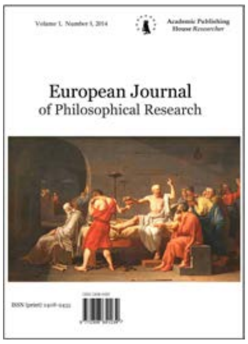
Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
European Journal of Philosophical Research
Has been issued since 2014.
ISSN: 2408-9435
Vol. 4, Is. 2, pp. 72-82, 2015

DOI: 10.13187/ejpr.2015.4.72
www.ejournal17.com



UDC 1

Axiomatic and Genetic-Construction Methods of Theoretical Cognition: Comparative Analysis

Sergey A. Lebedev

Bauman Moscow State Technical University, Russian Federation
5, 2-nd Baumanskaya, Moscow, 105005
Doctor of Philosophy, Professor
E-mail: saleb@rambler.ru

Abstract

Not only in the various sciences, but in the same using there are different methods of constructing its theories. Partly this is due to the subject of science, but also the commitment of the scientist to a particular research tradition. For example, when building theories in mathematics and logic of using three different methods: the axiomatic method, the formalization and the method of mathematical induction. In the natural sciences in constructing theories are also different, but other than mathematics methods. This genetically-constructive method, mathematical hypothesis, thought experiment, method of principles, etc. In the socio-humanitarian sciences in constructing theories, use methods such as a method of rational reconstruction of the object (the unity of the logical and historical), mathematical modelling, the dialectical method. While there is no rigid connection of the different methods of constructing scientific theories from relevant areas of science (mathematics, natural science, humanities and social sciences, technical sciences). The same methods can be applied in different fields of science. For example, the method of mathematical modeling and thought experiment was originally used only when building physical theories (classical mechanics, molecular-kinetic theory of gases, the theory of relativity, etc.). Today these methods are successfully used in constructing theories in humanities and social sciences (psychology, economics, sociology, logic, linguistics, etc.). On the other hand, in the modern natural sciences in constructing theories increasingly used methods that were previously used in humanities and social sciences. It's such method as a method of rational reconstruction of developing objects, the method of ascent from the abstract knowledge to concrete knowledge. These methods are used, for example, when constructing such theories of natural science as the theory of Big Bang in cosmology (the modern theory of the origin and evolution of the Universe), theories in synergetics, ecology, soil science, evolutionary chemistry, supramolecular chemistry, genetics, theory of evolution of species, and others. From all the above makes it clear conclusion: methods for constructing scientific theories are relatively independent of the studied objects and define them only partially. Below we will show this in relation to two fundamental methods of theoretical knowledge: axiomatic and genetically-constructive. The article will be a comparative analysis of features and cognitive capabilities of each of these methods.

Keywords: science, scientific theory, scientific method, axiomatic method, genetically-constructive method.

Аксиоматический метод является основным методом построения различных теорий классической математики (эвклидова и неэвклидовы геометрии, арифметика натуральных чисел, математический анализ, теория множеств, теория вероятностей, теория структур и др.) и классической логики (исчисление высказываний, исчисление предикатов и др.). Первой научной теорией, построенной аксиоматическим методом, была геометрия Эвклида [12]. В чём главный смысл аксиоматического метода? В том, что между некоторыми высказываниями теории, принятыми за исходные (аксиомы теории), и всеми остальными ее высказываниями демонстрируется отношение логической выводимости всех высказываний теории из ее аксиом. Отношение формально-логической выводимости одних высказываний из других часто называется также дедукцией. Соответственно, высказывания, логически не выводимые из аксиом теории, построенной дедуктивно-аксиоматическим методом, не могут считаться принадлежащими данной теории, даже если их истинность установлена эмпирически.

Построить теорию аксиоматическим методом означает не что иное, как установить между всеми ее истинными высказываниями их логическое замыкание друг на друга. Осуществление такого «замыкания» делает такую научную теорию: а) логически доказательной системой знания; б) относительно замкнутой и самодостаточной по отношению ко всему остальному знанию; в) способной развиваться на своей собственной основе. Построение теории аксиоматическим методом означает также возможность логической редукции всего истинного содержания теории только к содержанию её аксиом.

Необходимо подчеркнуть, что понятия «дедуктивный метод» и «аксиоматический метод» не являются тождественными. Каково соотношение между ними? Оно таково: тогда как всякий аксиоматический метод является дедуктивным, отнюдь не всякий дедуктивный метод является аксиоматическим, поскольку вовсе не обязательно, чтобы посылки любого дедуктивного вывода были аксиомами, или исходными положениями теории. Очевидно, что подавляющее большинство высказываний научной теории, построенной аксиоматическим способом, является аналитическими истинами, поскольку их истинность является следствием логической выводимости из истинных аксиом теории. Главный познавательно-гносеологический смысл построения теории аксиоматическим способом состоит в том, чтобы эффективно решить проблему истинности теории в целом. Эта эффективность достигается тем, что проблема доказательства истинности всех высказываний теории минимизируется и сводится лишь к проблеме доказательства истинности её аксиом. Решение же последней проблемы может быть осуществлено разными способами:

1) выведение аксиом теории в качестве следствий (теорем) из другой теории, считающейся истинной;

2) утверждение истинности аксиом теории в силу их интуитивной очевидности, благодаря простоте их содержания;

3) экспериментальное подтверждение истинности аксиом при их эмпирической интерпретации;

4) принятие аксиом в качестве истинных утверждений условно (на основе конвенции или научного консенсуса).

Все эти способы обоснования истинности аксиом использовались и используются в реальной науке. Однако, у каждого из них, имеются как свои плюсы, так и свои минусы.

Так, при первом способе обоснования истинности аксиом теории, их истинность оказывается относительной и зависит от истинности той теории, из которой аксиомы могут быть выведены в виде следствий из более общей теории. Например, логицисты (Б. Рассел, А. Уайтхед и др.) пытались вывести аксиомы арифметики натуральных чисел в качестве теорем логики. Но тогда доказательство истинности аксиом арифметики полностью зависело от доказательства истинности соответствующей логической теории. Логицисты верили, что установление истинности логических высказываний является более простой проблемой, поскольку определяется только правильностью их логической формы и никак не зависит от их содержания. Другой пример такого же рода. Когда-то Б. Риман показал, что аксиомы эвклидовой и неэвклидовых геометрий могут быть получены в качестве следствий из более общей (римановой) геометрии. В последней кривизна пространства считается величиной переменной, а не постоянной, как в эвклидовой и разного рода неевклидовых геометриях. Но тогда истинность аксиом эвклидовой и неэвклидовых геометрий становится условной, относительной и зависящей от истинности или неистинности общей римановой геометрии. Опасность данной ситуации вызвана тем, что более общая теория, из которой могут быть выведены аксиомы менее общей теории, может оказаться логически противоречивой. Именно это и случилось в конце XIX в., когда аксиомы арифметики натуральных чисел были выведены в качестве следствий теории множеств Г. Кантора при теоретико-множественном определении натурального числа. Однако, впоследствии в теории множеств Кантора были обнаружены логические противоречия (парадоксы множества всех множеств, наибольшего кардинального числа, множества всех нормальных подмножеств и др.). Именно по этой причине пришлось отказаться от идеи сведения арифметики к теории множеств, по крайней мере, на какое-то время.

При обосновании же истинности аксиом теории вторым способом – путём апелляции к интуитивной очевидности для разума, также возникают серьёзные проблемы. Хотя именно таким образом обосновывали в течение долгого времени, начиная с античности, истинность аксиом эвклидовой геометрии (Эвклид, Аристотель, Декарт, Кант и др.). Зачастую подобное обоснование истинности аксиом эвклидовой геометрии встречается и сегодня во многих учебниках по геометрии. Сам Эвклид положил в основу построенной им аксиоматическим способом геометрии пять следующих аксиом:

1. Отрезок прямой может быть продолжен в обе стороны сколь угодно далеко.
2. Все прямые углы равны.
3. Из точки, как из центра, может быть проведена окружность любого радиуса.
4. Две точки всегда могут быть соединены между собой прямой линией.
5. Если две прямые на плоскости пересечены третьей прямой, то они пересекутся с той стороны третьей прямой, где сумма внутренних односторонних углов, образуемых ею с этими прямыми, меньше 180° [12].

Из этих пяти аксиом Эвклидом были выведены в качестве следствий, и тем самым доказаны, более трехсот других утверждений геометрии (как планиметрии, так и стереометрии). Например, такие утверждения, что сумма углов любого треугольника равна 180°; что площадь равнобедренного треугольника равна половине произведения основания на высоту; что диагонали в прямоугольнике равны; что два перпендикуляра к одной прямой при их продолжении никогда не пересекаются; что длина любой окружности равна $2\pi R$; что площадь любого круга равна πR^2; что π равно 3,14…. и т.д. При этом сам Эвклид полагал, что истинность аксиом его геометрии является интуитивно очевидной для разума, хотя при этом истинность большинства из ее теорем вовсе не является таковой. Например, истинность теоремы Пифагора о соотношении гипотенузы и катетов прямоугольного треугольника отнюдь непосредственно не очевидна для разума, а потому требует доказательства путём ее логического выведения в качестве следствия из очевидно истинных и содержательно более простых аксиом геометрии.

Отметим то обстоятельство, что сами исходные утверждения теории, её аксиомы, не обязательно должны состоять только из исходных понятий и исходных объектов теории. Как правило, в аксиомы теории входят понятия, как об исходных объектах теории, так и о производных объектах. Например, в аксиомах Эвклида встречаются такие понятия и объекты как прямой угол, окружность, внутренние односторонние углы. Это – не исходные, а именно производные понятия и объекты эвклидовой геометрии. Но насколько интуитивно очевидными для разума являются аксиомы эвклидовой геометрии? В отношении первых четырех аксиом у математиков действительно никогда не возникало сомнения в их очевидной истинности для разума, благодаря исключительной простоте и ясности содержания этих аксиом. При этом их истинность очевидна именно для мышления, а вовсе не для чувств, поскольку с точки зрения последних далеко не очевидно, что отрезок любой прямой всегда может быть продолжен сколь угодно далеко, как и то, что из некоторой точки как центра можно всегда провести окружность любого радиуса. Это связано с тем, что для чувств очевидно: а) только тела конечных – достаточно небольших размеров и б) наличие материальных ограничений для любых действий в реальном пространстве. Но в отличие от первых четырех аксиом геометрии Эвклида пятый постулат всегда вызывал у математиков сомнение в его очевидной истинности для разума. И поэтому не случайно, что начиная с самого Эвклида и вплоть до открытия и принятия неевклидовых геометрий в середине XIX в., постоянно предпринимались попытки вывести этот менее очевидный постулат из первых четырёх, то есть доказать его как теорему и таким образом перевести в ранг производных истинных высказываний эвклидовой геометрии. Более того, само возникновение эвклидовой геометрии имело своей первоначальной задачей доказательство необходимости пятого постулата среди других аксиом эвклидовой геометрии. Путь к этому видели только один – доказательство логической противоречивости системы геометрических аксиом, в которых пятый постулат Эвклида был бы заменен его отрицанием. Для этого были предприняты шаги по замене пятого постулата Эвклида на тождественное по содержанию, но при этом более простое для мысленного восприятия высказывание. Таких эквивалентных и наиболее простых замен постулату о параллельных было предложено две: 1. Через точку на плоскости нельзя провести более одной прямой, параллельной данной прямой. 2. Через точку на плоскости можно провести только одну прямую, параллельную данной прямой. Именно в последней версии постулат о параллельных линиях позже, начиная с 18 века, войдет во все учебники по геометрии [1]. При этом под параллельными линиями понимались прямые линии, которые при их бесконечном продолжении никогда не пересекутся. Вторую формулировку пятого постулата Декарт и Кант считали столь же очевидной для разума, как и истинность четырех остальных постулатов геометрии Эвклида[6]. Но для других математиков (Лейбниц, Саккери, Ламберт, Гаусс, Лобачевский) постулат Эвклида о параллельных не казался таковым, ибо противоположное ему высказывание не являлось логически противоречивым суждением. Сомнения в истинности постулата геометрии Эвклида о параллельных линиях и привели, в конечном счёте, к созданию неевклидовых геометрий. Первопроходцами на этом пути, стали русский математик Н.И. Лобачевский и венгр Я. Бойяи, которые построили первые системы неевклидовых геометрий (так называемые параболические геометрии). В этих геометриях пятый постулат гласил, что через точку на плоскости по отношению к данной прямой можно провести более одной параллельной ей прямой. Но это говорило о том, что: а) интуитивная очевидность аксиом научной теории не должна рассматриваться в качестве критерия их истинности; б) интуитивная очевидность не является чем-то обязательным; в) интуитивная очевидность формируется в процессе обучения и является во многом результатом привычки. Более того, как убедительно показал опыт построения различных теорий, различение исходных и производных высказываний теории во многом является делом условным, относительным и конвенциональным. Например, в геометрии Эвклида в качестве пятого постулата можно принять утверждение, что сумма углов любого треугольника равна 2π. В такой системе эвклидовой геометрии утверждение о том, что на плоскости через точку по отношению к данной прямой можно провести более одной прямой, параллельной данной, выводится как теорема. Одним словом, в любой дедуктивно-аксиоматической теории многие аксиомы и теоремы можно менять местами и достигать при этом каждый раз логического замыкания всех истинных высказываний теории друг на друга. Однако, в целом, при аксиоматическом способе построения теории на роли аксиом стараются выбрать наиболее простые высказывания из всех истинных высказываний теории, а содержательно более сложные высказывания вывести из них в качестве их логических следствий [1].

В отличие от математических теорий в теориях логики критерием истинности их аксиом является только их логическая форма, такая, которая при любом содержании высказываний всегда гарантирует их истинность [1; 3]. Например, такие аксиомы исчисления высказываний как $(a \cdot b) \supset a$, $a \supset (a \vee b)$, $a \vee \bar{a}$, $(a \supset b) \supset (\bar{b} \supset \bar{a})$ являются всегда истинными в силу логической формы, независимо от истинности или ложности входящих в эти аксиомы элементарных высказываний a и b. Истинность же исходных принципов и аксиом конкретно-научных естественнонаучных или социально-гуманитарных теорий обычно принимается условно, на основе конвенции и как бы отпускается им в кредит[3]. Впоследствии, аксиомы теории должны будут оправдать этот кредит путем логического развертывания всего содержания теории из ее аксиом, а также теоретического и практического использования теории в качестве полезного инструмента систематизации, предсказания и роста научного знания. Однако, это не означает, что процесс введения аксиом в ту или иную теорию является произвольным и никак не детерминированным. Это далеко не так.

Во-первых, кандидаты на роль аксиом той или иной теории выбираются среди уже имеющегося множества высказываний той или иной научной дисциплины, истинность многих из которых была подтверждена ранее эмпирическим путём. Например, при аксиоматическом построении эвклидовой геометрии в Древней Греции, многие проверенные на практике геометрические построения были заимствованы античными математиками из арсенала геометрических знаний древних египтян. Закон всемирного тяготения, принцип инерции и прямо пропорциональная зависимость ускорения тела от величины силы, приложенной к нему, ставшие аксиомами классической механики, также были известны учёным и имели опытное подтверждение до построения механики И. Ньютона [3].

Во-вторых, самый трудный и творческий момент – выбор учёным некоторых из известных истин в качестве аксиом определённой теории, также не является абсолютно произвольным и никак не регулируемым волевым актом исследователя. Воля исследователя достаточно жестко детерминирована трудно достижимой целью: подобрать в качестве аксиом такое небольшое число истинных высказываний, из которых все остальные истинные высказывания теории следовали бы с необходимостью (логической или конструктивной). Однако ни откуда не следует, что такая задача в каждом конкретном случае имеет положительное решение. Здесь надежда только на комбинаторную работу, талант и удачу исследователя. Так, в своих воспоминаниях о поиске аксиом (основных законов) небесной механики И. Кеплер утверждал, что он перепробовал около 70 вариантов основных законов этой теории, и только после этого огромного труда удача снизошла до него [4]. Сам И. Кеплер считал, что она была дарована ему Богом, любовь к которому и вера в совершенную мудрость творца при создании природы не покидали ученого в течение всей жизни. Столь же большую благодарность к Богу за его помощь выразил также И. Ньютон, когда (о чудо!) открытые до создания механики Ньютона законы Кеплера неожиданно появились в качестве логических следствий аксиом его механики [13]. Такие результаты напряженных поисков и последующие неожиданные совпадения работающих независимо друг от друга учёных действительно вряд ли можно объяснить простой случайностью или чистой удачей. Более вероятно предположить наличие некоторой объективной логики развития научного знания, которая необходимым образом включает в себя не только удачные, но и неудачные поиски и попытки. Правда, об этих неудачах, ни учёные, ни стандартная история науки не очень любят говорить, видимо считая это обычными и неизбежными издержками любой творческой деятельности, в том числе и научной.

В-третьих, для полного доказательства того, что некоторые положения теории, выдвинутые в качестве её аксиом, являются действительно необходимым и достаточным основанием некоторой теории, претендующей на дедуктивно-аксиоматический и логический характер, требуется (как об этом убедительно свидетельствует история науки) значительное время и усилия многих поколений учёных, работающих в соответствующей области науки. И наиболее яркие свидетельства, доказывающие справедливость данного утверждения, даёт, прежде всего, история математики, где эта проблема и ставится и решается наиболее строго по сравнению с остальными областями научного знания. Рассмотрим в этой связи примеры с евклидовой геометрией, арифметикой натуральных чисел и теорией вероятности, самыми простыми, и вместе с тем, самыми основополагающими теориями всей математики. Начнём с эвклидовой геометрии. После построения эвклидовой геометрии аксиоматическим методом, среди математиков долгое время, почти до конца XIX в., царило убеждение, что она является строго (логически) доказательной системой, что её основу составляет пять известных аксиом, что эти аксиомы образуют необходимую и достаточную основу логического выведения из них всех остальных истинных высказываний этой теории. Эта теория на протяжении 20 веков считалась парадигмальной для построения теорий во всех других областях науки. Как известно, И. Ньютон сознательно исходил из такой установки при построении своей теории механического движения, а Б. Спиноза даже при построении этической теории. Даже тогда, когда в 30-е годах XIX в. были построены системы неэвклидовых геометрий, убеждение в необходимости и достаточности (полноты) системы аксиом эвклидовой геометрии не было не только поколеблено, но скорее даже укрепилось. Так из этой веры вытекало убеждение в том, что и система аксиом геометрии Лобачевского, также состоящая из пяти аксиом, хотя и является альтернативной геометрии Эвклида, однако, также является для неэвклидовой геометрии необходимой и достаточной основой доказательства всех её теорем. Однако, строгое доказательство того, что система аксиом Эвклида являлась заведомо неполной, даже если принять во внимание соответствующие оговорки осуществил впервые только Д. Гильберт в конце XIX в. [1]

Он показал, что при доказательстве многих теорем геометрии Эвклида неявно (так сказать «контрабандой») используются положения, которые не являются заявленными аксиомами, как и не вытекают из последних в качестве их следствий. А это противоречит самой идее чисто аксиоматического метода построения научной теории. Так, в эвклидовой геометрии аксиоматически не было задано содержание таких ее геометрических понятий как «принадлежать», «находиться на», «пересекаться», «быть непрерывными», которые, тем не менее, постоянно использовались при описании геометрических объектов и доказательстве соответствующих утверждений. И главной причиной этого было то, что эвклидова геометрия была содержательной системой знания, а всякая содержательная система неминуемо опирается на интуицию, на некий пласт неявного, лишь подразумеваемого знания, а это в корне противоречит самой идее строго доказательного знания. Во многом такое положение дел было обусловлено тем, что сама геометрия понималась как наука о реальном, то есть видимом пространстве. При доказательстве многих геометрических положений использовались (якобы только для наглядности) чертежи. Но вместе с ними неизбежно вводился неопределённый и не фиксируемый пласт неявного знания. Например, при построении с помощью чертежей прямых линий и плоскостей как бы само собой подразумевалось такое их свойство как непрерывность. Но вообще-то ничто не мешает нам представлять линии или плоскости как прерывистые или имеющие дырки. Более того, видимо для таких объектов с определенной повторяемостью или фиксированной структурой дырок может быть построена своя геометрия. Отсюда Гильберт сделал глубокий и решительный для математики вывод. Он состоял в следующем: аксиоматическое построение любой теории возможно только при условии полного отвлечения от содержания её понятий и их жесткой связью с какой-либо конкретной областью их значений. А чтобы достичь этого, существует только один путь: формализация имеющейся содержательной теории, отображение её высказываний на некоторый формальный (символический) язык, одним словом – построение для содержательной теории её формализованной модели. Конечно, в формализованной теории также имеется определённое содержание, но это содержание ограничено только распознаванием символов и строчек символов, способностью их различения и отождествления, а также умением отличать правильно построенные строчки символов как разрешенных в данной формальной системе конструкций от неправильных, незаконных строчек символов. При таком подходе полностью исключается использование конкретной содержательной интуиции при употреблении тех или иных понятий теории, ибо понятия превращаются или отображаются в символы, которые требуют для своей фиксации в качестве объектов лишь их чувственное восприятие. Осуществив формализацию содержательной (но не логичной) части традиционной эвклидовой геометрии Гильберт показал и доказал, что дедуктивно-аксиоматическое логически доказательное построение этой теории требует введения как минимум 20 аксиом, а отнюдь не 5 или даже 14, как думали все геометры до Гильберта. Мы не будем приводить полностью всю систему аксиом эвклидовой геометрии в исполнении Д. Гильберта. Отметим лишь только, что Гильберт ввёл пять групп аксиом. В каждой из групп аксиомы описывают вполне определённые геометрические свойства и отношения между объектами. Так, первая группа из 8 аксиом это аксиомы «принадлежности», вторая группа из 4 аксиом – аксиомы «порядка», третья группа из 5 аксиом описывает отношение «равенства», «конгруэнтности», четвёртая группа состоит только из 1 аксиомы – аксиомы о параллельности, и, наконец, пятая группа из 2 аксиом определяет отношение «непрерывности»[1]. Оценивая построенную им систему эвклидовой геометрии, Д. Гильберт подчёркивал, что и она в строгом смысле не является чисто аксиоматической, поскольку в ней отсутствует в явном виде описание правил логического вывода. А ведь только согласно им и можно осуществлять переход от аксиом к теоремам, от одних теорем к другим как их следствиям и т.д. Чтобы построить эвклидову геометрию как полностью аксиоматическую систему, необходимо было формализовать не только геометрическую, но и логическую часть геометрии Эвклида.

Позднее, уже в XX веке, аксиоматическим способом были построены не только геометрия, но также арифметика и многие другие математические теории. Но это давалось с большим трудом. Так, только в 30-х гг. XX в. удалось построить дедуктивно-аксиоматическим способом такую математическую дисциплину как теория вероятностей – основу математической статистики и всех статистических конкретно-научных теорий от термодинамики до квантовой механики, биологии, генетики, лингвистики, социологии и других научных теорий, пришедших в XX в. на смену классическим детерминистским теориям. Большую подготовительную работу для осуществления решающего шага в аксиоматическом построении теории вероятностей осуществили Дж. Гиббс, Г. Рейхенбах, Э. Борель, М. Смолуховский, русский и советский математик С.Н. Бернштейн. Но только выдающемуся отечественному математику А.Н. Колмогорову удалось завершить их работу и поставить в 30-х годах победную точку в решении этой проблемы [2]. Но главным основанием здесь явилось формально-аксиоматическое определение вероятности как некоторой специфической математической функции, свойства которой задаются небольшим списком аксиом. С помощью этих аксиом давалось лишь неявное определение вероятности, благодаря чему она отделялась от ее возможных интерпретаций, обусловленных разными сферами ее применения [2]. При формально-аксиоматическом построении теории вероятностей понятие вероятности не определяется в ней явным образом. Точно также как не определялись явным образом и понятия «точки», «прямой» и «плоскости» в формально-аксиоматической системе эвклидовой геометрии Д. Гильберта. С точки зрения применения аксиоматической теории вероятностей под «вероятностью» можно и должно понимать любое отношение, свойства которого отвечают аксиомам исчисления вероятности. И, как было показано впоследствии, под вероятностью можно понимать не только относительную частоту некоторых событий по отношению к другому классу событий, но и «степень объективной возможности» некоторого свойства при определенных условиях, и «степень подтверждения» одного высказывания (гипотезы) другими высказываниями (данными), и «степень уверенности» субъекта в истинность некоторой гипотезы или в наступление некоторого события. Благодаря аксиоматическому определению вероятности удалось примирить альтернативные концепции вероятности и показать, что они не исключают, а дополняют друг друга, будучи одинаково законными интерпретациями и способами применения аксиоматического определения вероятности [10]. Таким образом, при аксиоматическом построении теории появляется возможность не противопоставлять, а примирять различное истолкование тех или иных понятий и категорий науки. Стремление научного познания не только к анализу, но и к синтезу явилось одной из важных гносеологических функций теорий, построенных аксиоматическим методом.

То, что аксиоматический способ построения научных теорий используется в основном в математике, имеет свою гносеологическую причину. Такой причиной является, на наш взгляд то, что математическое и логическое знание является имманентным продуктом мышления, артефактическим продуктом его конструктивной деятельности. А потому основная часть математического знания имеет характер аналитических истин, за исключением лишь относительно небольшого числа высказываний, выступающих в роли аксиом математических теорий. Однако в истории науки было предпринято немало попыток построения аксиоматическим способом не только теорий математики логики, но и теорий естественных наук. И, прежде всего, это классическая механика И. Ньютона, который сознательно строил ее по образцу геометрии Эвклида. И в целом Ньютону это удалось. Но этого нельзя сказать в отношении других, содержательно более богатых и более сложных физических теориях (гидродинамика, термодинамика, теория колебаний, сопротивление материалов, аэродинамика, электродинамика и др.). Хотя эти теории и опираются на основные положения и законы механики Ньютона, они все же не могли быть выведены из нее чисто логически. Дело в том, что они всегда вводили в свои теории новое дополнительное содержание, которое отсутствовало в основных понятиях механики Ньютона (в частности, поверхностное натяжение, упругая сила, квазиупругая сила, равновесие, волна, подъемная сила, напряжение, электрический заряд, магнитное поле, смещение тока и др.). Для построения этих физических теорий аксиоматический метод оказался явно непригодным, и требовалось найти другой метод. И таким методом, как убедительно показал в своих работах В.С. Степин, стал генетически-конструктивный метод [14].

Генетически-конструктивный метод. Главное отличие этого метода от аксиоматического метода состоит в том, что он является не аналитическим, а синтетическим. Он является таковым благодаря тому, что применяется к описанию такого множества теоретических объектов, в котором соотношение между его исходными и производными объектами не является аддитивным или чисто логическим. Производные (более сложные по содержанию) объекты физической теории не являются аддитивной (арифметической) суммой более простых, исходных идеальных объектов, что имело место при построении теорий аксиоматическим методом в математике. В естественнонаучных теориях, где их производные объекты, хотя и строятся из исходных объектов, однако в их содержание всегда входит нечто такое, чего не было в исходных объектах теории. Например, математический маятник как производный объект механики не сводится к аддитивной сумме составляющих его более простых объектов: прямой линии (жесткого стержня) и материальной точки определённой массы (груза, подвешенного на конце жестокого стержня) и их взаимодействию в соответствии с законами механики Ньютона. Неаддитивность конструкта «математический маятник» обусловлена тем, что в нем к таким исходным понятиям механики как материальная точка, инерциальное движение и сила внешним образом добавляются новые свойства, явным образом не содержащиеся в исходных объектах механики Ньютона. Это такие свойства как упругая сила и колебательное движение с его частотой и амплитудой. Теоретическую связку «исходные идеальные объекты теории + законы, описывающие их поведение», часто называют «теоретической схемой» [14; 7]. Так вот оказывается, что теоретическая схема математического маятника не только не тождественна, но и не является правильной частью теоретической схемы механики Ньютона в её исходном виде. А потому законы поведения математического маятника не могут быть чисто логически (дедуктивно) выведены из законов механики Ньютона. Выведены – не могут, но сконструированы мышлением на основе законов механики Ньютона – могут. Но для того, чтобы новая мысленная конструкция была надёжной и твёрдо опиралась на фундамент исходной конструкции необходимо выполнение одного непременно важного условия: добавляемое к исходной мысленной конструкции содержание не должно быть слишком большим или расплывчатым. Оно должно быть небольшим и определённым, чтобы быть полностью обозреваемым и контролируемым мышлением и его способностью созерцать (интеллектуальная интуиция). Вот почему интеллектуальная интуиция (или умозрение, как называл её Аристотель) является совершенно необходимым и важным средством теоретического научного познания. Конечно, обращение к интеллектуальной интуиции неизбежно вводит определённую долю субъективности в процесс теоретического познания, но это – неизбежная плата за построение содержательно достаточных богатых теоретических моделей реальности. Можно сказать и по-другому: интеллектуальная интуиция – неизбежный спутник построения научной теории генетически-конструктивным методом. Ещё одним следствием построения теории генетически-конструктивным методом является то, что структура теории приобретает многоуровневый характер, между слоями которого отсутствует отношение чисто логической зависимости (выводимости) одного слоя из другого, хотя содержательная зависимость более высоких слоёв теории (его производных схем) от ее иерархически низких слоев и, в конечном счёте, исходных – налицо. Вот почему классическая механика в целом, фундаментом которой, безусловно, является теория Ньютона, но которая включает в себя большой спектр других теорий, таких как гидродинамика, термодинамика, аэродинамика и др., представляет по своей структуре в целом некую достаточно широкую и слоистую (многоуровневую) систему знания. Разумеется, в пределах (внутри) каждого слоя (уровня) теории между его высказываниями существует чисто логические взаимосвязи и отношение выводимости одних из других [8; 9]. Но этот «внутри – слойный» логический «пробег», как правило, достаточно короткий и основан на использовании лишь простейших элементарных, но вместе с тем, и фундаментальных правил вывода. Это или правило дедукции или правило подстановки вместо переменных их конкретных значений.

В чём сила, и в чём слабость генетически-конструктивного метода построения научных теорий по сравнению с дедуктивно-аксиоматическим методом? И какой в каждом из них имеется способ компенсации своей ограниченности? Сила генетически-конструктивного метода состоит в его способности описывать достаточно сложные и богатые с точки зрения их содержания системы идеальных объектов, включая их эволюцию (например, в термодинамике, синергетике, теории большого взрыва, в теории эволюции видов, в теории химической эволюции, эволюции общества, языка и др.). Дедуктивно-аксиоматический метод построения теории применим лишь при описании содержательно бедных идеальных объектов, типа логических законов или математических структур (только возможных количественных отношений объектов). Как показал К. Гедель, самое слабое место аксиоматического метода – его неполнота при моделировании и описании свойств и отношений любых объектов (даже таких совсем простых как натуральные числа). С его помощью можно создавать теории тогда и только тогда, когда имеет место полное «логическое замыкание» всех (или подавляющего большинства) высказываний теории друг на друга и тем самым появляется возможность сведения их истинности только к небольшому числу ее исходных положений - аксиом. Поскольку правила логики являются общезначимыми или интерсубъективными, постольку и построенные с их помощью теории также обладают свойствами интерсубъективности. Теории же, построенные генетически-конструктивным методом, в существенной степени опираются на интеллектуальную интуицию как форму контроля и удостоверения синтетической связи между исходной и производной теоретической схемой и, таким образом, не являются логически доказательными системами. Аксиоматический метод построения теорий вынужден компенсировать свою ограниченность в плане полноты описания объектов введением принципа плюрализма и легитимизации множества альтернативных моделей описания одного и того же объекта. Генетически-конструктивный метод построения научных теорий также имеет определенные недостатки и ограничения. Он способен описывать достаточно полно сложные по своему содержанию теоретические объекты. Но вынужден при этом заплатить за это достаточно высокую гносеологическую цену, а именно введение в научное познание в качестве особой познавательной способности интеллектуальной интуиции, а также ее последующей легитимации в качестве важнейшей формы контроля за правильностью процесса разворачивания содержания научной теории. Однако, ясно, что интуиция является более субъективной и, соответственно, менее общезначимой формой доказательности научного знания, чем логический вывод. Кроме того, генетически-конструктивный метод построения теории вынужден также обращаться к таким дополнительным и внешним для теории средствам ее оправдания как эмпирическое (индуктивное) обоснование теории и возможность ее эффективного применения на практике [5; 6; 15].

Существуют два основных метода построения научных теорий как логически доказательных систем высказываний о некотором множестве идеальных теоретических объектов: аксиоматический метод и генетически- конструктивный метод. Первый применяется в основном при построении математических и логических теорий; второй – при построении теорий в естествознании и, прежде всего, в теоретической физике. Каждый из них имеет свои сильные и слабые стороны. Сильными сторонами аксиоматического метода являются логическая доказательность научных теорий, построенных с помощью этого метода, и. как следствие, их интерсубъективность (общезначимость). Его слабыми сторонами являются чрезвычайная абстрактность построенных с помощью этого метода теорий и неполнота описания их объектов, требующая в качестве следствия в принципе неограниченного множества дополняющих друг друга теорий об исследуемых объектах. Сильной стороной генетически-конструктивного метода является возможность описания с его помощью теоретических объектов достаточно богатого (конкретного) содержания. Его слабой стороной является необходимость использования в процессе построения научных теорий интеллектуальной интуиции ка формы контроля разворачивания содержания теории от простых в своем содержании ее исходных объектов теории к более сложным производным объектам теории. Гносеологическим следствием применения генетически-конструктивного метода построения научных теорий является необходимость его дополнения менее строгими методами: индуктивным эмпирическим обоснованием научных теорий и обоснованием их полезности для применения на практике.

Примечания:

1. Гильберт Д. Основания геометрии. М.-Л., 1948.

2. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятности. 2-е изд. М., 1974.

3. Лебедев С.А. Методы научного познания. М.: Альфа-М. 2014. 272 с.

4. Лебедев С.А. Философия науки. Учебное пособие. М.: Юрайт. 2011. 288 с.

5. Лебедев С.А. Современная наука: социальность и инновационность // Вестник Московского университета. Серия 7: Философия. 2011. №1. С. 36-45.

6. Лебедев С.А. История философии науки //Новое в психолого-педагогических исследованиях.2009. №1. С. 5-66.

7. Лебедев С.А. Структура науки//Вестник Московского университета. Серия 7: Философия. 2010. №3. С. 26-50.

8. Лебедев С.А. Структура научного знания // Философские науки. 2005. №10. С. 83-100.

9. Лебедев С.А. Структура научного знания // Философские науки. 2005. №11. С. 124-135.

10. Лебедев С.А. Философия естественных наук [Лебедев С.А. и др.]; под общ. ред. С.А. Лебедева. М.: Академический проект. 2006. 560 с.

11. Лидсей Дж. Рождение Вселенной. М., 2005.

12. Начала Эвклида. Пер. с греч. Д.Д. Мордухай-Болтовского. Книги I-VI. М.-Л., 1948.

13. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М., 1989.

14. Степин В.С. Теоретическое знание. М., 2000.

15. Lebedev S.A. Methodology of science and scientific knowledge levels // European Journal of Philosophical Research. 2014. № 1(1). p. 65-72.

16. Lebedev S.A., Lebedev K.S. The principles of scientific theories // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. Т.3. №1. p. 22-33.

References:

1. Gil'bert D. Osnovanija geometrii. M.-L., 1948.

2. Kolmogorov A.N. Osnovnye ponjatija teorii verojatnosti. 2-e izd. M., 1974.

3. Lebedev S.A. Metody nauchnogo poznanija. M.: Al'fa-M. 2014. 272 s.

4. Lebedev S.A. Filosofija nauki. Uchebnoe posobie. M.: Jurajt. 2011. 288 s.

5. Lebedev S.A. Sovremennaja nauka: social'nost' i innovacionnost' // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 7: Filosofija. 2011. №1. S. 36-45.

6. Lebedev S.A. Istorija filosofii nauki // Novoe v psihologo-pedagogicheskih issledovanijah. 2009. №1. S. 5-66.

7. Lebedev S.A. Struktura nauki//Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 7: Filosofija. 2010. №3. S. 26-50.

8. Lebedev S.A. Struktura nauchnogo znanija // Filosofskie nauki. 2005. №10. S. 83-100.

9. Lebedev S.A. Struktura nauchnogo znanija // Filosofskie nauki. 2005. №11. S. 124-135.

10. Lebedev S.A. (sost.). Filosofija estestvennyh nauk [Lebedev S.A. i dr.]; pod obshh. red. S.A. Lebedeva. M.: Akademicheskij proekt. 2006. 560 s.

11. Lidsej Dzh. Rozhdenie Vselennoj. M., 2005.

12. Nachala Jevklida. Per. s grech. D.D. Morduhaj-Boltovskogo. Knigi I-VI. M.-L., 1948.

13. N'juton I. Matematicheskie nachala natural'noj filosofii. M., 1989.

14. Stepin V.S. Teoreticheskoe znanie. M., 2000.

15. Lebedev S.A. Methodology of science and scientific knowledge levels // European Journal of Philosophical Research. 2014. № 1(1). p. 65-72.

16. Lebedev S.A., Lebedev K.S. Princtsipu nauchnuh teorii // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. Т.3. №1. p. 22-33.

УДК 1

Аксиоматический и генетически-конструктивный методы теоретического познания: сравнительный анализ

Сергей Александрович Лебедев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация
Доктор философских наук, профессор
E-mail: saleb@rambler.ru

Аннотация. Не только в разных науках, но и в одной и той же используются разные методы построения ее теорий. Частично это связано с предметом науки, но во многом также и приверженностью ученого к определенной исследовательской традиции. Например, при построении теорий в математике и логике используют три разных метода: аксиоматический, метод формализации и метод математической индукции. В естественных науках при построении теорий используются также разные, но уже другие, чем в математике методы. Это: генетически-конструктивный метод, математическая гипотеза, мысленный эксперимент, метод принципов и др. В социально-гуманитарных науках при построении теорий используются такие методы как метод рациональной реконструкции объекта (единство логического и исторического), метод математического моделирования, диалектический метод. При этом не существует какой-то жесткой привязки различных методов построения научных теорий к соответствующим областям науки (математике, естествознанию, социально-гуманитарным наукам, техническим наукам). Одни и те же методы могут применяться в разных областях науки. Например, метод математического моделирования и мысленного эксперимента сначала использовался при построении только физических теорий (классическая механика, молекулярно-кинетическая теория газов, теория относительности и др.). Сегодня же эти методы успешно применяются при построении теорий и в социально-гуманитарных науках (психология, экономика, социология, логика, лингвистика и др.). С другой стороны, в современных естественных науках при построении теорий всё чаще используются методы, которые раньше применялись только в социально-гуманитарных науках. Это такие методы как метод рациональной реконструкции развивающихся объектов, метод восхождения от абстрактного знания к конкретному знанию и др. Эти методы применяются например при построении таких теорий естествознания как теория «Большого Взрыва» в космологии (современная теория происхождения и эволюции Вселенной), теорий в синергетике, экологии, почвоведении, эволюционной химии, супрамолекулярной химии, генетике, теории эволюции биологических видов и др. Из всего выше сказанного однозначно следует вывод: методы построения научных теорий относительно независимы от исследуемых объектов и определяются ими лишь частично. Ниже мы покажем это в отношении двух фундаментальных методов теоретического познания: аксиоматического и генетически-конструктивного. В статье будет осуществлен сравнительный анализ особенностей и познавательных возможностей каждого из данных методов.

Ключевые слова: наука, научная теория, научный метод, аксиоматический метод, генетически-конструктивный метод.