

Основные функции моделирования в философии и науке

© И.И. Комиссаров

Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского,
Калуга, 248023, Россия

Рассмотрены первостепенные функции моделирования в философии и науке: отображательная, эвристическая, объяснительная, демонстративная, педагогическая. Выявлена иерархия данных функций, продемонстрированы различные способы использования моделей в научном познании. Указана важная эвристическая роль внешних и внутренних аналогий в применении моделей в научных исследованиях, связь функций с полнотой отображаемой информации об объекте исследования.

Ключевые слова: модель, отображение, эвристика, объяснение, внешние аналогии, внутренние аналогии, функции

Модели занимают важное место в научных, философских исследованиях [1, 2]. По словам Н.А. Умова, «все наше мировоззрение, от наиболее обыденного до наиболее возвышенного содержания, представляет собой собрание моделей, образующих более или менее удачный отклик существующего, соответствующих или не соответствующих тем вещам, которые имелись в виду при их построении» [3, с. 45].

В данной работе хотелось бы показать, зачем нужны модели в науке и философии, рассмотреть такие функции моделирования, как отображательная, эвристическая, объяснительная, педагогическая и демонстративная. Конечно, моделям предписывают и иные функции. Так, согласно С. Хартману, модели:

- 1) позволяют применять и проверять теорию;
- 2) помогают создавать теорию;
- 3) являются связующим звеном между теорией и опытными данными;
- 4) в случае отсутствия теории служат ее временной заменой;
- 5) помогают разрабатывать эксперимент;
- 6) описывают и обрабатывают эмпирические данные;
- 7) позволяют установить причинную взаимосвязь между исследуемыми явлениями;
- 8) служат основой для компьютерной симуляции [4].

В настоящей статье внимание сконцентрировано на указанных ранее пяти функциях, поскольку они обладают первостепенной важностью, носят общетеоретический, философский характер для любого научного исследования. Будет рассмотрена специфика каждой

функции, продемонстрировано многообразие современных и проверенных временем способов использования моделей в научном познании окружающего мира, освещены некоторые актуальные вопросы, связанные с исполнением той или иной функции. В итоге будет показана взаимосвязь функций моделей в ряде аспектов и выстроена их иерархия.

Итак, в первую очередь обратим внимание на *отображательную* функцию научного моделирования. Любое отражение предметов реальности предполагает единство трех составляющих. Во-первых, отображающий объект вторичен по отношению к первичному отображаемому предмету исследования. Во-вторых, эта вторичность выражается в том, что первичный объект способен определять вторичный. В-третьих, в результате этого воздействия отображающий объект становится способным сохранять в более или менее правильной форме структуру отображаемого [3].

Данные характеристики относятся как к материальным, так и к идеальным (т. е. мысленно конструируемым) моделям. Однако может возникнуть впечатление, что отображение материальными моделями в корне отличается от отображения их идеальными разновидностями. В частности, такого мнения придерживается Я.К. Ребане, утверждая, что процесс отображения не может происходить вне нашего сознания, а поскольку материальные модели не являются частью нашего сознания, его гносеологическими образами, способными к репрезентации, они в этом смысле отображать не могут [5].

Тем не менее мы не вправе согласиться с лишением материальных моделей их отображательной функции, поскольку в первую очередь любая модель не может быть индифферентна своему отображаемому объекту. В отличие от таких инструментов познания, как, например, микроскоп, которые не имеют никаких аналоговых отношений со своими объектами познания, модели просто обязаны, насколько это возможно и необходимо исследователю, быть подобными своим моделируемым объектам [3].

Напомним, что в естествознании XIX–XX вв. потребность в создании материальных моделей была вызвана тем, что ученый был не в состоянии непосредственно, с помощью органов чувств воспринимать исследуемые объекты по причине их слишком малых или больших размеров. Также, имея дело с абстрактной математической интерпретацией, исследователь должен осознавать, что она появилась не случайно и не оторвана от реальности, а для этого следует каким-либо образом отобразить тот объект, который она описывает [6].

Такое представление о моделях имеет место в статье Л. Больцмана в «Британской энциклопедии» [7]. Модель подразумевает воспроизведение феномена в материальном предмете, существующем в

трехмерном пространстве, который позволяет видеть то, что исследователь видеть не может по объективным причинам. Больцман считает, что по причине усложнения информации, а также увеличения ее количества возникает потребность в облегчении понимания научного языка. Больцман отмечает, что «прочное утверждение зрительного изображения было неизбежно ввиду его громадного преимущества перед чистым абстрактным символизмом в быстром и полном отображении сложных отношений» [7, p. 638].

Кроме того, следует заметить, что любой идеальной модели теоретически можно создать свой материальный аналог, а любой материальной модели должен предшествовать ее идеальный аналог в сознании исследователя. Модель не создается природой, именно ученый выделяет из реальности объект для замещения другого, и именно он определяет, что данный объект подобен и в какой-то мере соответствует другому. Любую идеальную модель можно теоретически субстантивировать в некоем материальном предмете, только потребности в этой субстантивации может не быть. В результате мы укажем на такую последовательность: реальный объект отображается в сознании исследователя в виде идеальной модели, которую этот исследователь имеет возможность субстантивировать в материальном предмете. Итак, мы еще раз убедились, что границы между идеальными и материальными моделями не такие непреодолимые, как это может показаться на первый взгляд, и оба типа моделирования позволяют отображать предметы окружающей действительности.

Однако дискуссионные вопросы, касающиеся модельного отображения реальности, на этом не заканчиваются. Актуальная проблема научного моделирования состоит в том, что из одной модели можно одновременно выводить как истинные, так и ложные суждения, вследствие чего возникают сомнения относительно того, способны ли модели вообще отображать что-нибудь, а если это так, то почему исследователям следует закрывать глаза на то, что модели — это несовершенные, идеализированные аналоги объектов.

Здесь уместно привести точку зрения М. Хесс о наличии в каждой модели трех составляющих: истинных, ложных и нейтральных свойств. Во-первых, между отображающей моделью и отображаемым объектом исследования имеют место позитивные аналогии, т. е. это те свойства модели, которые совпадают со свойствами моделируемого объекта. Во-вторых, это негативные аналогии между моделью и объектом, т. е. свойства, которые присущи только модели и не присущи объекту. В-третьих, нейтральные аналогии, относящиеся к свойствам модели, о которых исследователь не может сказать с определенностью, являются ли они позитивными или негативными аналогиями [8].

Выражая эти свойства моделей в словесной форме, мы получаем, соответственно, истинные суждения, ложные суждения, а также те, о которых мы не можем сказать, истинны они или нет. Также стоит отметить, что, конструируя либо материально, либо мысленно искомую модель, мы не в состоянии облечь материальный предмет или гносеологический ментальный образ полностью в словесную форму. Более того, мы в действительности можем не знать, сколько суждений влечет за собой та или иная модель. Вследствие этих обстоятельств ряд исследователей утверждают, что модели не могут быть либо истинными, либо ложными в целом, или даже что модели ни истинны, ни ложны вообще [6].

Обостряет эту ситуацию и тот факт, что модели обладают и другими негативными характеристиками, такими как непоследовательность и неполнота. Например, моделируя воду, мы можем создать как минимум две противоречащие друг другу конструкции. С одной стороны, описывая движение воды в водосточной трубе, мы можем ее представить в качестве идеальной жидкости, которая обладает свойствами непрерывности и несжимаемости. С другой, описывая растворение капли чернил в стакане воды, мы представляем воду состоящей из дискретных частиц, которые находятся в тепловом движении. В итоге мы описываем один феномен с помощью нескольких моделей, которые противоречат друг другу, что свидетельствует о несовершенстве используемого метода познания, и нам по-прежнему остается недоумевать, что же такое вода [9].

Для того чтобы сохранить за моделями их отображательную функцию, ряд исследователей, и среди них Н. Картрайт, прибегают к онтологии «лоскутного одеяла». Картрайт считает, что нам не удастся найти всеобъемлющие закономерности, которые могли быть верными в отношении каждой отдельной исследовательской области или в отношении каждого подхода к исследуемому объекту и прежде всего в отношении к каждой модели. Вместо поиска всеобъемлющего описания действительности следует признать, что мир состоит из отдельных разрозненных областей (лоскутков), к которым могут быть применены совершенно разные, друг другу противоречащие описания. Поэтому несовместимость различных моделей между собой в действительности не говорит о том, что они не способны отображать в более или менее истинной форме исследуемые объекты. Согласно онтологии лоскутного одеяла, реальность, состоящая из отдельных несовместимых частей, вполне закономерно отображается с помощью различных несовместимых моделей, в результате чего две и более несовместимые модели одновременно оказываются истинными [10].

Кроме того, можно назвать и другие причины, которые оправдывают предписание моделям отображательной функции. Во-первых,

это согласованность с опытными данными. Построение любой модели невозможно без данных (результаты наблюдения, эксперимента), которые подтверждают часть суждений, выводимых из разработанной модели.

Во-вторых, научный специалист зачастую не преследует цели воссоздания исследуемого объекта во всей его полноте. В процессе моделирования ученый, как правило, выдвигает на первый план определенный аспект изучаемого объекта и в то же время жертвует истинностью тех свойств или суждений, которые принадлежат другому, не интересующему его аспекту. Нужные ему свойства или суждения ученый будет отображать в модели с наибольшей полнотой и не станет пренебрегать их истинностью. Здесь можно вспомнить рассмотренные выше две несовместимые модели одного природного объекта — воды. Специалиста интересует не вода как некая «вещь-в-себе», а вода в определенном состоянии (движение по водосточной трубе) или в определенном взаимодействии с другим объектом (диффузия двух жидкостей).

В-третьих, предполагается, что наличие в модели положительных свойств или истинных суждений подтверждается ее функциональностью. Модель не просто отображает некоторую часть внешнего мира, она способна обладать определенной полезностью для субъекта исследования, которая перевешивает неминуемые недостатки модели, заключающиеся в ложности некоторых предписываемых ей свойств или суждений. Функциональность модели свидетельствует о том, что ученый сумел найти точки соприкосновения между своими представлениями об объекте исследования, выраженными в форме модели, и самим объектом окружающей действительности [9].

Итак, мы вправе сказать, что недостатки научного моделирования свидетельствуют не столько о том, что модели не способны выполнять отображательную функцию, сколько о том, что окружающая нас реальность устроена достаточно сложным образом, чтобы не быть отображенной лишь в одном, единственно правильном типе моделей. Также мы убедились, что ученый при построении модели концентрируется не на объекте в целом, а на определенном его аспекте, преследуя с помощью модели определенную цель, обязательно согласуя при этом свои построения с результатами эмпирических исследований. Поэтому можно заключить, что осуществление отображательной функции моделей нельзя ставить под сомнение.

Далее рассмотрим *эвристическую* функцию моделей, т. е. способность моделей приводить исследователя к новому знанию об изучаемом объекте. Н.А. Умов, в частности, сводил моделирование к эвристической функции [11]. Конечно, невозможно ограничить модели какой-либо одной функцией, однако мнение Умова подтверждает важность этой функции для данного метода научного исследования.

Об эвристической функции моделей также писал и Т. Кун. Высказываясь о роли моделей в научном исследовании, он отмечал, что они обеспечивают продуктивное творческое мышление ученых. Рассматривая газ в качестве совокупности микроскопических бильярдных шаров,двигающихся в произвольном направлении, ученые способны прийти к новым плодотворным идеям [12].

Почему модель может выполнять эвристическую функцию? Здесь следует вернуться к представлениям Хесс о трехчленной структуре моделей. На примере той же модели бильярдных шаров применительно к кинетической теории газов Хесс показывает эвристическую сущность нейтральных аналогий: «В модели, как правило, всегда будут наличествовать некоторые свойства, о которых мы еще не знаем, являются ли они позитивными или негативными аналогиями; это довольно интересные свойства, поскольку, как я замечу, они позволяют нам извлекать новую информацию. Давайте обозначим эту третью группу свойств нейтральными аналогиями. Если, исключая известные негативные аналогии, газы действительно можно представить в качестве совокупности бильярдных шаров, то, исходя из наших знаний о механике этих шаров, мы в состоянии осуществить прогнозирование в отношении ожидаемого поведения газов. Конечно, наши прогнозы могут не оправдаться, тогда нам следует заключить, что мы располагаем неправильной моделью» [8, р. 8, 9].

Некоторые авторы обращают внимание на широкое применение моделей-аналогов, или моделей-метафор, т. е. таких моделей, которые описывают интересующий объект исследования через вспомогательные аналогии с уже изученным объектом из другой области знания [4]. Согласно теории активного взаимодействия М. Блэка, ученые в одной метафоре отождествляют идеи от двух разных, до этого никак не связанных объектов окружающего мира. В ходе такого сопоставления происходит взаимное смещение значения обоих понятий, что позволяет приводить исследователей к выдвижению новых предположений в отношении обоих объектов. Так, метафора «мозг — это компьютер» показывает, как в течение времени изменялись значения этих понятий. Вначале человеческий мозг служил моделью для создания ранних компьютеров, а затем компьютер послужил эвристической моделью для того, чтобы провести соответствующие когнитивные исследования человеческой психики [13]. Добавим, что известная в наши дни искусственная нейронная сеть — это тоже попытка смоделировать процессы, протекающие в мозге.

Использование моделей-аналогов — это далеко не новый прием в научных исследованиях, что можно проиллюстрировать на примере модели Максвелла. Он уподобил электромагнитное поле жидкой среде, которая содержит в себе вихри или водовороты, находящиеся в

напряженном состоянии. Вихри магнитного поля должны вращаться в одном и том же направлении, поэтому возникают трудности, связанные с тем, что соседние вихри могли бы соприкоснуться друг с другом и вследствие этого вращаться в разных направлениях. Чтобы устранить эту трудность, Максвелл ввел холостые колеса, которые помещались между двумя смежными вихрями, чтобы последние не меняли направления своего вращения. Эти холостые колеса соответствуют электрическому току [14]. Как видим, в данном случае механика как хорошо разработанный и наглядный раздел физики помогает физике электромагнитных явлений с конструированием и описанием ее объекта исследования.

Итак, можно сказать, что модель способна приводить исследователя к новым знаниям благодаря нейтральным аналогиям, являющимся частью структуры любой модели. Кроме того, мы выяснили, что иные аналогии между моделью исследуемого объекта и объектом вспомогательной области знания также приводят исследователя к новым идеям. Для удобства будем называть аналогии между моделью и объектом исследования внутренними (подразделяются на нейтральные, позитивные и негативные), а аналогии между моделью и вспомогательным объектом — внешними. Оба типа аналогий выполняют эвристическую функцию в процессе научного исследования.

Обратим внимание на *объяснительную* функцию. Так, согласно У. Томсону, благодаря модели изучаемого явления мы способны получить полное представление о нем, понять его. В «Балтиморских лекциях» ученый заявлял: «Я никогда не буду удовлетворен, пока не смогу получить механическую модель исследуемого предмета. Если я могу создать механическую модель, я могу понять его. До тех пор, пока у меня нет возможности создать механическую модель, я не могу его понять» [3, с. 40]. Используя модели, взятые из достаточно понятной механики, Томсон пытался дать аналоговые объяснения электромагнитным явлениям.

Как видим, модель выполняет объяснительную функцию также благодаря проведению параллелей между объектами знакомой области знаний и незнакомой. П. Ачинстайн, сводивший все модели к моделям-аналогиям, делал это, скорее всего, под влиянием именно объяснительной роли аналогий в процессе научного исследования. Он писал: «Аналогии используются в науке для того, чтобы обеспечить понимание понятий. Им это удается благодаря обнаружению подобия между этими понятиями и другими, которые могут быть уже знакомыми и более поддающимися пониманию» [15, р. 208].

С объяснительной функцией тесно связана *педагогическая*. Модели могут быть также использованы в целях обучения молодого поколения будущих ученых для облегчения их вхождения и погруже-

ния в материал. Преимущество моделей заключается в том, что они могут связать трудно воспринимаемую область знания с обыденными, хорошо всем знакомыми ситуациями из повседневной жизни или с предметами более знакомых областей знания. В связи с этим отмечено большое значение внешних аналогий, однако при их использовании следует учитывать, что излишнее к ним доверие может в итоге привести молодого специалиста к одностороннему, упрощенному пониманию изучаемого объекта [6].

По мнению С. Хартмана, существует особый класс «игрушечных моделей», которые задействованы исключительно в педагогических целях. Эти модели не обладают эвристической ценностью, но они служат для того, чтобы на их примере, обойдя довольно сложное, теоретизированное изложение материала, ученый смог представить как можно больше проблем, в решении которых заинтересована актуальная наука. Эти преимущества игрушечных моделей, согласно Хартману, перевешивают их эвристическую бесполезность [16].

Кроме того, модель может служить хорошим средством для *демонстрации* исследуемого объекта либо в виде трехмерного предмета, либо в виде диаграмм, графиков, схем. В данном случае модель не просто отображает определенную часть окружающей действительности, она помогает нашему восприятию исследуемого объекта, преодолевает его ненаглядность, упрощает доступ нашим органам чувств к явлению, которое изначально не может непосредственно быть воспринято невооруженным человеческим глазом, являясь слишком большим или маленьким, слишком быстрым или медленным [17].

Рассмотрим пример из физических исследований XIX–XX вв., который покажет несовершенство работы с моделями. Напомним, что модели того времени представлялись прежде всего в качестве наглядных механизмов. Моделируемые явления визуализировались с помощью чувственно воспринимаемых объектов, которые напрямую взаимодействуют между собой и посредством толчков и ударов передают друг другу движение. Последовательное применение этой идеи привело физиков в конечном счете к построению эфира. Предполагалось, что любая волна всегда должна иметь некоторую среду, чтобы в ней распространяться. Поскольку свет имеет волновую природу, он также должен иметь среду для своего распространения подобно тому, как звуковые волны переносятся газами, жидкостями или твердыми телами. Такой средой стал эфир, в котором волновое движение передается непосредственным контактом соседних частиц. Соответственно, материальная субстантивация этих идей осуществлялась с помощью специальных волновых машин, которые наглядно показывали движение недоступных зрению частиц световых волновых явлений [6].

Заметим, что модели обладают способностью не только отображать и показывать, но и убеждать ученых в том, что мир является именно таким, как его описывают в моделях, что свет «должен» распространяться в соответствующей среде — эфире, или что тот же газ — это и есть в реальности совокупность маленьких, непрерывно взаимодействующих между собой шариков [12]. Итак, модели могут наглядно демонстрировать научные теории, однако всегда следует иметь в виду: это не придает данным теориям истинности.

Теперь попытаемся дать классификацию и иерархию функций моделирования в философии и науке. Первостепенное значение для исследования имеет отображательная функция, т. е. способность модели выступать замещающим аналогом реального объекта исследований. Наличие этой функции показывает, что модель — это не оторванный от реальности, искусственно изобретенный ученым объект, своего рода симулякр, который должен сообщать нам нечто о реальности, но в действительности с ней не связан; модель — это полноценный, хотя и неполноценный аналог моделируемого объекта. Именно наличие данной функции предполагает и гарантирует успешность совершения моделью других функций, ведь если бы модель не отображала объект, то разве можно было бы сказать, что она способна выполнять, например, эвристическую функцию? Как бы мы узнали что-то новое об исследуемом объекте, если бы не имели к нему доступ через модель?

Итак, отображательная функция предполагает наличие других функций, а именно: эвристической, объяснительной, педагогической и демонстративной. Объединим последние три функции в одну общую группу, поскольку они служат схожей цели — упростить субъекту понимание исследуемого объекта. В иерархической последовательности эта общая объяснительная функция будет занимать промежуточное положение между отображательной и эвристической функциями, поскольку ее наличие обуславливается отображательной и обуславливает эвристическую функцию: нельзя сказать, что ученый, не предоставив себе хоть какой-нибудь интерпретации в отношении объекта исследования, все же в состоянии сказать о нем нечто новое.

Эвристическая функция — это возможность с помощью модели извлекать новую информацию об исследуемом объекте. Именно эта функция обладает наибольшей полезностью, ведь без нее мы вряд ли смогли бы назвать научную деятельность необходимой обществу и творчески ориентированной.

Итак, ученый-исследователь выстраивает между собой и объектом специального посредника — модель, являющуюся продуктом совместной деятельности ученого и окружающей действительности (эмпирических данных). Объект отображается в модели, с помощью

которой субъект затем получает некоторое понимание об объекте, а затем — новую информацию о нем.

Мы отмечаем также первостепенное значение аналогий для выполнения этих функций. Модель, отображая объект исследования, выступает в роли несовершенного аналога этого объекта. Выполняя объяснительную функцию, она способна прибегать к внешним аналогиям между моделируемым объектом и объектом, взятым из более знакомой области знания или даже из повседневной жизни. Роль аналогий в осуществлении эвристической функции двояка: с одной стороны, здесь также используются внешние аналогии между изначально несвязанными областями знания, с другой — внутренние аналогии между моделирующим и моделируемым объектом, среди которых эвристической полезностью обладают нейтральные аналогии.

Кроме того, также можно дать классификацию указанным функциям с точки зрения полноты информации, которую исследователь извлекает из модели. Модель не равна своему объекту, она не может быть полноценным его заменителем, но в то же время она позволяет сказать об этом объекте нечто новое, что изначально не предполагалось отображать в модели. Таким образом, модель говорит об объекте меньше по сравнению с тем, что он есть в объективной действительности, и больше с точки зрения наших знаний о нем до конструирования модели. Об информационных изъянах модели свидетельствуют особенности отображательной и объяснительной функций: модель не может отобразить объект во всей полноте, а при объяснении она неизбежно упрощает его, делая более доступным нашему пониманию, концентрируясь лишь на определенных его аспектах, и при этом своей наглядностью может уводить от истинного положения дел. Напротив, эвристическая функция показывает, что модель говорит об объекте больше, чем это предполагалось нашими знаниями изначально.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Карпович В.Н. Модель и реальность: об определении понятия теоретической модели как способа описания объекта и предмета научной теории. *Философия науки*, 2018, № 2, с. 17–29.
- [2] Резников В.М. Объяснение явлений посредством моделей в естествознании и их понимание. *Философия науки*, 2015, № 4, с. 29–39.
- [3] Штофф В.А. *Моделирование и философия*. Москва, Ленинград, Наука, 1966, 302 с.
- [4] Hartmann S. Modelle. In: Sandkühler H.-J., ed. *Enzyklopädie Philosophie*. Bd. 2. Hamburg, Meiner, 2010, S. 1627–1632.
- [5] Ребане Я.К. К вопросу об отражении объективной действительности в логической структуре мышления. В кн.: *Труды по философии, посвященные XXII съезду КПСС*. Тарту, ТГУ, 1961, с. 3–27.

- [6] Bailer-Jones D. *Scientific Models in Philosophy of Science*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2009, 235 p.
- [7] Boltzmann L. Model. In: *The Encyclopaedia Britannica. Vol. XVIII*. New York, Encyclopaedia Britannica, Inc., 1911, pp. 638–640.
- [8] Hesse M.B. *Models and analogies in science*. Notre Dame, University of Notre Dame Press, 1970, 184 p.
- [9] Bailer-Jones D. Naturwissenschaftliche Modelle: von Epistemologie zur Ontologie. *Argument und Analyse — Sektionvorträge*, 2002, S. 1–11.
- [10] Cartwright N. *The dappled world: A study of the boundaries of science*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, 260 p.
- [11] Умов Н.А. *Избранные сочинения*. Москва, Ленинград, Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950, 565 с.
- [12] Kuhn T.S. *The essential tension. Selected studies in scientific tradition and change*. Chicago, The University of Chicago Press, 1977, 366 p.
- [13] Black M. *Models and metaphors: Studies in language and philosophy*. Ithaca, Cornell University Press, 1962, 267 p.
- [14] Максвелл Дж.К. *Избранные сочинения по теории электромагнитного поля*. Москва, Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952, 688 с.
- [15] Achinstein P. *Concepts of science*. Baltimore, John Hopkins University Press, 1968, 266 p.
- [16] Hartmann S. Modelle und Forschungsdynamik: Strategien der zeitgenössischen Physik. *Praxis der Naturwissenschaften — Physik*, 1995, no. 1, S. 33–41.
- [17] Батороев К.Б. *Аналогии и модели в познании*. Новосибирск, Наука, 1981, 320 с.

Статья поступила в редакцию 30.04.2020

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Комиссаров И.И. Основные функции моделирования в философии и науке. *Гуманитарный вестник*, 2020, вып. 2. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2020-2-658>

Комиссаров Иван Игоревич — канд. филос. наук, доцент кафедры философии и культурологии Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. e-mail: ivankomissar@list.ru

The main functions of modeling in philosophy and science

© I.I. Komissarov

Tsiolkovsky Kaluga State University, Kaluga, 248023, Russia

The paper considers the primary functions of modeling in philosophy and science: representational, heuristic, explanatory, demonstrative, pedagogical. The hierarchy of these functions is revealed, various ways of using models in scientific knowledge are demonstrated. The important heuristic role of external and internal analogies in applying models in scientific research is identified, as well as the relationship of functions with the completeness of the displayed information about the object of study.

Keywords: model, representation, heuristics, explanation, external analogies, internal analogies, functions

REFERENCES

- [1] Karpovich V.N. *Filosofiya nauki (Philosophy of science)*, 2018, no. 2, pp. 17–29.
- [2] Reznikov V.M. *Filosofiya nauki (Philosophy of science)*, 2015, no. 4, pp. 29–39.
- [3] Shtoff V.A. *Modelirovanie i filosofiya [Modeling and philosophy]*. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1966, 302 p.
- [4] Hartmann S. Modelle. In: Sandkühler H.-J., ed. *Enzyklopädie Philosophie, Bd. 2*. Hamburg, Meiner Publ., 2010, S.1627–1632.
- [5] Rebane Ya.K. K voprosu ob otrazhenii obyektivnoi deistvitelnosti v logicheskoy strukture myshleniya [On the reflection of objective reality in the logical structure of thinking]. In: *Trudy po filosofii, posvyashchennye XXII syezdu KPSS [The works on philosophy dedicated to the XXII Congress of the CPSU]*. Tartu, TGU Publ., 1961, pp. 3–27.
- [6] Bailer-Jones D. *Scientific Models in Philosophy of Science*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press Publ., 2009, 235 p.
- [7] Boltzmann L. Model. In: *The Encyclopaedia Britannica*, vol. XVIII. New York, Encyclopaedia Britannica, Inc. Publ., 1911, pp. 638–640.
- [8] Hesse M.B. *Models and analogies in science*. Notre Dame, Indiana, University of Notre Dame Press Publ., 1970, 184 p.
- [9] Bailer-Jones D. Naturwissenschaftliche Modelle: von Epistemologie zur Ontologie. In: Beckermann A., Nimtz C., eds. *Argument und analyse. Sektionvorträge*. Paderborn, Mentis Publ., 2002, S. 1–11.
- [10] Cartwright N. *The dappled world: A study of the boundaries of science*. Cambridge, Cambridge University Press Publ., 1999, 260 p.
- [11] Umov N.A. *Izbrannye sochineniya [Selected works]*. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe izdatelstvo tekhniko-teoreticheskoi literatury Publ., 1950, 565 p.
- [12] Kuhn T.S. *The essential tension. Selected studies in scientific tradition and change*. Chicago, The University of Chicago Press Publ., 1977, 366 p.
- [13] Black M. *Models and metaphors: Studies in language and philosophy*. Ithaca, Cornell University Press Publ., 1962, 267 p.
- [14] Maxwell, J.C. *A treatise on electricity and magnetism*. Oxford, UK, Clarendon Press Publ., 1873 [In Russ.: Maxwell J.C. *Izbrannye sochineniya po teorii elektromagnitnogo polya*. Moscow, Gosudarstvennoe izdatelstvo tekhniko-teoreticheskoi literatury Publ., 1952, 688 p.].
- [15] Achinstein P. *Concepts of science*. Baltimore, John Hopkins University Press Publ., 1968, 266 p.

- [16] Hartmann S. *Praxis der Naturwissenschaften — Physik in der Schule*, 1995, No. 1, S. 33–41.
- [17] Batoroev K.B. *Analogii i modeli v poznanii* [Analogies and models in cognition]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1981, 320 p.

Komissarov I.I., Cand. Sc. (Philos.), Assoc. Professor, Department of Philosophy and Culturology, Tsiolkovsky Kaluga State University. e-mail: ivankomissar@list.ru