

7. *Hessen B.* The Social and Economic Roots of Newton's «Principia» // Science of the Cross Roads. Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology Held in London from June 23th to July 3rd, 1931 by the Delegates of the USSR. London, 1971 (1 Ed. 1931). P. 149—212.
8. *Струмилин С. Г.* Хозяйственное значение народного образования // Плановое хозяйство. 1924. №9—10.
9. *Струмилин С. Г.* Наука и производительность труда. Доклад на чрезвычайной сессии АН СССР 21—27 июня 1931 г. // Избранные произведения. М., 1964. Т. 3.
10. *Арутюнян Ю. В.* Опыт социологического изучения села. М., 1968.
11. *Человек и его работа.* М., 1967.
12. *Шубкин В. Н.* Социологические опыты. М., 1970.
13. *Огурцов А. П.* Забытые искания // Природа. 1976. № 2.
14. *Беккер Г., Босков А.* Современная социологическая теория. М., 1961.
15. *Барбер Б.* Социология науки // Социология сегодня. Проблемы и перспективы. М., 1965.
16. *Bernal J. D.* The Social Function of Science. London, 1939.
17. *The Science of the Science. Society in the Technological Age.* 1964. Русский перевод «Наука о науке». М., 1966.
18. *Znaniecki F.* The Subject Matter and Tasks of the Science of Knowledge. Polish contributions to the Science of Science / Ed. by B. Walentinowicz. Boston, 1982. (Впервые опубликовано как «Przedmiot i zadania nauki o wiedzy» в польском журнале «Nauka Polska». Vol. IV (1923). No. 1.)
19. *Ossowska M. and Ossowski S.* The Science of Science. Polish contributions to the Science of Science / Ed. by B. Walentinowicz. Boston, 1982. (Впервые опубликовано как «Nauka o nauke» в польском журнале «Nauka Polska». Vol. XX (1935). No. 3.)
20. Из истории социологии науки советского периода (1917—1935). Тюмень, 1992.
21. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Наука как предмет специального исследования // Вопросы философии. 1966. № 5.
22. *Копнин П. В.* Гносеологические и логические основы науки. М., 1974.
23. *Добров Г. М.* Наука о науке. Начала науковедения. Изд. 3-е. Киев, 1989.
24. *Копнин П. В.* Логические основы науки. Киев, 1968.
25. *Микулинский С. Р.* О науковедении как общей теории развития науки. Доклад на научном симпозиуме: «Управление, планирование и организация научных и технических исследований». М., 1968.
26. *Добров Г. М.* Наука о науке. К., 1966.
27. Симпозиум по проблемам комплексного изучения развития науки. Тезисы докладов. 1966. Библиотека ИИЕТ РАН.
28. *Каплан Н.* Социология науки // Проблемы науковедения (науки о науке). ИИЕТ. Информационный бюллетень реферативной группы. 1966. Вып. X.
29. *Зворыкин А. А.* Социология науки // Информационный бюллетень. Материалы заседания Комиссии по охране труда при Президиуме ЦК профсоюзов работников просвещения, высшей школы и научных учреждений. М., 1967.
30. *Волков Г. Н.* Социология науки. М., 1968.
31. Социология науки. Ростов-на-Дону, 1968.
32. Социология науки. Библиографический указатель (1960—1979). Томск, 1981.
33. *Карпов М. М.* Наука в развитии общества. М., 1961.
34. Актуальные проблемы науки. Ростов-на-Дону. 1970.
35. *Мирская Е. З.* Ученый и современная наука. Ростов-на-Дону. 1971.
36. Социально-экономические и организационные вопросы науки в СССР. М., 1970. Вып. 1—4.
37. Основные принципы и общие проблемы управления наукой. М., 1973.
38. *Келле В. Ж., Кугель С. А., Макешин Н. И.* Социологические аспекты организации труда научных работников в сфере фундаментальных исследований // Социологические проблемы научной деятельности. М., 1978.
39. *Кушнарев Г. П.* Разработка методики конкретно-социологического исследования научной деятельности // Социологические проблемы научной деятельности. М., 1978.
40. Социологические проблемы науки. М., 1974.
41. *Лейман И. И.* Наука как социальный институт Л., 1971.
42. *Майзель И. А.* Социология науки: проблемы и перспективы. Л., 1974.
43. *Ядов В. А., Чернякова Н. С., Ломовицкая В. М.* Междисциплинарная интеграция исследований по социологии науки (в рамках методологического семинара) // Науковедение и информатика. 1989. Вып. 32.

Методологические проблемы историко-научных исследований

И. С. ТИМОФЕЕВ

МОДЕЛЬ КАК ПРЕДМЕТ ИСТОРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ*



1941 г., курсант ЛУИРЗА

Тимофеев Илья Семенович (р. 1923) — доктор философских наук. В начале Великой Отечественной войны курсант Ленинградского училища инструментальной разведки зенитной артиллерии (ЛУИРЗА), а с декабря 1942 г. и до Победы — командир зенитно-прожекторного взвода на Юго-Западном фронте. Закончил войну в Германии в звании лейтенанта. Награжден орденом Отечественной войны II степени и 8 медалями.

В настоящее время — ведущий научный сотрудник ИИЕТ, специалист в области теории познания, философии науки и методологии историко-научных исследований. Автор монографии и более 40 статей, опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях.

...построение моделей ... по необходимости занимает центральное место в процедуре любого научного исследования...

А. Розенблюм, Н. Винер [1, с. 171]

Под предметом исследования понимается та модель объекта исследования, которая подлежит нашему непосредственному исследованию.

Б. Пятишнин [2, с. 131]

...историк науки мыслит моделями, чаще всего не осознавая этого, как мольеровский герой не подозревал, что он говорит прозой.

Г. Быков [3, с. 52]

Общие замечания и ограничения

В современных условиях принципы моделирования приобрели черты универсального подхода, сочетаемого с системным, информационным и другими приемами, использующими расширяющиеся возможности вычислительной математики и компьютерной техники. В этой обстановке, естественно, увеличилось общее внимание к моделированию и, в частности, в исторических науках, в том числе и в истории науки. В большой и многогранной теме «моделирование и историко-научные исследования» много сторон, из которых мы выделили для специального рассмотрения три качественно различных аспекта: (1) моделирование как метод; (2) принципы моделирования как средства концептуализации исследований; (3) моделирование как предмет исторического исследования. Анализ в аспекте (1) позволяет выявить многообразие реально осуществляемых в истории науки методов моделирования, определить условия и общие пределы их результативного применения. В аспекте (2) раскрываются возможности использования общих принципов моделирования для построения обобщенных предметов исторического исследования широкой синхронной и диахронной значимости, а также для более углубленной интерпретации источников при их обработке с целью получе-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта: 93-05-11172).

ния исторических фактов. Некоторые предварительные итоги анализа темы в аспекте (1) и (2) опубликованы (см. [4, с. 54—65; 5, с. 26—33]). В данной статье сосредоточим внимание на рассмотрении проблем аспекта (3), а именно: рассмотрим моделирование как предмет историко-научных исследований. Учитывая пределы статьи, ограничимся общей характеристикой состояния исследований и рассмотрим некоторые методологические проблемы и их современные решения, наиболее важные для уточнения понимания модели как предмета исследования. В центре внимания сложность и трудности современного процесса расширения предметной области за счет включения междисциплинарных сторон в развитии научного знания, которые ранее не осознавались как специальные предметы исторических исследований.

Состояние исследований

Поле, в котором возникло и развивалось моделирование, являются различные виды особой рациональной практической и познавательной деятельности. Моделирование на ранних этапах своего развития оказалось включенным в предмет многих исторических наук (археологии, истории культуры, науки, философии и др.). Например, история математики включила в себя историю логической основы моделирования — историю теории подобия. Уже в «Началах» Евклида (III в. до н.э.) геометрическим подобиям многоугольников посвящена VI книга [6]. Развитие в XVII—XIX вв. представлений о физическом подобии (механическом, тепловом, электродинамическом, гидравлическом, аэродинамическом и др.) лежало в основе бурного развития физического и математического моделирования. Разрозненные сведения об этих процессах вошли в историю отдельных наук (физики, химии и др.). Аналогичная картина в истории технологий и техники, технических наук: сведения о развитии моделей в архитектуре и строительстве, в машиностроении, в кораблестроении и других отраслях так же разрознены, не систематизированы, и простое их суммирование, без специальных историко-научных исследований, не может представить историю моделирования.

Источники разнокачественны, некоторые из них представляют частную историю тех или иных видов моделей. В XX в. распространены описания отдельных направлений общенаучного характера, в которых моделирование играет важнейшую роль. История таких направлений по своему существу оказывается историей моделей соответствующего класса. Так, например, в работе «Теория эксперимента: прошлое, настоящее, будущее» в начале в специальном параграфе рассматривается история идей «управляемого эксперимента» и соответствующих моделей, а именно: описано их возникновение в 20-е гг. нашего века, последовательно очерчены основные этапы и тенденции их развития до 80-х гг. [7, с. 4—28]. Хотя история моделей в таком описании в центре внимания, но и здесь она — частная история, подчинена развитию теории эксперимента, периоды выделены как основные логические этапы развития идеи управления экспериментом, недостаточно освещена связь с эволюцией моделирования в других сферах познания. Авторы рассматриваемой работы и не ставили цели создавать историю моделирования. Для нас важно то, что это — типичный пример, аналогичных работ много, все они содержат предварительный богатый материал для создания общей истории моделирования, но для этого необходимы обобщающие историко-научные исследования.

«Слово история, — писал Гегель во введении к «Философии истории», — означает в нашем языке как объективную, так и субъективную сторону, как *historiam rerum gestarum* (историю деяний. — И. Т.), так и самые *res gestas* (деяния. — И. Т.), им обозначается как то, что совершилось, так и историческое повествование» [8, с. 58]*. История моделирования как «прошлые деяния» состоялась, но эти деяния не описаны достойным образом. Нарративная история и есть, и нет ее. Она есть в смысле пестрой картины разрозненных рассказов об отдельных случаях и процессах. Ее нет в смысле систематизированного повествования о возникновении и развитии моделей.

Потребность в общей истории моделей

Пока не было представления о моделировании как едином методе, и оно мыслилось как спорадически встречающиеся частные методы, необходимости в общей истории моделей не было. Потребность в ней — продукт бурного процесса расширения сферы применимости моделирования и осознания универсальности метода моделей. Этот процесс длительный, начался он в конце XIX в., интенсивно развернулся в середине XX в. В этот период изменялось

* О значении этого различия в современной методологии истории и роли моделей в историографии см. [9, с. 53—55; 10]

понимание ряда существенных проблем общей гносеологии и, особенно, эпистемологии, в развитии естествознания изменялось понимание предмета и методов.

Одной из причин усиления внимания к общим проблемам моделей были кардинальные изменения в понимании отношения «непосредственного» и «опосредованного» знания. Именно эти слова и смыслы, связанные с ними, вошли в обобщенные понимания и определения моделей, ибо модель — средство получения информации опосредованным путем. Различение «непосредственное—опосредованное» в классической гносеологии приводило к возникновению многих затруднений, но в традиционной науке, образцом которой была классическая механика, рациональность включала в себя в качестве внутренней установки уверенность в том, что научное знание имеет жесткое основание в виде фактов, добываемых в непосредственном опытным познании, фактов, независимых от теории и установок субъекта. Наука представлялась пирамидой, опирающейся на твердый фундамент фактов и их выражений в базисных суждениях. Во второй половине XX в. ситуация резко изменилась: согласно новым представлениям, пирамида как бы поднялась в воздух гипотез и теорий. Бывший фундамент науки (факты и базисные суждения) стали чужды без теоретических интерпретаций, граница между непосредственным и опосредованным стала столь относительной, что возникло требование уточнять ее в каждом конкретном случае с учетом многих условий, в том числе и теоретических установок исследователя. В этом же направлении в методологии истории усилилось внимание к анализу соотношения «внеисточникового знания» исследователя и знания фактов, извлекаемых из источников. Анализ привел к аналогичным выводам: исторические факты невозможны без «внеисточникового» знания исследователя, а последнее концептуально и глубоко теоретизировано [9].

Другой стороной, изменившей общую обстановку, было усиление роли опосредованного познания, связанное с переходом к преимущественному познанию микро- и мегауровней Вселенной. Классическая наука изучала в основном макрообъекты, соизмеримые с человеком, в принципе доступные непосредственному чувственному познанию в обыденном опыте. Неоклассическая наука характеризуется преобладанием углубленного исследования объектов микро- и мегамира, объектов, недоступных непосредственному познанию в классическом смысле. Изменилось и изучение макроуровня: макроявления стали трактоваться на основе знаний о микро- и мегауровнях, полученных сложным опосредованным путем. В целом, в этих условиях опосредование моделями стало доминирующим, господствующим, что и вызвало обостренное усиливающееся внимание к моделям и их истории.

Одну из сторон изменений можно выразить как смещение внимания от проблем частных методов к общим проблемам моделирования, все больше понимаемого как нечто единое и очень перспективное. Этот сдвиг проблем наиболее ярко проявился в широкой дискуссии 60—80-х гг. по общим вопросам моделирования. Обсуждались онтологические предпосылки моделирования, гносеологические и логические основания моделей, сущность моделей и проблема общих определений понятий «модель» и «моделирование», функции моделей и их место среди других общенаучных методов, пределы рациональной применимости и др. Список зарубежных и отечественной литературы, отражающей дискуссию только по общим проблемам моделей, насчитывает сотни наименований диссертаций, монографий, сборников статей, тезисов специальных конференций (библиографию по общим проблемам моделирования см. в [11, с. 161—170; 12; 13, с. 296—299], по моделированию в исследованиях науки — в [14, с. 118—128; 15; 16, с. 270—273]). Вопрос об общей истории специально не обсуждался. Внимание сосредоточено на осмыслении универсальности моделей. Именно осознание этого неизбежно готовит условия понимания многообразия моделей как чего-то единого, имеющего начало в прошлом, прошедшего определенные ступени в своем развитии. В обсуждении основных проблем выявлено наличие многообразия пониманий и определений понятий «модель» и «моделирование», но в целом общим итогом было достижение более высокого уровня единства в понимании универсальности метода моделей. Расхождения остались скорее в «акцентах» на тех или иных сторонах моделей при их понимании и определении. В дальнейшем мы вернемся к содержательному рассмотрению некоторых «акцентов» и порожаемых ими трудностей в историческом исследовании.

В целом вызревание потребности в общей истории моделей осуществляется нормально, в соответствии с известным правилом: «Объектом исторического исследования могут служить лишь явления и факты ... в какой-то степени завершенные в своем развитии» [17, с. 24, см. также: 18, с. 5; 19, с. 33; 20, с. 21—22]. Степень завершенности осознания универсальности высока, а оставшиеся нерешенными вопросы современного понимания моделей еще с большей настоятельностью, чем расширение сферы применения моделирования, требуют обращения именно к общей истории моделей. Бурное расширение сферы применимости моделей и существенные изменения в понимании моделирования в XX в. связаны друг с другом. Именно эти процессы стимулировали вызревание потребности в общей истории моделей.

Исходная метафора и контуры истории

Наиболее адекватным ответом на потребность в общей истории можно считать работу Я. Г. Неуймина «Модели в науке и технике», в которой автор в I главе намечает общую схему истории моделирования с учетом сложившейся разделенности, разрозненности источников и необходимости синтеза в широких синхронных и диахронных пределах на основе целостного обобщенного понимания моделей и моделирования [11, с. 11—36]. Стратегия исследования и схема построения определяются метафорой: широкая река, образовавшаяся слиянием в единое русло разных потоков, имевших ранее самостоятельные истоки и течения. В истории моделей и моделирования автор выделяет «три линии их развития, которые веками существовали, не пересекаясь, и начали осознаваться как нечто единое лишь начиная с последней трети прошлого столетия» [11, с. 13]. Первая линия развития модельных объектов связывается с умением отливать металл в формы, изготовленные по образцам-моделям. Начало этой линии относится примерно к бронзовому веку. Вторая линия — использование моделей при решении архитектурно-строительных задач. Начало этой линии — античная культура. В это же время появляются и первые представления об «идеальных» моделях, что и составляет начало третьей линии развития моделей.

Периодизация включает ранний этап развития моделей с древнейших времен до середины XIX в. (§ 1); далее параллельно рассмотрено развитие материальных, субстратно-подобных и аналоговых (§ 2) и идеальных (§ 3) моделей в XIX—XX вв. Объединяющие идеи последних двух параграфов: бурное развитие математического моделирования, расширение сферы моделирования в науке и технике и осознание универсальности моделей. Все в целом определило черты современного этапа в широком смысле. Возникновение и использование компьютерной техники в моделировании определило новейший период с середины XX в., в котором выделены этапы, соответствующие каждому следующему поколению компьютерной техники и ее программного обеспечения. Таким образом вводятся три разных смысла слова «современный» (с конца XIX в.; с середины XX в.; со времени возникновения последнего поколения ЭВМ). Такой прием известен и результативен, три смысла слова «современный» аналогичным образом использовались многими историками науки при решении задач основной периодизации развития математики, физики, химии (см. об этом подробнее [20, с. 19—21]).

В целом исторический раздел работы Я. Г. Неуймина интересен тем, что здесь не только поставлена проблема создания общей истории моделей, но и предложена стратегия ее построения, определено начало процесса, контурно вычерчены основные этапы развития моделей, наиболее детально прорисован современный этап. В дальнейшем рассмотрении мы не пойдем по пути «но работа имеет и недостатки...». То, что кажется недостатком в историческом разделе работы Я. Г. Неуймина, при анализе, как правило, оказывается современной проблемой, решение которой затруднено, предложения дискуссионны, необходимы дальнейшие обсуждения и более углубленный анализ существа проблемы и ее возможных решений. Именно по этому пути изложения мы и пойдем в дальнейшем. При этом, разумеется, ограничимся некоторыми проблемами, имеющими значение для исторического исследования.

Проблема исторического начала моделирования

Она может решаться успешно лишь при наличии знаний о признаках моделирования, их различных комбинациях в современном значении. Это не означает, что мы призываем к чрезмерному актуализму или крайнему «презентизму». Здесь о другом: без предварительного «внеисточникового» представления о предмете ретроспективный поиск «начала» и «этапов развития» малопродуктивен, а неудачно выбранные признаки приведут к затруднениям.

Одобрав в целом общую схему Я. Г. Неуймина, включающей три потока (в литейном деле, в архитектуре и строительстве и мысленные модели), каждый из которых имел свое начало, сформулируем два вопроса: (1) можно ли считать, что в прошлом существенны только три перечисленных направления? (2) достаточны ли основания считать началом истории моделей бронзовый век (III—II тыс. до н. э.) или античность (I тыс. до н. э. — первая половина I тыс. н. э.)?

Разумеется, необходимы еще исследования, но и сейчас ясно, что, помимо избранных трех направлений, есть и другие, не менее существенные и имеющие более древнее начало. Прежде всего развитие математического знания с древнейших времен до настоящего времени — эта «линия», на наш взгляд, не просто существенна, она имела определяющее значение как в подготовке общих предпосылок моделирования — абстрактного мышления, так и в создании прообразов, а позже и образцов моделирования. Достаточно напомнить: в древнейшие времена *homo sapiens* еще до выработки понятия абстрактного числа овладел нату-

ральным счетом на пальцах, камешках или с помощью «зарубок». Откладывая на каждую сосчитываемую овцу один палец или камешек, древнейший человек по существу строил «вещественную» модель мощности сосчитываемого множества. Он еще не знал абстрактных чисел, правил умозаключений по аналогии, но «рука овец» как результат натурального счета на пальцах означала то же самое, что и «5 овец» для современного человека, осуществившего счет мысленно с помощью абстрактно понимаемых чисел.

Использование счета с помощью эталонных множеств (пальцев, камешков) относится к древнейшим временам. Согласно сохранившимся математическим папирусам, египтяне Среднего царства (XVIII—XII вв. до н. э.) владели десятичной системой абстрактных чисел, умели складывать, вычитать и своеобразно осуществляли процедуры деления и умножения, владели дробными числами. Учитывая медленность, длительность перехода от натурального счета на пальцах к высокому уровню представлений об абстрактных числах и операциях с ними, начало моделей следует отнести на десяток тысяч лет в прошлое. Начало моделей — не бронзовый, а каменный век, вероятнее всего мезолит (XIII—VII тыс. до н. э.). Первые фазы антропогенеза, совпадающие с поздним мезолитом (ранним неолитом V—IV тыс. до н. э.), по археологическим данным характеризуются, наряду со сложными каменными орудиями и глиняной посудой, также различными наскальными изображениями, в числе которых планы пещер, землянок, охотничьих ловушек и т. п. Последние, так же как и результаты натурального счета, удовлетворяют современным представлениям о моделях.

Поиск начала отдельно материального (например, в литейном деле) и отдельно мысленного (например, в античности) приведет к соответствующему результату — к определению начала в этих направлениях. Для общей же истории важнее найти такие существенные «сквозные признаки», которые выступают как предпосылки моделирования, развитие которых в прошлом и привело к началу, к возникновению метода моделей. Согласно современным представлениям, таким признаком является устанавливаемое с помощью абстракций отношение эквивалентности.

«Неосознанные модели»

В дискуссии 60—80-х гг. сама проблема «осознанное-неосознанное» моделирование во всей полноте не была в центре внимания. В специальных исследованиях доконцептуальной (подсознательной) деятельности человека показано, что сама нервная система обладает моделирующими свойствами [21, с. 242—279]*. Наличие «неосознанных моделей» на этом уровне бесспорно, хотя и здесь «неосознанность» требует уточнений. На концептуальном уровне при выяснении теоретических проблем «мысленных моделей» в науке возникло затруднение, которое рассмотрим более детально.

Содержание таких понятий, как «теория», «закон», сложилось раньше понятия «модель» при установках исследователей на непосредственное познание. Исходя из этого, некоторые авторы считают, что «подобное непосредственное исследование на деле означает лишь одно: модель объекта формируется субъектом неосознанно» [11, с. 50]. Аналогичные мысли: «историк науки мыслит моделями, чаще всего не осознавая этого» [3, с. 52]; «исследователь часто не осознает методологических основ процедуры» (в тексте имеется в виду моделирование, см. [1, с. 171]). Сочетание слов «неосознанные модели» неудачно не только потому, что в применении к научному мысленному моделированию оно становится оксюмороном (соединением слов с противоположным смыслом: «горячий лед», «живой труп» и т. п.), но и потому, что это сочетание прикрывает проблему: в какой степени нужно учитывать внутренние сознательные установки и цели исследователя, осуществляющего моделирование? Рассмотрим пример.

В. Гильберт — автор книги «О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле...» (1600 г.) — изучал опытным путем проявления магнетизма различных тел, в том числе и у искусственно созданных шаровых магнитов, которые он называл *землищами*, «терреллами». Опытные данные, полученные на террелле, совпадали с собранными Гильбертом многочисленными сведениями о магнетизме Земли, что и вело к общему представлению об однородности магнитных проявлений, в свете которых Земля — «большой магнит». Автор тщательного комментария и интересной статьи о значении исследований Гильберта А. Г. Калашников утверждает: «Слово «*землища*» (*terrella*), обозначавшее магнитную модель земного шара, стало нарицательным

* Например, в пределах зрительного анализатора при многократном воздействии раздражителя автоматически строится многомерная нераная модель стимула, в которой одновременно регистрируются интенсивность, длительность, пространственное положение, размер, качественная характеристика, а также раздражения, действующие на другие органы чувств (см. [21, с. 278—279]).

именем модели Земли вообще». В тексте неоднократно отмечается: Гильберт «моделирует» на террелле магнетизм Земли (см. [22, с. 343; с. 394 и др.]). Но так ли это?

Сомнение и вопрос возникают в связи со следующим: Гильберт сознательно исходит из установок непосредственного опытного исследования магнетизма у больших и малых тел. Убедительность для Гильберта достигается «посредством истинных доказательств и опытов, прямо воспринимаемых нашими чувствами» [22, с. 8]. И террелла, и Земля рассматриваются им как непосредственные объекты, носители общего свойства — магнетизма: «магнитная мощь существует в Земле, так же как и в землице, которая является частью Земли, однородная с ней по природе...» [22, с. 273]. В описаниях опытов, в чертежах, рисунках, иллюстрирующих воздействия магнитов друг на друга, на магнитную стрелку и др., ясно видно непосредственность наблюдения объекта. Выводы строятся характерным для классической науки способом с помощью обобщающих (генерализирующих) абстракций, результатом применения которых было новое семейство научных понятий: «магнитная ось», «магнитные полюсы», «магнитные меридианы» и др. Слово «модель» в текстах Гильберта не встречается (см. [22, с. 7—10; с. 19—308]*).

Разумеется, историк, исходя из современных представлений, может видеть, например, в каждом чертеже или рисунке Гильберта модель, но из этого не следует, что «Гильберт моделирует».

Абстракция и модель

Абстракции — один из столь существенных признаков моделей, что мысль влечется к отождествлению модели и абстракции. Основанием для этого влечения к отождествлению выступают как свойства абстракций, так и исторический факт: именно абстракции в своем развитии всегда создавали предпосылки для моделирования. Действует как бы принцип экономии интеллектуальной энергии: абстракции и модели проще отождествить, чем различить. Влечения к отождествлению в той или иной степени не избежали почти все сторонники и пропагандисты широких возможностей методов моделирования, в том числе и очень авторитетные.

В статье А. Розенблюта и Н. Винера «Роль моделей в науке» в качестве исходного, определяющего все содержание текста используется следующее утверждение: «Абстракция — это замена рассматриваемой части Вселенной некоторой ее моделью» [1, с. 171]. Проанализировав полезность и ограниченность различных форм научных моделей, наметив пути их создания в движении «вверх или вниз по шкале абстрактности», в заключение авторы пишут: «Мы показали, что научное знание заключается в создании некоторой последовательности моделей» [1, с. 175]. Обратим внимание на важное для нашего рассмотрения отождествление: «абстракция есть модель». В этом же направлении: модель «есть необходимый этап ... каждого познавательного процесса» [11, с. 44]; предмет любого исследования — модель [2, с. 131].

Такая точка зрения достойна восхваления в одном отношении: она возникла в условиях осознания универсальности моделирования и в значительной мере содействовала появлению «модельного видения» предметов исследования, выяснению потенциальных возможностей метода моделей. Оценивая ее в другом аспекте, нельзя не отметить, что утверждение «абстракция и есть модель» порождает многие затруднения, в частности: признав это положение, мы расширим сферу моделей за пределы логических возможностей применения понятия «модель»; потеряется различие между непосредственным и опосредованным. Отождествление абстракции и модели возникают чаще всего из-за отсутствия внимания к различиям между онтологическими предпосылками и гносеологическим аспектом моделей.

Общая тенденция осознания универсальности метода моделей осуществляется не без крайностей, не без перегибов. Чрезмерное расширение сферы применимости моделей на основе отождествления абстракций и моделей — пример издержек. Отмеченная отрицательная тенденция в понимании моделей получила специальное название — «панмоделизм», а ее наиболее «болезненные» проявления — «моделемания». Для этой тенденции характерно столь расширительное понимание моделей, что всякое мышление человека в силу его абстрактного характера оказывается моделированием. Но если всякое знание есть модель, то, согласно таким представлениям, история знаний (в том числе история науки) и есть история моделей. Остается только, например, историю науки переписать, рассмотрев ее через призму

* Употребленное слово «модель» на с. 246 (под чертежом № 68), как оказалось, отсутствует в подлиннике. Подлинник — гравюры и чертежи на дереве, на них нет ни нумерации, ни подписей под ними (см. об этом [22, с. 344]).

современного «модельного видения». Хотя крайности в основном уже преодолены, но опасность отождествления моделей и абстракций еще актуальна.

Моделирование в свете абстракций

Мышление человека связано с языком, формализуется и упорядочивается им и носит абстрактный характер. В моделировании участвует лишь часть специализированных абстракций. Если в виде круга изобразить объем понятия «абстракция», то внутри этого круга окажется меньший круг — объем понятия «модели». В дальнейшем мы уклонимся от попытки дать краткое «свое» общее определение модели. Опыт показывает, что десятки таких выстраданных и вымученных определений при попытке сжать их в одно предложение или тривиальны и не схватывают все родовые и специфицирующие признаки, или избыточны, обнимая более широкий их набор, становятся громоздкими и трудно воспринимаемыми*.

Моделирование условно можно изобразить в процедурно-методологическом аспекте, рассматривая схему усложнения абстракций. За известным пределом усложнения появится система абстракций, изображающая моделирование. Такой вариант, на наш взгляд, интересен для исторического подхода: более простые абстракции возникли раньше, а все описанные до отмеченной выше системы, представляющей моделирование, согласно такому рассмотрению, должны быть отнесены к предпосылкам моделей, сформировавшимся до их возникновения. Из двух основных значений слова «абстракция — мысленная процедура» и «ее результат» для данного рассмотрения важнее первое: «абстракция — мысленная процедура».

Допустим, что мы имеем знания о множестве объектов и полагаем, что наши знания о них и их признаках (свойствах, отношениях, функциях и т. п.) достаточны для того, чтобы различать их и сопоставлять их признаки. Рассмотрим свойства абстракций и их результатов в определенном порядке. Для любой абстракции характерны две стороны: то, что выделяется и превращается в предмет мысленного сосредоточения, и то, от чего отвлекаются при изучении выделенного предмета, что «отбрасывается». Абстракция жестко связана с субъектом, его установкой. Цель субъекта определяет направленность процедуры: сторона, на которой сосредоточивали внимание при одной абстракции, при другой, с изменением цели, может быть устранена из внимания противоположной абстракцией. Абстракции можно «оборачивать», использовать как методологические «переключатели» мысленного внимания. Если в множестве предметов (A, B, C, \dots) отвлечемся от повторяющихся, общих признаков (индивидуализирующая абстракция), каждый предмет предстанет как уникальный, отличный от других. Если отвлечемся от уникализующих признаков и сосредоточим внимание на общих признаках (обобщающая абстракция), то можно получить знание о классе однородных предметов или признаков. После обобщения результат рассматривается как некоторое единство, как отдельный единый предмет. Для фиксации результата потребуются новые понятия, обозначающие классы предметов или их свойств. Например, у Гильберта: «магниты» — класс больших и малых тел, обладающих общим свойством (притягиваться, отталкиваться и т. п.); «магнетизм» — само общее свойство, мыслимое уже как единый предмет исследования. Обобщающие (генерализирующие) абстракции широко применяются в классической и современной науке, их логический аспект хорошо изучен (см. [24]).

Абстракция отождествления осуществляется так же, как и обобщающая, с одним существенным отличием. Изучение выделенных признаков завершается установлением явно фиксированного отношения типа $A = B$, где знак « $=$ » обозначает тождество, равенство, эквивалентность, подобие, аналогичность. Это отношение часто называют отношением эквивалентности.

Отношение эквивалентности ($A = B$) — результат абстракции отождествления. Оно обладает логическими свойствами: рефлексивностью, симметричностью, транзитивностью. В другом аспекте отношение эквивалентности характеризуется как изоморфное отображение, т. е. как взаимоднозначное соответствие элементов и взаимоднозначное соответствие отношений разных предметов. Поскольку в моделировании важны отношения, не удовлетворя-

* Анализ общих определений модели и моделирования см. в работах [10, с. 481—483; 11, с. 37—54; 12, с. 9—56; 23, с. 478—481]. Наиболее интересна работа А. И. Умова [12], в которой рассмотрены 37 вариантов определений моделей современными зарубежными и отечественными авторами, специально проанализированы логические методы унификации понятия «модель» и построено, как полагает автор, «охватывающее» все случаи определение: модель — «система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе» [12, с. 48]. Для сравнения приведем определение Я. Г. Неуймина: «модель в общем смысле (обобщающая модель) есть создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мысленного образа, описания знаковыми средствами либо материальной системы), отражающий свойства, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для задачи, решаемой субъектом» [11, с. 44].

ющие требованиям строгой изоморфности, но приближающиеся к ним, иногда используется понятие «обобщенный изоморфизм» (изоморфизм + отношения, приближающиеся к нему) [12, с. 52]. Обобщенную схему отношений в этом же аспекте можно представить в виде гомоморфно-изоморфных отображений: A гомоморфно A' , B гомоморфно B' , а A' изоморфно B' : при $A = A'$ и $B = B'$ схема вырождается в изоморфизм (см. [25, с. 481—483]).

Модельное отношение. Модель как система абстракций

До сих пор свойства отношения эквивалентности мыслились в некотором онтологическом плане, а именно: эти свойства рассматривались как существующие независимо от субъекта, от того, используется ли отношение эквивалентности в конкретном процессе моделирования или нет. Предметы (A, B, C, \dots) рассматривались в отношениях друг с другом, при отвлечении от свойств каждого из этих предметов, проявляемых в отношениях к субъекту, познающему эти предметы. Отношения между предметами и отношения предметов к субъекту — качественно разные отношения. В познавательной ситуации такие признаки предметов, как доступность непосредственному познанию, степень сложности опосредований, уровень изученности каждого предмета и т. п., приобретают важное значение. Назовем это гносеологическим аспектом.

В этом новом (гносеологическом) ракурсе рассмотрения абстракция отождествления повторяется. Здесь предметы (A', B', C') мыслятся иначе, их признаки — гносеологические свойства, что отмечено знаком «штрих» над буквой. Особенность этой абстракции и в получении результата: хотя она и осуществляется методом отождествления общих признаков с обязательной фиксацией итога в виде уравнивания, но результат в форме $A' = B'$ здесь, в гносеологическом рассмотрении означает: или оба предмета недоступны, или равны степени опосредований, что осложнит выбор модели. Наиболее желательный и чаще встречающийся результат: $A' > B'$, где знак $>$ — неравенство — означает, что A' — более доступный и более удобный для непосредственного с ним оперирования. Если отношение эквивалентности рефлексивно, симметрично, транзитивно, то отношение неравенства ($A' > B'$) — нереклексивно, антисимметрично, транзитивно. В случае $A' = B'$ (равенство гносеологических свойств предметов) субъект выбором модели вносит отношение неравенства, ибо сам выбор

означает превращение одного из предметов в предмет познания другого, что кардинально изменяет гносеологические свойства предметов A' и B' . После выбора модели в любом случае имеем неравенство $A' > B'$ (или $A' < B'$), где выбранная модель выделена знаком превосходства. В целом запись абстракций и их результатов в виде простейшей общей формулы можно выразить как систему равенства и неравенства:

$$\begin{cases} A=B \\ A' > B' \text{ или } A' < B', \end{cases}$$

где фигурная скобка — знак системы

Таким образом, моделирование в процедурно-методологическом плане выглядит как система абстракций, результаты которых состоят в установлении отношения эквивалентности $A = B$, над которым надстраивается модельное отношение типа $A' > B'$ (или $A' < B'$). Абстракции, готовящие предпосылки моделирования и определяющие выбор модели, существенны для общего понимания моделей, их анализ в конкретной ситуации позволит избежать некорректного употребления слов «модель» и «моделирование», что важно при описаниях как современного, так и прошлого развития науки. Анализ системы абстракций позволяет также осветить относительность понятий «модель» и «моделирование», их жесткую зависимость от установок исследователя, от его выбора.



1944 г., командир взвода в 15-м Отдельном зенитно-пржекторном батальоне ПВО Юго-Западного фронта

* * *

Утверждение Гегеля о том, что мышление человека — храм, святыми в котором выступают абстракции, хорошо подходит для завершения рассмотрения общих проблем моделей и их истории. Модель есть система абстракций, каждая из которых участвует в процессе и как процедура и как результат, но из этого не следует, что абстракция и есть модель. Лишь определенным образом организованные абстракции образуют то, что можно назвать моделью, а в процедурном плане — моделированием.

Список литературы

1. Розенблюм А., Винер Н. Роль моделей в науке // Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. Л., 1984. С. 171—175.
2. Пятницын Б. Н. Об активности модельного познания // Творческая природа научного познания. М., 1984.
3. Быков Г. В. Историографические модели // Вопросы истории естествознания и техники. 1980. № 3.
4. Тимофеев И. С. Моделирование как метод историко-научных исследований // Вопросы истории естествознания и техники. 1986. № 2.
5. Тимофеев И. С. Принципы моделирования как средство концептуализации историко-научных исследований // Вопросы истории естествознания и техники. 1987. № 4.
6. Начала Евклида / Пер. с греч. Д. Д. Мордухай-Болтовского. М.-Л., 1948—1950.
7. Адлер Ю. П., Грановский Ю. В., Маркова Е. В. Теория эксперимента: прошлое, настоящее, будущее. М., 1982.
8. Гегель. Философия истории // Соч. Т. VIII. М.-Л., 1935.
9. Topolsky I. Methodology of History. Dordrecht, Boston, 1976.
10. Topolsky I. Prawda i model w historiografii. Lodz, 1982.
11. Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. Л., 1984.
12. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. М., 1971.
13. Штофф В. А. Моделирование и философия. Л., 1966.
14. Яблонский А. И. Модели и методы математического исследования науки. Научно-аналитический обзор. М., 1977.
15. Яблонский А. И. Математические модели в исследованиях науки. М., 1986.
16. Хайтун С. Д. Проблемы количественного анализа науки. М., 1989.
17. Лауэ М. История физики. М., 1956.
18. Фигуровский Н. А. Очерки общей истории химии. М., 1969.
19. Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. М., 1981.
20. Тимофеев И. С. Метод различения «современное-прошлое» и его значение для периодизации развития науки // Вопросы истории естествознания и техники. 1993. № 4.
21. Соколов Е. Н. О моделирующих свойствах нервной системы // Кибернетика. Мышление. Жизнь. М., 1964.
22. Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле, новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов / Пер. с лат. А. И. Доватура. Редакция, статьи и комментарии А. Г. Калашникова. М., 1956.
23. Баженов Л., Бирюков Б., Штофф В. Моделирование // Философская энциклопедия. М., 1964. Т. 3.
24. Горский Д. П. Вопросы абстракции и образования понятий. М., 1961.
25. Гастев Ю. Модель // Философская энциклопедия. М., 1964. Т. 3.
26. Моисеенко Г. Л. Количественные методы в зарубежной исторической науке (историография 70—80 гг.). Научно-аналитический обзор. М., 1988.
27. Никитин Е. П. Методы познания прошлого // Вопросы философии. 1966. № 8.
28. Новоселов М. М. Абстракция и абстрактное в теоретическом познании // Диалектика и современный стиль мышления. Севастополь, 1983.
29. Неуймин Я. Г. О некоторых новых общенаучных понятиях // Вопросы философии. 1979. № 9.
30. Неуймин Я. Г. К истории развития модельных представлений и методов // Вопросы истории естествознания и техники. 1983. № 2.
31. Метод моделирования и некоторые философские проблемы истории и методологии естествознания. Таллин, 1975.
32. Nowell-Smith P. H. The constructionist theory of the past. History and theory. 1977. Vol. 16. № 4. Beiheft 16.
33. Schfer L. Modelle der Wissenschaftsentwicklung // Entwicklung und Selbstverständnis von Wissenschaften. Frankfurt am Main—Bern—New York, 1985.