УДК 007 DOI: 10.18698/2306-8477-2023-2-829

Теория как особая единица научного знания: онтология и методы

© С.А. Лебедев

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

Рассмотрена научная теория как особая единица знания, логически не выводимая из опыта и имеющая конструктивный характер. Теория имеет качественно другую онтологию по сравнению не только с онтологией чувственного знания, но и онтологией эмпирического знания. Ее онтология — идеальная реальность, состоящая из множества мысленных объектов, с присущими им свойствами, отношениями и законами. Онтологическая реальность теории — это логически организованная реальность, описание которой должно иметь доказательный характер. Все множество идеальных объектов теории должно быть подразделено на два подмножества: множество исходных объектов и множество построенных из них производных объектов. Тип отношения между этими двумя множествами объектов такой: логическая, или конструктивно-генетическая редукция (сведение) всех производных объектов теории к ее исходным объектам. Между всеми высказываниями теории также должно существовать отношение редукции: логического сведения и, соответственно, выведения одних высказываний из других. В идеале теория представляет собой дедуктивно-аксиоматическую систему знания. В результате теория становится максимально определенной и доказательно истинной единицей научного знания и эталонной реальностью по отношению не только к эмпирической и чувственной реальности, но и к объективной.

Ключевые слова: *научная теория, теоретическая реальность, идеальный объект, методы построения теории*

Онтология науки в целом — это объективная реальность. Однако на различных уровнях научного знания она представлена качественно разными типами объектов: на чувственном уровне — сенсорными объектами (чувственными моделями «вещей в себе» — Кант), на эмпирическом — абстрактными объектами (отдельными сторонами сенсорных объектов), на теоретическом — идеальными объектами, на метатеоретическом — научными теориями как объектами особого рода. Теоретическая реальность является продуктом не просто абстрактной, а конструктивной деятельности мышления. Это означает, что было бы большой гносеологической ошибкой считать теоретическое знание в науке описанием самой объективной реальности, ее свойств и законов. Для теоретической реальности разработана особая методология конструирования ее объектов: метод идеализации, итерации, дедуктивно-аксиоматический, конструктивно-генетический и др.

Конструирование научных теорий осуществляется также с помощью особого рода познавательных операций:

1) введение исходных теоретических (идеальных) объектов;

2) мысленное постулирование свойств этих объектов и взаимосвязей между ними;

3) построение научной теории как логически доказательной системы знания о ее идеальных объектах;

4) проверка теории на соответствие принятым стандартам научной рациональности;

5) нахождение для практического применения теории ее эмпирической интерпретации [1];

6) демонстрация возможности ее успешного применения на практике (включая сделанные на ее основе проекты новых экспериментов, новых технических, инженерных и технологических систем);

7) обоснование ее преимуществ по сравнению с альтернативными существующими или возможными теориями [2, 3].

Эйнштейн так определил сущность теоретического познания в науке: это построение мышлением научных теорий и двойной способ их оправдания — внутренний и внешний [4].

Онтологическими единицами теоретической реальности являются идеальные объекты и конструируемые из них системы. В чем главное отличие теоретических объектов науки от ее чувственных и эмпирических объектов? Оно состоит в том, что теоретический объект — это чисто мысленная сущность, конструируемая разумом как его имманентный продукт. Хотя теоретические объекты часто создаются на основе эмпирических, они, в отличие от последних, не имеют чувственных коррелятов в качестве своих значений, и поэтому к ним неприменимы так называемые остенсивные определения (определение значений понятий путем указания на обозначаемый ими чувственный объект). Любые идеальные объекты принципиально не наблюдаемы, их существование только мыслимо. Например, геометрическая точка в математике — это объект, который по определению не имеет никаких размеров и поэтому не может быть объектом чувственного созерцания. Или геометрическая линия в математике, которая по определению является одномерным объектом, состоящим из непрерывной и бесконечной последовательности точек. По существу все объекты чистой (теоретической) математики являются идеальными [5–9].

Не подлежат наблюдению и остенсивному определению теоретические объекты и в других областях науки, например, такие теоретические объекты физики, как материальная точка, инерция, абсолютная пустота, идеальный газ, абсолютно черное тело и т. д. [10]. Основным теоретическим объектом классической политэкономии был товар как стоимость, создаваемая исключительно в сфере производства, а в политэкономии марксизма таким объектом была общественно-экономическая формация. В политологии основным теоретическим объектом является идеальное государство; в юриспруденции — идеальный субъект права; в этике — абсолютно моральный человек; в философии — сознание, материя, дух, душа; в логике — правильное логическое мышление и др. [4, 10–12].

Каковы основные методы конструирования теоретических (идеальных) объектов? Для того чтобы дать на этот вопрос полный ответ, необходимо иметь в виду, что в любой теории существуют два вида объектов. Это ее исходные (или базовые) идеальные объекты и производные идеальные объекты. Например, в построенной Евклидом геометрии было всего два базовых идеальных объекта: геометрическая точка и идеальная прямая линия. Все остальные объекты евклидовой геометрии, образующие ее теоретическую реальность, были производными. При этом, в отличие от исходных объектов теории, количество ее производных объектов потенциально бесконечно и может быть всегда увеличено. Например, в евклидовой геометрии ее производными идеальными объектами являются окружность, угол, различные ломаные линии, все плоские фигуры, все объемные фигуры (шар, параллелепипед, призма, конус, цилиндр и т. д.), а также все, что может быть построено из них в различных логически возможных и непротиворечивых комбинациях [5, 7, 13, 14]. В классической механике исходными объектами являются материальная точка (геометрическая точка, имеющая массу), все объекты евклидовой геометрии, абсолютное пространство, абсолютное время, инерция и др., а производными — такие теоретические объекты, как математический маятник, идеальный газ, изолированная термодинамическая система, абсолютно черное тело, абсолютно упругое тело, дальнодействие и др. [4, 15–17].

Методы построения (введения) исходных объектов научной теории. Существуют три основных метода построения исходных объектов теории:

1) идеализация через предельный переход от эмпирического объекта;

2) мысленное конструирование идеального объекта без отталкивания от определенного эмпирического объекта (введение его «по определению»);

3) неявное введение с помощью системы аксиом.

Рассмотрим первый из указанных выше методов — идеализацию через предельный переход. Большинство исходных объектов конкретно-научных теорий было сконструировано мышлением именно этим методом, путем перехода от наблюдаемых свойств эмпирических объектов к их предельным значениям, которые уже являются не наблюдаемыми, но только логически возможными. Например, таким методом были получены исходные теоретические объекты евклидовой геометрии — точка и прямая; исходные теоретические объекты арифметики — натуральные числа; исходные теоретические объекты классической механики — материальная точка, инерция, дальнодействие, абсолютное пространство, абсолютное время; исходный теоретический объект релятивистской космологии — точка сингулярности и др. В чем заключается суть метода предельного перехода? Он состоит в доведении интенсивности свойств наблюдаемых объектов до предельных логически возможных значений (имеющих на соответствующей шкале интенсивности значения либо 1, либо 0). Наблюдать в опыте объекты с такими значениями нельзя, но допустить их мысленное существование возможно, потому что в этом допущении не содержится никакого логического противоречия. Например, можно наблюдать или построить последовательность эмпирических объектов, которые будут последовательно уменьшаться в своих размерах. Очевидно, что любой наблюдаемый объект такой последовательности всегда будет иметь вполне определенные размеры. Но логическим пределом такой последовательности будет являться объект, не имеющий абсолютно никаких размеров. Это лишь логически возможный, или чисто мыслимый, объект, который наблюдать принципиально нельзя. Таким объектом стала геометрическая точка в геометрии Евклида. Аналогичным способом были введены следующие идеальные объекты геометрии и космологии (но в сторону возрастания своих значений): бесконечное пространство, бесконечное время и бесконечная Вселенная.

Отправляясь от эмпирически наблюдаемой последовательности почти одномерных объектов, сначала было выработано теоретическое понятие «геометрическая линия», а затем «прямая линия» и «отрезок прямой». Прямая линия как теоретический объект геометрии обладает ненаблюдаемыми свойствами абсолютной одномерности, абсолютной прямизны, абсолютной однородности, бесконечности (по крайней мере потенциальной). Идеализацией через предельный переход были получены и такие исходные идеальные объекты арифметики, как натуральные числа. На опыте можно наблюдать лишь совокупности эмпирических, материальных объектов, состоящие из разного количества предметов: одного, двух, трех и т. д. Очевидно, что совокупность, состоящая из трех яблок, больше совокупности, состоящей из двух яблок или только одного. Натуральное число n как теоретический объект арифметики есть общее свойство всех совокупностей материальных предметов, которые состоят из n элементов. Например, натуральное число 0 есть общее свойство всех пустых классов, т. е. совокупностей, в которых не содержится ни одного предмета. В известном смысле 0 — это виртуальное свойство, потому что реально существующие совокупности состоят как минимум из одного предмета. Натуральное число 2 — это обозначение общего свойства всех реальных и возможных совокупностей, которые состоят только из двух предметов. Обобщая эмпирический смысл такого идеального объекта, как натуральное число, Г. Фреге и Б. Рассел дали ему следующее определение: «Натуральное число — это класс всех равночисленных классов» (определение натурального числа Фреге — Рассела) [6]. Они ввели, сконструировали натуральное число как исходный идеальный объект арифметики натуральных чисел. Это было сделано на основе принятия трех чисто мысленных допущений (которые в реальной материальной действительности в строгом смысле нереализуемы и соответственно ненаблюдаемы).

Первая гипотеза: предположение о возможности существования абсолютно тождественных предметов, к которым в строгом смысле только и применимы главные арифметические операции: счет, сложение, вычитание. Когда кто-то говорит в арифметике, что 3 больше 2, он неявно всегда имеет в виду, что речь идет о пересчете и сравнении тождественных объектов. Иначе утверждение, что 3 больше 2, будет не только не строгим, но по существу — бессмысленным. Другими словами, когда считают или численно сравнивают совокупности реальных предметов, с логической необходимостью предполагают, что все они тождественны друг другу [18]. Хотя реально они таковыми быть не могут и обязательно в чем-то отличаются друг от друга. В основе арифметического подсчета количества предметов любой реальной совокупности всегда лежит абстракция полного отождествления этих предметов как элементов некой реальной совокупности. Идеальными объектами арифметики натуральных чисел являются не только все положительные натуральные числа, но также 0 и все отрицательные натуральные числа (–5, –8, –10 и т. п.).

Вторая гипотеза, которая была использована при конструировании такого идеального объекта, как натуральное число, состояла в принятии допущения существования (или возможности построения) сколь угодно больших и сколь угодно малых чисел.

Это допущение, в свою очередь, основывалось на третьем предположении — гипотезе о принципиальной возможности всегда применять операцию итерации, т. е. постоянного прибавления единицы к любому сколь угодно большому натуральному числу и построению потенциально бесконечного по численности натурального ряда чисел [14, 18]. Очевидно, что конечно живущее человечество в принципе не располагает бесконечным временем, а также бесконечной энергией для осуществления бесконечного количества операций итерации.

Вне указанных выше трех чисто мысленных допущений построение такого исходного и фундаментального объекта и понятия арифметической теории, как натуральное число, в принципе невозможно. Благодаря введению натурального числа как исходного идеального объекта арифметики натуральных чисел возможно не только более строго описывать количество различных совокупностей материальных предметов, но и абсолютно точно сравнивать их по величине. Это позволило применять операцию счета, а также другие арифметические операции к самим натуральным числам, их совокупностям (множествам), а позднее — к построенным из этих исходных объектов арифметики ее производных идеальных объектов (рациональные числа, иррациональные числа, мнимые числа, комплексные числа, гиперкомплексные числа, матрицы и т. п.) [5, 19]. Методом идеализации через предельный переход были сконструированы не только теоретические объекты евклидовой геометрии и арифметики натуральных чисел (это было сделано уже в эпоху античности — Пифагор, Фалес, Эвклид, Эвдокс), но впоследствии и теоретические объекты естествознания. Известно, что первыми областями теоретического естествознания были астрономия и физика. Идея Земли как центра Вселенной и круговые траектории движения Солнца и планет вокруг Земли в астрономической теории были получены Птолемеем как результаты идеализации наблюдения за реальным перемещением Солнца и планет относительно Земли и фиксацией этих регулярных перемещений не только астрономами, но и обычными людьми.

В ходе мысленной идеализации реальных астрономических наблюдений в рамках теории Птолемея Земля как реальная относительная система отсчета стала рассматриваться в качестве абсолютной и единственно возможной, а траектории движения всех небесных тел — как круговые [4]. Необходимо подчеркнуть, что астрономическая теория Птолемея была таким же полноценным научным построением (с соответствующим набором идеализаций и их достаточно хорошим соответствием астрономическим наблюдениям), как и, например, геометрия Евклида и арифметика Пифагора. Разумеется, для любой научной теории в силу идеализированного характера ее объектов всегда имеет место определенное расхождение между ее утверждениями и эмпирическим положением дел. И тогда главный вопрос будет заключаться в принятии субъектом научного познания (и прежде всего соответствующим научным профессиональным сообществом) решения о допустимой степени этого несовпадения. И здесь не существует некоего общего методологического стандарта. В каждом случае этот вопрос решается исключительно конкретно, исходя прежде всего из практических задач по применению соответствующей теории. Но при этом важно помнить, что степень определенности самих практических проблем, во-первых, всегда уступает степени точности и однозначности теоретического знания, а во-вторых, не является чем-то одинаковым. Именно поэтому критерий практики как определитель допустимой степени расхождения (или совпадения) между теорией и опытом всегда является только относительным и приблизительным [3, 20].

Например, астрономическая теория Коперника, пришедшая на смену теории Птолемея, отнюдь не была свободна от теоретических идеализаций, причем не менее сильных, чем те, которые имели место в теории Птолемея. Во-первых, это утверждение теории Коперника о круговых траекториях движения всех планет вокруг Солнца как неподвижного центра. Во-вторых, астрономическая теория Коперника исходила из явно теоретического допущения о Солнце как вечном и неизменном объекте Вселенной. В-третьих, она опиралась на явно теоретическое (натурфилософское) допущение о вечности и пространственной бесконечности Вселенной (Дж. Бруно) [17]. Как было установлено позднее (сначала в рамках небесной механики Кеплера и Ньютона, затем — в частной и общей теории относительности, но особенно — современной релятивистской космологии), все основные положения теории Коперника имели не только явно идеализированный характер, но и очень сильное несоответствие наблюдаемому положению движения планет и их месту на небосводе. Это было связано с траекториями движения планет вокруг Солнца, которые, как впоследствии показали сначала Кеплер, а затем Ньютон, обладали не круговым, а эллиптическим характером, а также с тем, что планеты вращаются вокруг Солнца не с постоянной, а с переменной скоростью, т. е. неравномерно. Позднее было установлено, что реальные траектории движения планет вокруг Солнца имеют лишь приблизительно эллиптический характер, так как происходит взаимодействие реальных планет не только с Солнцем, но и друг с другом и с иными небесными объектами. В-четвертых, на реальный характер движения влияют различного рода физические флуктуации, поскольку распределение массы внутри каждой планеты и Солнца не является строго однородным. В-пятых, с позиций астрономической теории Коперника и даже небесной механики Кеплера — Ньютона невозможно было объяснить и описать реальную траекторию такой планеты, как Меркурий. Проблема перигелия Меркурия была решена только в рамках общей теории относительности, на основе допущения об искривленном, римановом характере физического пространства [8, 21].

Методом идеализации через предельный переход были также получены все теоретические объекты классической механики. Например, это главный объект механики — материальная точка (геометрическая точка, имеющая массу), инерция (состояние абсолютного покоя или прямолинейного равномерного движения тела при абсолютном отсутствии трения), пустота (абсолютное отсутствие какой-либо материальной среды при движении материальной точки), дальнодействие (мгновенная, т. е. бесконечная скорость передачи физического воздействия от одного тела к другому), абсолютное пространство, абсолютное время. В классической термодинамике ее исходным теоретическим объектом, полученным с помощью идеализации через предельный переход за наблюдением реальных термодинамических систем, стал такой объект, как абсолютно изолированная термодинамическая система. А в молекулярно-кинетической теории газов Больцмана ее исходным объектом стало представление о газе как о совокупности хаотически движущихся материальных точек, обладающих свойством абсолютной упругости [8].

Вторым по значимости и широте использования методом построения идеальных объектов научных теорий является способ введения их по определению, или конструктивно-гипотетически. Это чисто мыслительный метод, не связанный с предварительным обращением к эмпирическому знанию, как это имеет место в случае идеализации через предельный переход. В качестве своих предпосылок он может опираться на уже существующие в науке другие идеальные объекты. В основном этот метод используется в математике и логике и очень редко — в естествознании и социально-гуманитарных науках. Именно таким методом были введены в арифметике сначала отрицательные и действительные (иррациональные) числа, а позже — мнимые и комплексные. В частности, о мнимых числах как об идеальных объектах, созданных путем чисто логического конструирования, а не через предельный переход, остроумно писал выдающийся физик-теоретик Ст. Хокинг: «Мнимые числа — это чисто математическая конструкция. Они не нуждаются в физической реализации; никто, например, не может иметь мнимое число органов или мнимый счет на кредитной карте» [21]. Оправдание введения идеальных объектов научной теории этим методом является не эмпирическим (хотя такое тоже возможно, например, в случае с введением в теорию элементарных частиц таких первоначально чисто мысленных сущностей с дробным электрическим зарядом, как кварки), а, как правило, сугубо прагматическим. Например, с доведением некоторой теории до логически целостного вида (как это было с введением отрицательных, действительных, мнимых и комплексных чисел в арифметике и алгебре). Введение идеальных объектов в теорию таким способом считается вполне оправданным, если оно помогает выводить из теории новые следствия и предсказания, которые могут хорошо соответствовать опыту (данным наблюдения и эксперимента). Именно так был введен в частную теорию относительности исходный идеальный объект, а именно четырехмерный континуум пространство — время; в общую теорию относительности — такой идеальный объект, как пространство переменной кривизны Римана; в современные фундаментальные физические теории — идеальные объекты струны и браны в теории суперструн, а также мнимое время в квантовой теории гравитации. Струны — это одномерные физические объекты. У них есть только длина: «Струны в теории струн движутся на фоне пространства — времени, а их колебания интерпретируются как частицы» [21]. Струны как одномерные объекты могут иметь концы (наподобие отрезка любой прямой или кривой линии), а могут и не иметь, замыкаясь на себя и образуя петли (в частности, наподобие окружностей, эллипсов и более замысловатых замкнутых кривых). Но самое главное их отличительное свойство состоит в том, что все математические операции с ними (сложение, умножение и т. п.) не подчиняются правилам обычной коммутативной алгебры, где действует закон коммутативности $A \times B = B \times A$. Поведение и взаимодействие струн подчиняется законам некоммутативной алгебры и описывается числами Грассмана, для которых верно соотношение $A \times B = -B \times A$. Понятие струны было обобщено до понятия браны как идеального объекта, имеющего в отличие от струн больше одного измерения (в общем случае n измерений). Так, известный геометрический объект тор (бублик) — это пример свернутой двумерной браны, а пустой цилиндр или конус — это также свернутые браны. С точки зрения теории суперструн пространственная ткань Вселенной может иметь как протяженный (развернутый) характер, так и свернутый (частично или полностью). Например, пространство может быть свернуто в разных местах цилиндрически, конусообразно, шарообразно и другим образом. Очевидно, что современная физическая теория суперструн или квантовая теория гравитации опирается на более широкое понимание пространства по сравнению с общей теорией относительности или стандартной квантовой механикой, классической механикой (а шире — всей классической физикой) с ее представлениями о евклидовом характере физического пространства [17, 21, 22].

Еще одним примером конструктивно-гипотетического метода введения идеальных объектов в научную теорию является мнимое время в квантовой механике и квантовой теории гравитации, или такой новый теоретический объект квантовой теории гравитации, как пятимерный континуум. К известному четырехмерному континууму частной теории относительности мысленно прибавляется еще одно измерение — мнимое время. Оно «течет» перпендикулярно по отношению к реальному времени. В отличие от реального времени, мнимое время не имеет выделенного направления. Оно изотропно и может иметь не только положительное значение, но и отрицательное, не только возрастать, но и уменьшаться. Но самое интересное заключается в том, что мнимое время измеряется мнимыми числами. Если в классической физике (механике и термодинамике), а также теории относительности имеется только действительное время, то в квантовой механике используется как действительное время (анизотропное, имеющее всегда определенное направление: от прошлого к будущему), так и мнимое (изотропное) время [17].

Исходным идеальным объектом современной релятивистской космологии, также введенным конструктивно-гипотетическим способом, является начальное состояние Вселенной, именуемое точкой сингулярности [17, 21]. В этой точке материя (по предположению) имеет бесконечную плотность, поэтому там не действуют никакие физические законы. Но в непосредственной близости от точки сингулярности хотя еще не действуют законы общей теории относительности, но уже действуют законы квантовой механики и ее принцип неопределенности. Именно благодаря этому возможны различного рода флуктуации материи, в том числе флуктуации ее первоначального состояния — квантового вакуума, благодаря которым стало возможным возникновение Вселенной. С точки зрения современной релятивистской космологии, а также синергетики без неопределенности и случайности этих двух макрорегуляторов динамики всех неравновесных материальных систем и процессов от микромира до мегамира возникновение и дальнейшая эволюция нашей Вселенной принципиально невозможны. Как писал Ст. Хокинг: «Все свидетельствует в пользу того, что Господь Бог — завзятый игрок» и «Вселенная постоянно бросает кости, чтобы выяснить, что случится дальше» [21]. Согласно теории Большого взрыва, в первую эпоху эволюции Вселенной от начала взрыва до времени 10^{-43} с (это время Вселенной называется ее планковской эрой) в ней не действовали никакие известные современной науке физические законы. Они стали действовать только со времени 10^{-43} с существования Вселенной. И это уже известные законы квантовой механики и физики элементарных частиц, благодаря которым за время 10^{-43}–10^{-35} с первичный баланс вещества и антивещества случайно склонился в пользу вещества, за счет чего началась последующая эволюция материи. Эта эволюция через 1 млрд лет приведет к образованию во Вселенной звезд и протогалактик, а еще через 13 млрд лет — к возникновению первых биологических молекул и первичных форм жизни в космосе [16].

В философских и гуманитарных науках примерами введения исходных идеальных объектов теорий этих областей знания методом чисто мысленного гипотетического конструирования являются такие теоретические объекты, как врожденные идеи (Декарт), априорные формы чувственности и рассудка (Кант), экзистенция (Шестов), феномены (Гуссерль), бессознательное (Фрейд), идеальные типы (Вебер) и др.

Третьим методом введения в научную теорию исходных идеальных объектов является их неявное введение с помощью системы аксиом некоторой теории, в которых упоминаются имена этих идеальных объектов. Данный метод используется только в математике и логике при построении формализованных моделей содержательных математических теорий. Впервые (правда, неосознанно) этот метод использовал Н.И. Лобачевский при построении своей гиперболической неевклидовой геометрии. Неслучайно он назвал свою геометрию «воображаемой»: понятия «прямая», «окружность», «прямой угол», «параллельная линия» фигурировали в аксиомах геометрии Лобачевского, но имели совсем не те смысл и значение, которые у них были в геометрии Евклида. Впоследствии Б. Риман, построивший новую, отличную от Лобачевского неевклидову геометрию (так называемую эллиптическую), уже сознательно использовал этот формальный подход при построении своей теории. Данный подход применялся при построении общей римановой геометрии, где кривизна плоскостей и линий была уже величиной переменной. Но особенно четким примером неявного введения исходных идеальных объектов теории было построение Д. Гильбертом в конце XIX в. формальной евклидовой геометрии [7].

Неявное введение в теорию ее исходных идеальных объектов имеет место отнюдь не при всяком аксиоматическом способе построения теории, а только при ее построении формально-аксиоматическим методом. Вот как Гильберт охарактеризовал введение объектов евклидовой геометрии при формально-аксиоматическом способе ее построения: «Мы мыслим три различные системы вещей: вещи первой системы мы называем точками и обозначаем *A*, *B*, *C*, …; вещи второй системы мы называем прямыми и обозначаем *a*, *b*, *c*, …; вещи третьей системы мы называем плоскостями и обозначаем α, β, γ, …; точки называются также элементами линейной геометрии, точки и прямые — элементами плоской геометрии, точки, прямые и плоскости — элементами пространственной геометрии или элементами пространства. Мы мыслим точки, прямые и плоскости в определенных соотношениях и обозначаем эти соотношения различными словами, как то: “лежать”, “между”, “конгруэнтный”, “параллельный”, “непрерывный”. Точное и для математических целей полное описание этих соотношений достигается аксиомами геометрии» [7]. Но пока введение таких исходных идеальных объектов евклидовой геометрии, как точка, прямая и плоскость еще нельзя считать полностью заданными. Введение этих идеальных объектов становится окончательно заданным только после формулировки всех аксиом евклидовой геометрии, в которых встречаются имена данных идеальных объектов.

При этом именно Гильберту удалось показать, что для полного описания всех свойств точки, прямой и плоскости как исходных объектов евклидовой геометрии требуется не 5, как это было у Евклида, а более 20 независимых друг от друга аксиом (или ее «исходных положений») для последующего логического развертывания всего содержания теории. Неявное определение содержания таких исходных объектов геометрической теории, как «точка», «прямая» и «плоскость» с помощью соответствующей системы аксиом означает то, что под «точкой», «прямой» и «плоскостью» необходимо понимать то и только то, что сказано о них во всей системе аксиом. С содержательной точки зрения это могут быть любые объекты, но при одном обязательном условии: их свойства должны удовлетворять всем требованиям, которые заданы системой аксиом. В частности, оказалось, что при неявном введении Гильбертом исходных идеальных объектов евклидовой геометрии роль точки, прямой и плоскости могут выполнять не только привычные идеальные объекты геометрии Евклида. В этом случае под точкой понимается то, что не имеет никаких размеров, под линией — длина без ширины, под плоскостью — непрерывная двухмерная нигде не искривленная поверхность. Но под точкой, прямой, плоскостью можно понимать и другие идеальные объекты. Например, если под точкой понимать тройку чисел, под прямой линией — линейное уравнение определенного вида, а под плоскостью — линейное уравнение, но другого вида, то такое их понимание также будет удовлетворять аксиомам евклидовой геометрии [7]. Как уже отмечалось, при неявном введении исходных идеальных объектов некоторой теории область их теоретической и эмпирической интерпретации оказывается практически неограниченной и заведомо шире по сравнению с введением исходных идеальных объектов теории с помощью других рассмотренных выше методов: путем метода идеализации через предельный переход или путем конструктивно-гипотетического введения. Формализованные математические теории и их идеальные объекты имеют более высокий уровень абстракции и, как следствие, более общий характер, чем содержательные математические теории. Конечно, построение формализованных математических теорий возможно только тогда, когда уже имеются соответствующие содержательные теории как прототипы формализованных теорий и одна из гарантированных областей их возможных интерпретаций. Однако только формализованные научные теории могут быть по-настоящему доказательными и полными по отношению к описанию всех свойств исходных идеальных объектов содержательной математической теории [7]. В этом приращении научного знания, которое всегда имеет место при формализации любых содержательных математических теорий, и заключается одно из главных достоинств метода формализации и оправдание сопутствующего ему метода введения исходных идеальных объектов теории.

Все три рассмотренных выше метода являются методами построения только исходных идеальных объектов теории. Но в структуре любой научной теории самое большое место занимают не ее исходные идеальные объекты, а производные от них теоретические объекты. Каковы основные методы построения производных объектов научной теории, и каково соотношение исходных и производных объектов?

Методы построения производных объектов научной теории. Существуют три основных метода построения производных объектов научной теории: метод редукции, метод итерации и конструктивно-генетический метод.

Метод редукции применяется при построении любых теорий, ибо он гарантирует логическую взаимосвязь и зависимость различных положений теории между собой и возможность построения теории как доказательной системы знания. Но универсальное значение метод редукции имеет лишь при построении теории аксиоматическим способом. Последнее оказалось возможным только в математике и логике. Первой удачной попыткой аксиоматического построения научной теории стала, как известно, геометрия Евклида [13]. В этой теории имелись лишь два исходных теоретических объекта — точка и прямая. Все остальные объекты евклидовой геометрии были получены в качестве логических комбинаций точек и прямых. Большинство производных объектов аксиоматической теории получается путем логической комбинации из других, более простых по отношению к ним, но тоже производных объектов. Из исходных объектов геометрии Евклида (точка и прямая) сначала были построены такие наиболее простые ее производные объекты, как угол, прямой угол, треугольник, квадрат, окружность. Например, угол строился как фигура, полученная проведением расходящихся в разные стороны прямых линий, исходящих из одной общей точки. Прямой угол строился как прямые, расходящиеся из одной общей точки взаимно перпендикулярно друг другу. Треугольник строился как замкнутая фигура, образуемая пересечением трех прямых линий, принадлежащих одной плоскости, когда каждая из двух линий имела только одну общую точку. Квадрат строился и определялся как равносторонний четырехугольник, имеющий углы 90°. Наконец, окружность строилась с помощью циркуля, одна из ног которого находилась в неподвижной точке, а другая вращалась вокруг первой и описывала некоторую замкнутую кривую, совершая один полный оборот. Определение окружности было следующее: окружность — это геометрическое место точек, равноудаленное от другой точки как их общего центра. Таким образом, производное понятие «окружность» определялось только через исходные понятия «точка» и «прямая». Это имело место при определении других производных понятий, которые были рассмотрены выше: угол, прямой угол, треугольник, квадрат. Логической формой закрепления соотношения исходных и производных объектов теории являются определения и прежде всего родовидовые определения. Например, квадрат — это четырехугольник с равными сторонами и прямыми углами. Слово «это» в определении означает, что слова «квадрат» и «четырехугольник с равными сторонами и прямыми углами» имеют одно и то же значение и поэтому могут быть взаимозаменимы во всех возможных контекстах их использования.

Далее из более простых производных объектов и понятий могут быть построены более сложные производные объекты. Например, такое производное понятие, как «равнобедренный треугольник» определяется непосредственно не через исходные понятия прямой и точки, а через производное понятие треугольника. Данное определение формулируется так: равнобедренный треугольник — это такой треугольник, боковые стороны которого равны. Формой логической связи более сложных и более простых производных понятий является, как правило, родовидовое определение, где в качестве родового понятия обычно выступает более простое производное понятие (в данном примере — треугольник), а видовым понятием, обозначающим более сложный производный объект, является понятие «равнобедренный треугольник».

Из таких производных объектов, как равнобедренный треугольник или окружность, могут быть построены, в свою очередь, еще более сложные производные геометрические объекты. Например, конус или шар, а из них еще более сложные и т. д. Но самое главное при аксиоматическом способе построения теории состоит в том, что в ней признаются законными (ее собственными) те и только те объекты, которые могут быть построены из ее исходных объектов. Объекты, не редуцируемые к исходным объектам теории, не являются предметом ее рассмотрения, так как любые утверждения о них не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты в рамках аксиоматической теории. Кроме того, идеальный объект теории может быть сколь угодно сложным (например, пространство двадцати измерений), или даже неконструктивным, или вообще невообразимым (например, пространство бесконечного числа измерений). Но если объект сводим (редуцируем) к исходным идеальным объектам и понятиям теории, то он считается столь же законным в данной теории, как и ее более простые производные объекты. Таким образом, функция редукции всех возможных объектов теории только к ее исходным объектам состоит в том, чтобы обеспечить (гарантировать) возможность построения теории как логически доказательной системы знания. Этой же цели служит метод итерации.

Метод итерации состоит в построении производных объектов научной теории из ее исходных объектов, когда имеет место последовательное применение (путем повторения) некоторой элементарной операции сначала к ее исходным, а затем производным объектам. В результате происходит порождение всего множества возможных объектов теории [11, 18, 22]. Метод итерации применяется в основном в арифметике, логике и теории множеств. Этим методом, например, создаются все числа натурального ряда, множество всех объектов такой теории, как арифметика натуральных чисел. Исходным идеальным объектом арифметики натуральных чисел является число 1 или 0 — это дело конвенции. А каждое другое ее число (производный объект) создаются путем прибавления единицы к предшествующему ему числу. Путем последовательного повторения (итерации) этой простейшей операции создается весь натуральный ряд чисел как возрастающая последовательность. Очевидно, что потенциально эта последовательность является бесконечной (хотя реально — всегда конечной), поскольку к любому сколь угодно большому натуральному числу в принципе (логически) всегда может быть прибавлена еще одна единица. Это означает, что потенциально число членов натурального ряда бесконечно и что не может существовать самого большого натурального числа. Как замечает по этому поводу Г. Вейль, натуральный ряд чисел создается как «многообразие возможного, развертывающегося путем итерации и простирающегося в бесконечность» [5]. Аналогично, по Вейлю, создается такой производный объект математики, как пространство, а именно как «конструктивное задание всех возможных местоположений (places)» [5]. Методом итерации построены такие производные объекты арифметики, как рациональные числа (числа вида *m*, деленного на *n*, где *m* и *n* — любые натуральные числа) и действительные числа (вида *m, n, k, c, …,* где *m, n, k, c* — любые натуральные числа, а «…» означает открытый характер последовательности натуральных чисел после запятой в действительном числе). И это при том, что, как строго доказано, количество действительных чисел не просто бесконечно, как количество натуральных или рациональных чисел, но еще и несчетно, т. е. бесконечное множество действительных чисел «больше» по своей мощности бесконечного множества натуральных или рациональных чисел, которые счетны и равномощны по количеству элементов. Методом итерации создаются также все производные объекты таких математических и логических теорий, как теория множеств (ее исходным объектом является либо пустое множество, либо множество, состоящее только из одного элемента), все алгебраические теории, теория вероятности, а также все формализованные теории математики и логики. Конечно, метод итерации также является редукционистским способом отношения производных объектов некоторой теории к ее исходным идеальным объектам. В конце XIX в. было строго показано, что исходные понятия любых математических теорий могут быть определены в понятиях арифметики и алгебры, которые, в свою очередь, могут быть легко определены в понятиях арифметики натуральных чисел. Отсюда следовало, что вся математика в принципе представляет собой огромную систему конструкций из идеальных объектов арифметики натуральных чисел.

Имеются существенные различия между методом редукции и методом итерации. Во-первых, тогда как метод редукции опирается при построении производных объектов на работу «продуктивного воображения» (Кант), метод итерации — на глобальную интуицию, на способность различения и отождествления минимальных порций когнитивной информации. Во-вторых, метод редукции допускает больше свободы при конструировании производных объектов теории, чем метод итерации. И, в-третьих, в отличие от метода итерации, метод редукции может приводить к введению в теорию неконструктивных объектов (например, актуальной бесконечности в теории множеств, сингулярности в космологии, актуальной бесконечной прямой линии, непредикативных множеств и функций, включающих себя в качестве своих элементов или аргументов) [18]. И хотя метод итерации имеет меньше конструктивной свободы, чем метод редукции, зато он гарантирует невозможность введения в теорию неконструктивных сущностей. Использование таких сущностей часто приводит теорию к логическим противоречиям (как это было, например, с теорией множеств Кантора или с понятием бесконечной Вселенной в космологии, абсолютного пространства и времени в классической физике, непрерывного характера энергии, абсолютной истины в эпистемологии и т. д.). Сравнивая методы редукции и итерации, можно видеть, что метод итерации является гораздо более надежным в плане обеспечения сведения производных понятий теории к ее исходным, чем метод редукции. Но при этом оба метода запрещают использование в производных объектах и понятиях теории такого содержания, которого нет в ее исходных объектах и понятиях. Именно благодаря этому все теории, построенные с помощью данных методов, имеют строго аналитический характер, а обоснование их истинности не требует выхода за пределы самих теорий. Они самодостаточны именно благодаря рассмотренным выше методам своего построения. Очевидно, что такими теориями являются в основном математические и логические теории. А естественно-научные и социально-гуманитарные теории призваны быть моделями определенных аспектов объективной действительности и поэтому не могут быть чисто аналитическими и замкнутыми по отношению к миру «вещей в себе» (Кант). Поэтому в теориях этих наук основным методом построения их производных понятий является конструктивно генетический метод [20].

Главным отличием *конструктивно-генетического метода* от методов редукции и итерации является его синтетический характер, т. е. данный метод разрешает добавление к исходным объектам теории нового содержания при построении ее производных объектов [20]. Но при этом такое добавление должно отвечать одному непременному условию: оно должно быть относительно небольшим, чтобы полностью контролироваться со стороны интуиции и мышления [14]. Примерами введения конструктивно-генетическим методом производных идеальных объектов в естественно-научных и социально-гуманитарных теориях являются:

1) конструирование идеального объекта классической механики (математический маятник);

2) конструирование в молекулярно-кинетической теории газов Больцмана такого ее производного объекта, как идеальный газ;

3) конструирование в политической экономии такого ее производного идеального объекта, как абсолютно эквивалентный обмен товаров;

4) идеальная жидкость — в гидродинамике;

5) магнитный монополь — в квантовой электродинамике;

6) квантовый вакуум — в квантовой механике.

Так, исходный объект для построения производного объекта механики «математический маятник» — вертикальная прямая линия, эмпирической реализацией которой является тонко натянутая нить или упругий стержень, имеющие некоторый вес (подвешенный на конце нити некоторый груз). Но к этому объекту в качестве одного из его новых свойств добавляется колебательное движение. Это движение идеального стержня определенной массы, вызванное действием на него так называемой упругой силы, заставляющей стержень каждый раз возвращаться в исходное положение после отклонения от него. Свойства колебательного движения тел и существование упругой силы непосредственно не содержатся в исходных понятиях механики Ньютона. Такой вид движения, как колебание тела под действием упругой силы приходится специально вводить в качестве нового, дополнительного свойства при построении теории идеального маятника [20]. Введение производных идеальных объектов теории на основе ее исходных объектов с помощью конструктивно-генетического метода имеет неизбежное следствие, заключающееся в том, что теория математического маятника не может быть выведена чисто логически из механики Ньютона и является не частным случаем классической механики, а ее конкретизацией. Именно конструктивно-генетический способ построения производных объектов теории из ее исходных объектов и составляет «логический нерв» (логический механизм) построения научных теорий методом восхождения от абстрактного знания к более конкретному. Именно таким способом Больцман сконструировал понятие идеального газа на основе понятий механики. Идеальный газ — это множество материальных точек классической механики. Но Больцман ввел для характеристики идеального газа такие новые свойства его молекул в качестве материальных точек, как их абсолютную упругость (абсолютную твердость) и абсолютно свободное, хаотическое движение с вероятностной мерой распределения скоростей их движения в закрытом объеме. Поэтому молекулярно-кинетическая теория газов — это не просто применение понятий, законов и принципов классической механики к описанию поведения молекул газа, но и конкретизация и развитие содержания классической механики. А то, что современник Больцмана Э. Мах не просто не принял молекулярно-кинетическую теорию газов, но и посчитал ее лженаучной, было лишь следствием его позитивистских взглядов на научную теорию как на множество эмпирических законов. Ярким примером применения конструктивно-генетического метода в социально-гуманитарных науках может служить построение такого производного идеального объекта классической политэкономии, как эквивалентный обмен товаров, т. е. строго в соответствии с их стоимостью или общественно необходимым временем для их производства. Очевидно, что понятие «эквивалентный обмен товаров» опирается на исходные понятия политэкономии «товар» и «обмен», но впоследствии дополнительно вводится новое свойство — абсолютно эквивалентный обмен, которое, строго говоря, не содержится в исходных понятиях политэкономической теории, рассчитанных на максимально широкую применимость при описании экономической реальности [11]. Введение производного конструкта «абсолютно эквивалентный обмен» стало не только развитием экономической теории, но и необходимым условием создания трудовой теории стоимости (Смит — Рикардо), описания сущности рыночного типа экономики и возможности справедливого капитализма.

В чем заключаются преимущества и недостатки конструктивно-генетического метода введения производных идеальных объектов научной теории по сравнению с методами редукции и итерации? И почему конструктивно-генетический метод является основным методом введения производных идеализаций в естествознании и социальных науках, а методы редукции и итерации — в математике и логике?

Ответ на первый из поставленных вопросов состоит в следующем. Главным преимуществом конструктивно-генетического метода, по сравнению с методами редукции и итерации, является возможность мысленной репрезентации содержания сколь угодно сложных и даже развивающихся систем, постоянного введения нового содержания, дополнительного к содержанию исходных объектов, но при этом полностью контролируемого мышлением. Редукция и итерация — методы построения производных идеальных объектов из исходных для репрезентации относительно простых и непересекающихся систем. Очевидной слабостью конструктивно-генетического метода введения новых теоретических понятий являются значительные риски, связанные с актами мысленного творчества и доверия к интеллектуальной интуиции как способу контроля мышлением содержания все более и более богатых абстракций. Соответственно, отсутствие такого рода рисков — явное преимущество методов редукции и итерации при конструировании производных теоретических объектов из исходных объектов теории.

Ответ на второй вопрос может быть дан следующий. Естественные и социально-гуманитарные науки изначально ориентированы на познание объектов с достаточно сложным содержанием. Поэтому естественным способом теоретической реконструкции содержания таких объектов представляется только конструктивно-генетический метод его построения путем постоянного добавления к исходной базовой структуре объекта (его «клеточки») все нового и нового содержания. Но этот метод имеет один существенный недостаток: в силу допущения большой свободы мысленного конструирования он часто приводит к введению в науку разного рода схоластических, «метафизических» сущностей: теплород, флогистон, диалектическая логика, общественно-экономическая формация и др.

Кроме важности разделения всех идеальных объектов научных теорий на исходные и производные, не менее значимым условием построения научной теории является четкое различение всех ее утверждений (высказываний) на основные (исходные) и производные. Исходные, или основные, утверждения теории обычно называют аксиомами, или принципами. Производные утверждения теории, которые не просто опираются на ее исходные утверждения, но и логически выводятся из них, называются теоремами. Разбиение всех высказываний теории на исходные и производные является хотя и необходимым, но отнюдь не достаточным условием построения научной теории. Дело в том, что научная теория должна быть логически взаимосвязанным (логически замкнутым) множеством высказываний, ибо только в этом случае теории могут быть логически доказательными системами знания. Любое доказательство, как известно, состоит из двух частей. Одна часть — это высказывания, которые выступают в роли основания доказательства, а вторая — это логически выводимые из них высказывания (следствия). При этом каждое из данных множеств высказываний может состоять из любого числа высказываний от 1 до n. Таким же необходимым элементом структуры доказательства, а значит и научной теории, являются четко сформулированные правила, приемы, методы логического перехода от оснований доказательства к его следствиям. В математических и логических теориях методами такого перехода от исходных утверждений к производным являются законы и правила формальной логики, опирающиеся в процессе вывода только на логическую форму высказываний [7, 18]. В естественно-научных и социально-гуманитарных теориях переходы от оснований теории к их следствиям осуществляются более сложным образом: методом «восхождения от абстрактного к конкретному», или «диалектическим методом». Как правило, здесь учитывается не только форма, но и содержание как исходных высказываний теории, так и выводимых из них следствий. Часто это обусловлено не только очень сложным, но и развивающимся содержанием природных и социальных объектов и систем.

Выводы.

1. Любая научная теория имеет в качестве своей онтологической основы определенное множество идеальных объектов: исходных (базовых) и производных. Непосредственно научная теория описывает свойства, отношения и закономерности именно идеальных объектов, а не их возможных эмпирических прототипов, а тем более — реальных объектов («вещей в себе»).

2. Теоретическая реальность является не описанием существенных связей и закономерностей объективной реальности, а мыслительной реальностью, которая может и должна выступать в роли эталонной реальности по отношению к материальной реальности.

3. Основными методами конструирования исходных объектов теории являются: идеализация через предельный переход, конструктивно-

гипотетическое введение, неявное введение с помощью употребления их названий в аксиомах формализованных теорий.

4. Основными методами построения производных объектов теории являются конструирование их как логически непротиворечивых комбинаций исходных объектов (метод редукции); метод итерации (конструирование производных объектов теории из исходных путем последовательного применения некоторой элементарной операции); их конструирование из исходных объектов теории путем постоянного добавления к ним все нового содержания (конструктивно-генетический метод).

5. Для построения логически доказательного описания всех свойств, отношений и закономерностей теоретической реальности необходимо разбиение множества всех ее высказываний на исходные (аксиомы) и теоремы (логические следствия из аксиом). Методами выведения теорем из аксиом должны быть правила логики, позволяющие из истинных высказываний выводить только истинные высказывания.

6. Благодаря использованию при построении теоретической реальности указанных выше методов онтология научной теории предстает как особая реальность, относительно самостоятельная и относительно самодостаточная по отношению к другим видам реальности: объективной, чувственной и эмпирической — и выступающая по отношению к ним в качестве эталонной реальности (наиболее строгой и определенной в своем содержании).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лебедев С.А. Структура научного знания и его уровни. *Журнал философских исследований*, 2016, т. 2, № 1, с. 1.

[2] Лебедев С.А. Структура обоснования научной теории. *Известия Российской академии образования,* 2016, № 2, с. 5–14.

[3] Лебедев С.А. Методы теоретического познания в физике. *Журнал естественно-научных исследований*, 2016, № 2, с. 4.

[4] Лебедев С.А., Коськов С.Н. Конвенционалистская эпистемология. *Вестник Московского университета. Серия 7. Философия,* 2013, № 2, с. 13–34.

[5] Эйнштейн А. *Собрание научных трудов. В 4 т. Т. 4.* Москва, Наука,1967, 600 с.

[6] Вейль Г. *Математическое мышление*. Москва, Наука, 1989, 400 с.

[7] Карри Х. *Основания математической логики*. Москва, Мир, 1969, 568 с.

[8] Успенский В.А. *Апология математики.* Санкт-Петербург, Амфора, 2009, 617 с.

[9] Ананьин О.И. *Структура экономико-теоретического знания.* Москва, Ин-т экономики, 2005, 244 с.

[10] Бергер П., Лукман Т. *Социальное конструирование реальности.* Москва, Медиум, 1995, 323 с.

[11] Грин Б. *Элегантная Вселенная.* Москва, Эдиториал УРСС, 2004, 288 с.

[12] Маркс К. Экономические рукописи 1857–1859 гг. В кн.: Маркс К., Энгельс Ф., *Собрание сочинений. В 50 т. Т. 46*. Москва, Издательство политической литературы, 1969, 244 с.

[13] Гильберт Д. *Основания геометрии.* Москва, Ленинград, ОГИЗ, 1948, 491 с.
[14] *Начала Эвклида*. Книги I–VI. Москва, Ленинград, ОГИЗ, 1948, 423 с.
[15] Пуанкаре. *О науке.* Москва, Наука,1983, 560 с.
[16] Гейзенберг В. *Физика и философия. Часть и целое.* М., Наука, 1989 400 с.
[17] Степин В.С. *Теоретическое знание.* Москва, Прогресс-Традиция, 2000, 744 с.
[18] Хокинг Ст., Пенроуз Р., Шимони А., Картрайт Н. *Большое, малое и человеческий разум. Спор о физическом мире и мире идей.* Санкт-Петербург, Амфора, 2008, 191 с.
[19] Хокинг Ст. *Мир в ореховой скорлупке.* Москва, Амфора, 2007, 218 с.
[20] Эйнштейн А., Инфельд Л. *Эволюция физики.* Москва, Наука, 1965, 328 с.
[21] Хокинг Ст., Пенроуз Р. *Природа пространства и времени*. Санкт-Петербург, Амфора, 2007, 171 с.
[22] Каган В.Ф. *Очерки по геометрии.* Москва, Издательство Московского университета, 1963, 571 с.

Статья поступила в редакцию 16.03.2023

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:
Лебедев С.А. Теория как особая единица научного знания: онтология и методы. *Гуманитарный вестник,* 2023, вып. 2.
http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2023-2-829

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

Theory as a special unit in scientific knowledge: ontology and methods

© S.A. Lebedev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The paper considers scientific theory as a special knowledge unit not logically deduced from experience and having the constructive character. The theory possesses a qualitatively different ontology compared not only to the sensory knowledge ontology, but also to the empirical knowledge ontology. Its ontology lies in the ideal reality consisting of many mental objects with their inherent properties, relationships and laws. Ontological reality of a theory is the logically organized reality, which description should have the endeictic character. The entire set of ideal objects of a theory should be subdivided into two subsets: the set of initial objects and the set of derived objects constructed on their basis. The relationship type between these two sets of objects is as follows: logical or constructive-genetic reduction of all derived objects of the theory to its original objects. Reduction relation should also appear between all statements of the theory, i.e. logical reduction and, accordingly, derivation of certain statements from the others. Ideally, a theory is the deductive-axiomatic system of knowledge. As a result, the theory becomes the most definite and demonstrative-true unit of scientific knowledge and the reference reality in relation not only to empirical and sensory reality, but also to the objective reality.

Keywords: *scientific theory, theoretical reality, ideal object, theory construction methods*

REFERENCES

[1] Lebedev S.A. Struktura nauchnogo znaniya i ego urovni [The structure of scientific knowledge and its levels]. *Zhurnal filosofskikh issledovaniy — Journal of Philosophical Research*, 2016, vol. 2, no. 1, p. 1.

[2] Lebedev S.A. Struktura obosnovaniya nauchnoy teorii [Structure of scientific theory substantiation]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii obrazovaniya — Izvestia of the Russian Academy of Education*, 2016, no. 2, pp. 5–14.

[3] Lebedev S.A. Metody teoreticheskogo poznaniya v fizike [Methods of theoretical cognition in physics]. *Zhurnal estestvennonauchnykh issledovaniy — Journal of Natural Sciences Research*, 2016, no 2, p. 4.

[4] Lebedev S.A., Koskov S.N. Konventsionalistskaya epistemologiya [Conventionalism epistemology]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7: Filosofiya — Moscow University Bulletin. Series 7. Philosophy*, 2013, no. 2, pp.13–34.

[5] Einstein A. *Sobranie nauchnykh trudov* [Collection of scientific works]. *In 4 vol. Vol. 4*. Moscow, Nauka Publ., 1967, 600 p.

[6] Weyl H. *The Mathematical Way of Thinking*. American Association for the Advancement of Science Publ., 1940 [In Russ.: Weyl H. Matematicheskoe myshlenie. Moscow, Nauka Publ., 1989, 400 p.].

[7] Curry H. *Foundations of Mathematical Logic*. McGraw-Hill Publ., 1963 [In Russ.: Curry H. Osnovaniya matematicheskoy logiki. Moscow, Mir Publ., 1969, 568 p.].

[8] Uspenskiy V. A. *Apologiya matematiki* [Apologia of mathematics]. Saint Petersburg, Amfora Publ., 2009, 617 p.

[9] Ananyin O.I. *Struktura ekonomiko-teoreticheskogo znaniya* [Structure of economical theoretical knowledge]. Moscow, Institute of Economics Publ., 2005, 244 p.

[10] Berger P., Lukmann T. *The Social Construction of Reality*, Penguin Books Publ., 1966 [In Russ.: Berger P., Lukmann T. Sotsialnoe konstruirovanie realnosti. Moscow, Medium Publ., 1995, 323 p.].

[11] Greene B. *The Elegant Universe*. W.W. Norton & Co Inc., 1999 [In Russ.: Greene B. Elegantnaya vselennaya. Moscow, Editorial URSS Publ., 2004, 288 p.].

[12] Marx K. Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie, Marx–Engels Institute Publ., Moscow, 1939–1941 [In Russ.: Marx K. Ekonomicheskie rukopisi 1857–1859 gg. In: Marks K., Engels F. Sobranie sochineniy. V 50 t. T. 46. Moscow, Izdatelstvo Politicheskoy Literatury Publ., 1969, 244 p.].

[13] Hilbert D. *The Foundations of Geometry*. The Open Court Publishing Co., 1902 [In Russ.: Hilbert D. Osnovaniya geometrii. Moscow, Leningrad, OGIZ Publ., 1948, 491 p.].

[14] *Euclid's Elements* [In Russ.: Nachala Evklida. Knigi I–VI. Moscow, Leningrad, OGIZ Publ., 1948, 446 p.].

[15] Poincare H. *Science and Hypothesis*. The Walter Scott Publishing Co., 1905 [In Russ.: Poincare H. O nauke. Moscow, Nauka Publ., 1983, 560 p.].

[16] Heisenberg W. *Physik und Philosophie*. Ullstein Materialien Publ., 1986 [In Russ.: Heisenberg W. Fizika i filosofiya. Chast i tseloe. Moscow, Nauka Publ., 1989, 400 p.].

[17] Stepin V.S. *Teoreticheskoe znanie* [Theoretical knowledge]. Moscow, Progress-Traditsiya Publ., 2000, 744 p.

[18] Penrose R., Shimony A., Cartwright N., Hawking St. *The Large, the Small and the Human Mind*. Cambridge University Press, 1997 [In Russ.: Hawking St., Penrose R., Shimony A., Cartwright N. Bolshoe, maloe i chelovecheskiy razum. Spor o fizicheskom mire i mire idey. Saint Petersburg, Amfora Publ., 2008, 191 p.].

[19] Hawkins S. *The Universe in a Nutshell*. Bantam, 2001 [In Russ.: Hawkins S. Mir v orekhovoy skorlupke. Moscow, Amfora Publ., 2007, 218 p.].

[20] Einstein A., Infeld L. *The Evolution of Physics*. The Cambridge Library of Modern Science, 1938 [In Russ.: Einstein A., Infeld L. Evolyutsiya fiziki. Moscow, Nauka Publ., 1965, 328 p.].

[21] Hawkins St., Penrose R. *The Nature of Space and Time*. Princeton University Press, 1996 [In Russ.: Hawkins St., Penrose R. Priroda prostranstva i vremeni. Saint Petersburg, Amfora Publ., 2007, 171 p.].

[22] Kagan B. *Ocherki po geometrii* [Essays on geometry]. Moscow, Moskovsky universitet Publ., 1963, 571 p.

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