспруденция, культурология и др. Классическое естествознание и классическое социально-гуманитарное знание действительно радикально отличаются друг от друга по своим эпистемологическим характеристикам. В современной же постнеклассической науке началось их явное сближение друг с другом в методологическом отношении.

### **3. Сближение гносеологических характеристик естественнонаучного и социально-гуманитарного знания в современной науке**

Многие современные социально-гуманитарные науки по методам получения и обоснования знания уже мало отличаются от естественных наук. В качестве примеров можно привести следующие: современная психология с экспериментальным изучением психики, ее различных проявлений, а также законов психической деятельности; языковедение и лингвистика на основе использования статистических методов и системно-структурного анализа в изучении языка; применение математических методов в такой науке, как логика; использование количественных и эмпирических методов при изучении общества и его истории (социальная статистика, социологическое моделирование законов различных социальных систем, геохронология, лингвистический анализ древних рукописей); количественный анализ различных произведений искусства (искусствоведение и т.д.). Современные социальные и гуманитарные науки являются не только понимающими, но и объясняющими изучаемые ими явления.

С другой стороны, современное естествознание все в большем объеме включает в свой арсенал традиционные методы социально-гуманитарных наук, пытаясь не только объяснить, но и понять изучаемые явления природы, т.е. дать им определенную ценностную интерпретацию и гуманитарное измерение. Например, введение в современную космологию антропного принципа при объяснении эволюции Вселенной. Это и серьезное внимание к философским основаниям и проблемам естествознания как важнейшим элементом структуры фундаментальных естественнонаучных теорий. Это и исследование фундаментальной роли когнитивных коммуникаций в процессах выработки научным сообществом консенсуса в оценке различных единиц научного знания. Это и осознание представителями естествознания и математики принципиально субъект-объектного характера любого процесса научного познания и его результатов. Это и признание представителями естественных наук важной роли социальных факторов в организации естественнонаучных исследований. Наконец, это также признание важной роли социального и гуманитарного регулирования естественнонаучного познания: медицинская этика, биоэтика, инженерная этика, этика науки, аксиология науки, экологическая и гуманитарная экспертиза научных 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 [10]. С точки зрения современной философии науки различие между естествознанием и социально-гуманитарным знанием является скорее количественным и условным, а граница между ними является исторической и относительной. Но это все внешние предпосылки и факторы возможности синтеза наук о духе и наук о природе. Магистральный же и реальный синтез этих относительно

противоположных типов научного знания (естественного и гуманитарного) был осуществлен самой культурой путем создания комплекса технических и технологических наук.

И это получило свое отражение в специфике структуры технического и технологического знания. 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 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 встречающемся в таком виде в самой природе. Та же ситуация имеет место и при описании любых технических систем и сооружений (от обыкновенного насоса для откачки воды из шахты до ракет, космодромов 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 определенные элементы социально-гуманитарного знания. Этого нет в большинстве естественных наук, где познаются объекты или «вещи в себе» (Кант). От описания вещи-проекта на онтологическом уровне технотехнологического знания далее осуществляется переход на модельно-проективный уровень, который по существу представляет собой теоретический уровень знания в технотехнологических науках. На этом уровне используются теоретические идеи и язык других областей науки, прежде всего, физики, химии, математики, других технических наук, а также социально-гуманитарных наук (эргономики, экономики, инженерной психологии и др.). Эти знания используются 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 соответствующий материальный прототип, определенный образец будущей техносистемы или технопроцесса. Переход от теоретической модели к ее эмпирической интерпретации – ответственный этап познания в технотехнологических науках, так как одна и та же теоретическая конструкция может в принципе иметь достаточно большое число разных эмпирических интерпретаций и соответственно последующих материальных воплощений. После воплощения эмпирической модели в определенном материале («железе») начинается экспериментальная деятельность с материальным образцом новой техносистемы, собирается и обрабатывается соответствующая эмпирическая информация о ее свойствах и поведении. Это – эмпирический уровень познания в технотехнологических науках. Однако, эмпирическое познание в технотехнологических науках самым тесным образом 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 и их правильное использование для получения эмпирической информации об испытываемом образце и принципов их действия, описание других (внеприборных) способов воздействия на испытываемую материальную

модель. Еще одной специфической чертой технонауки является активное использование обыденного языка на всех уровнях технического научного знания, кроме теоретического уровня. Наиболее сильно 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. С другой стороны, у обыденного языка имеются такие преимущества, как универсальность, простота, наглядность, которые в некоторой степени уравнивают его недостатки. Как известно, в технонауках много делается (особенно на стадиях испытания и последующей эксплуатации) руками, техническим умением и мастерством рабочих, техников и обслуживающего персонала, не имеющих высокой научной подготовки. Поэтому в технонауках без обыденного знания нельзя обойтись принципиально. Ну и, наконец, метатеоретический уровень или блок технознания. Сюда входят, прежде всего, фундаментальные знания из естествознания, математики и гуманитарных наук, элементы философского мировоззрения и, прежде всего, из области философии техники, социальной философии и философской антропологии, общенаучные понятия и принципы, а также научно-философская рефлексия реального или возможного социального заказа на данный вид технического и технологического знания. Отличными от естествознания и социально-гуманитарных наук являются и законы развития технонаук. К числу этих закономерностей относятся: 1) баланс когнитивных (познавательных) и социальных факторов в развитии техно-технологических наук; 2) постоянный рост технического и технологического научного знания; 3) прерывно-непрерывный характер развития технологических наук; 4) телеологизм развития; 5) существенное и все возрастающее влияние экологических, гуманистических и цивилизационных детерминант в развитии технонаук.

### **Заключение**

Общая структура современного научного знания по-прежнему является плюралистической. В ней имеют место предметно и методологически разнообразные области научного знания, уровни и виды научного знания [17]. Плюрализм современного научного знания является не аддитивным, а системно организованным. Главными «скрепами», обеспечивающими целостность системы современного научного знания, являются: 1) требования общей научной рациональности к любой области и к любому виду научного знания; 2) интегративная роль математики как поставляющей всем областям научного знания язык точного описания количественных свойств познаваемых наукой объектов и отношений между ними; 3) интегративная роль технических наук, включающих в свою структуру в качестве необходимых элементов математическое, естественнонаучное и социально-гуманитарное знание; 4) стирание жестких демаркационных линий между различными видами знания, в частности, между естественнонаучным и социально-гуманитарным знанием; 5) синтез идей и методов различных областей науки в рамках междисциплинарных исследований. Основной содержательный вклад в обеспечение единства различных областей научного знания вносят математика и технические науки.

### **Литература**

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука. 1990.
2. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: Ком Книга. 2006.
3. Вейль Г. Математическое мышление. М.: Наука. 1989.

4. *Гильберт Д.* Основания геометрии. М.-Л.: ОГИЗ ГОСТЕХИЗДАТ. 1948.
5. *Каган В.Ф.* Очерки по геометрии. М.: Издательство Московского университета. 1963.
6. *Колмогоров А.Н.* Математика. Исторический очерк. М.: Анабасис. 2006.
7. *Колоскова А.В., Лебедев С.А.* Технические науки, особенности их структуры и методов// Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2017. – № 5. – С. 5–12.
8. *Лебедев С.А.* Основы философии науки. М.: Академический проект. 2005.
9. *Лебедев С.А.* Структура научной рациональности//Вопросы философии. – 2017. – № 5. – С. 66–79.
10. *Лебедев С.А.* Философия научного познания. Основные концепции. М.: Издательство Московского психолого-социального университета. 2014.
11. *Лебедев С.А., Твердынин Н.М.* Гносеологическая специфика технических и технологических наук//Вестник Московского университета. Серия 7: Философия. – 2008. – № 2. – С. 44–70.
12. *Пуанкаре А.* О науке. М.: Наука. 1983.
13. *Рузавин Г.И.* О природе математического знания. М.: Наука. 1968.
14. *Успенский В.* Апология математики. СПб: Амфора. 2009.
15. *Фейнман Р.* Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее. М.: Бином. 2009.
16. *Лебедев С.А.* Философия математики и технических наук. Учебное пособие. Под ред. С.А. Лебедева. М.: Академический проект. 2006.
17. *Lebedev S.A.* Methodology of science and scientific knowledge levels//European Journal of Philosophical Research. 2014. № 1(1). С. 65-72.