

Методология историко-научных исследований

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ИСТОРИКО-НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И. С. ТИМОФЕЕВ

Проблеме моделирования в различных сферах деятельности, в том числе в научной и технической, посвящено много исследований. Появились работы, в которых анализируется опыт применения моделирования в исторических науках [8, 11, 28, 29]. Обсуждаются общие возможности применения наукометрических измерений и ЭВМ при изучении развития науки и техники [7, 30]. Проанализированы некоторые философские и методологические проблемы моделирования истории естествознания [4]. В целом внимание к методологическим проблемам моделирования в историко-научных исследованиях усиливается. Между тем еще нет работ, посвященных общему анализу этих проблем.

На наш взгляд, в рассматриваемом комплексе проблем можно выделить три качественно различных аспекта: 1) моделирование как метод историко-научных исследований; 2) влияние общих модельных представлений на повышение концептуального уровня историко-научных исследований; 3) развитие моделирования в прошлом как предмет историко-научных исследований.

В данной статье мы сосредоточим внимание на некоторых проблемах моделирования как метода историко-научных исследований. Многообразие моделей, пределы результативной применимости, типы моделей, наиболее адекватные специфике историко-научных исследований, затруднения в применении моделирования, определяемые сущностью метода и спецификой исторического исследования, — вот вопросы, которые прежде всего требуют внимания. К общей характеристике моделирования и гносеологических функций моделей мы будем обращаться лишь в той степени, в которой это необходимо для анализа отмеченных вопросов.

* * *

Основой метода моделирования является принцип тождества и различия реальных предметов, который позволяет рассматривать при соответствующих абстракциях один предмет как изоморфный или гомоморфный образ другого или других предметов. Сущность моделирования может быть понята, только если мы исходим из активного отношения субъекта к объекту. Ограничившись познавательным аспектом, мы видим, что во всех случаях, когда предмет исследования недоступен непосредственному изучению или по каким-то причинам такое изучение неудобно для субъекта, изучается его образец или заменяющий объект предмет, специально подобранный или построенный с целью получить знание об объекте моделирования. Этот образец или предмет, заменяющий объект, и есть модель, осуществление же всей системы процедур, обеспечивающих в конечном счете такой опосредованный путь получения знаний, и есть моделирование.

Метод моделирования предполагает прежде всего упрощение представлений об объекте с помощью ряда абстракций, идеализирующих реальный объект. При этом многочисленные свойства, связи и отношения объекта сводятся к ограниченному числу важнейших для решения задачи. Иными словами, получаемая в результате такой идеализации модель отображает объект лишь в пределах тех абстракций, которые использованы при ее построении. Для изучения других сторон, свойств и отношений необходимы другие модели. Лишь система взаимодополняющих друг друга моделей может дать относительно полное знание о сложном объекте моделирования.

Универсальная применимость метода моделирования является следствием всеобщности отношений тождества и различия в реальном мире и фундаментальности абстракций и способностей человеческого мышления к отождествлению и различению. В целом моделирование — один из эффективных способов преодоления противоречия между бесконечной сложностью реального мира и ограниченными в данное время возможностями познания. А. Розенблют и Н. Винер в статье «Роль моделей в науке», исходя из этих идей, ими сформулированных, решили вопрос об общих границах реальной рациональной применимости: модели, основанные на отдаленной аналогии, малопродуктивны, а модели, приближающиеся по своим признакам к объекту, вырождаются в объект [26, с. 175]. В дальнейшем речь будет идти в основном о реальной рациональной применимости моделей.

В свете общих идей введем еще одно важное для дальнейшего рассмотрения различие. Может показаться, что трудно отделить модели в историко-научных исследованиях от моделей в историко-технических работах, особенно в случае вещественной реализации модели (реконструкции какого-либо научного прибора и т. п.). Но модель немыслима без цели исследователя, без вопросов, возникших в определенном историческом контексте. С учетом этого обстоятельства различие между историко-научными и историко-техническими моделями становится четким.

Историческая реальность — объект исторических наук — принципиально недоступна непосредственному познанию. И в этом смысле моделирование — по своему существу адекватный способ познания исторической реальности, пределы реальной результативности которого зависят в основном от наличия сведений о прошлых событиях, необходимых для построения эффективных моделей.

Хотя использование метода моделирования в исторических науках встречалось и раньше, но заметное расширение сферы применения этого метода происходит в последние десятилетия. Каких-нибудь 10—15 лет назад проблемы моделирования в исторических науках не привлекали внимания даже на симпозиумах, посвященных квантификации исторических исследований. Сравнивая дискуссии 1967 и 1981 гг. вокруг проблем квантификации истории, Т. К. Рабб (специалист по истории Англии, главный редактор «*Journal of interdisciplinary history*») отметил существенный недостаток обсуждения в 1967 г. — отсутствие специального анализа теоретических моделей и гипотез — упущение, «которое с высоты 80-х годов легко заметить» [8, с. 68].

Как ни сильны внутридисциплинарные мотивы, усиление внимания к моделированию в исторических науках происходит в значительной степени «под давлением» успехов моделирования, особенно после широкого распространения ЭВМ в других науках и под влиянием широко распространяющихся общих модельных представлений, сочетающихся, как правило, с системным и информационным подходами.

Усиление внимания к теоретическим проблемам моделирования в исторических науках в 80-е годы находит многие проявления. В частности, появились обобщающие работы, например И. Д. Ковальченко [8, 11],

Е. Топольского [28, 29], в которых анализируется опыт применения моделей в конкретных исторических исследованиях и выясняются общие теоретические вопросы моделирования в условиях исторических исследований. Моделирование с применением количественных методов получило распространение в экономической истории, социальной и политической истории, в исторической демографии, этнографии и истории образования. Проблемы методологии модельных исследований были в центре внимания советских и американских специалистов на коллоквиумах по квантификации истории в 1979 и 1981 гг. [11].

Вслед за расширением применений этого метода в науковедении (особенно в связи с развитием наукометрии) моделирование чаще стало применяться как метод историко-научных и историко-технических исследований. Рассмотрим несколько типичных примеров применения конкретных методов моделирования в историко-научных и историко-технических исследованиях.

Сохранился портрет (масло, 1632 г.) профессора Тюбенгенского университета Вильгельма Шиккарда (1592—1635). В руке профессора отчетливо изображен прибор. В 1977 г. Лудольф фон Макезен построил по этому рисунку прибор, который оказался упрощенной действующей моделью системы «Солнце — Земля — Луна» [31]. В историю астрономии были внесены изменения: приоритет создания первого коперниканского планетария принадлежит В. Шиккарду, а не Х. Гюйгенсу (1629—1695) или О. Ремеру (1644—1710), как считалось прежде. При этом раскрывается важность использования моделирования как одного из методов анализа иконографических источников [15]. Кроме того, В. Шиккард оставил описание сконструированной и частично построенной им вычислительной машины. Реконструкция и исследование этой машины Францем Гаммером в 1957 г. показало, что В. Шиккард на 20 лет раньше Блеза Паскаля создал механическую вычислительную машину (в 1623 г.). До этого приоритет Блеза Паскаля 300 лет не подвергался сомнению [1].

Известно, что Чарльз Бэббидж (1791—1871) в 1834 г. создал проект и частично построил универсальную цифровую вычислительную машину на механических элементах за столетие до создания универсальных цифровых вычислительных машин. Ада Лавлейс (1815—1852) перевела статью Л. Ф. Менабриа о проекте Бэббиджа на английский язык и снабдила столь существенным комментарием, что ее по праву относят к основателям программирования [1]. Важнейшей заслугой А. Лавлейс было создание первой в мире достаточно сложной программы (вычисление чисел Бернулли) для еще не существующей и не построенной машины Бэббиджа. Проверка корректности программы осуществлена на ЭВМ [24].

Часто возникает необходимость повторить научный эксперимент, осуществленный в прошлом, со всей его технологией по сохранившемуся описанию с целью получения ответа на возникающие вопросы о развитии науки в прошлом. Такой эксперимент выполняет функцию модели. Путешествия Тура Хейердала на «Кон-Тики», «Ра» и «Тигресе», осуществленные с целью получения информации о знаниях в прошлом, по своему существу носили модельный характер.

Примеры моделирования с применением количественных методов и формализованных языков будут рассмотрены в дальнейшем. Многообразие реально осуществляемых и потенциально возможных методов моделирования в историко-научных и историко-технических исследованиях в принципе совпадает с арсеналом методов моделирования, известных современной науке и технике. Разработанные общие классификации моделей в науке и технике в целом применимы к моделям в историко-научных и историко-технических исследованиях. Для общего обозрения многообразия моделей удобны деления на классы: по цели (познавательные,

технологические, кибернетические и др.), по характеру объекта (физические, биологические и т. д.), по способу реализации (материальные, идеальные). Основная классификация может быть дополнена делением моделей по другим признакам: статические — динамические; дискретные — непрерывные; жестко детерминированные — стохастические и др. [21, с. 62, 70]. Более пристального внимания достойны те виды моделирования, которые в большей степени учитывают специфику моделирования в исторических науках вообще, и в историко-научных исследованиях в частности.

В исторических исследованиях важно различать модели, воспроизводящие уникальные, конкретные события и процессы в прошлом («так, как они были»), и модели, воспроизводящие тенденции и процессы в форме, позволяющей имитировать различные возможные, в том числе и реализовавшиеся в прошлом, явления. Первые модели Я. Г. Неймина называет «реконструктивными», а вторые — «ретроспективными». Обобщая опыт применения моделирования в исторических исследованиях, И. Д. Ковальченко в статье «О моделировании исторических явлений и процессов» выделил «отражательно-измерительные» модели, которые воспроизводят реальные, фактически имевшие место в действительности явления и процессы общественной жизни и выступают как измерители, т. е. показатели количественной меры тех или иных свойств и состояний объекта моделирования [11]. Модели, дающие не только новую информацию об объекте моделирования, но и позволяющие имитировать его функционирование, его последующие или возможные состояния, И. Д. Ковальченко называет «имитационно-прогностическими». Результативность моделей поставлена в зависимость от степени учета данных, отражающих реальное состояние исторических объектов моделирования. В связи с этим И. Д. Ковальченко проанализировал ряд неудачных, с его точки зрения, моделей, называя их «имитационно-субъективистскими». В частности, он подверг критике контрфактическую модель американского исследователя Р. Фогеля, построенную с целью ответить на вопрос, в какой мере экономика США могла обойтись без строительства железных дорог, за слишком абстрактную альтернативу и необоснованные выводы.

Если деление моделей на два класса («отражательно-измерительные» и «имитационно-прогностические» у Ковальченко или «реконструктивные» и «ретроспективные» у Неймина) выявляют наиболее важные виды моделей в историческом исследовании, то необходимо сделать еще один шаг: ввести классификацию моделей по такому основанию, которое позволило бы представить сложность объекта и многообразие моделей разного уровня именно в историко-научных исследованиях. Наука — сложный развивающийся объект, включенный в более сложную систему — общество, и может быть отображен моделями, построенными на разном уровне абстракций. Учитывая этот признак — уровень абстракций — можно выделить три качественно различных класса моделей.

1. *Модели развития научного знания.* Здесь абстрагируются от субъекта познания и его включенности в социум, абстрагируются от научного сообщества. Примером результативного применения моделей этого типа могут служить прежде всего развиваемые более 50 лет логические модели структуры аксиоматизированной теории. Высокий уровень строгости построения достигается применением языка теории логического следования. Эти модели раскрывают внутреннюю структуру теории и возможности ее развития в этих качественных пределах. Органичным недостатком этих моделей выступает очень высокий уровень отвлечения от содержания реальных исторически развивающихся естественно-научных теорий, невозможность включить характеристики, определяемые научным сообществом, социальными условиями, в которых оно существует. Это направление стало «традиционным» и приобрело название «стандартного

подхода» [10, с. 86—88]. Этим названием, как правило, удобно отделить относительно давно возникшую традицию от новых тенденций моделирования знания, при котором формализация достигается применением теоретико-множественного аппарата.

Эпистемологические и когнитивно-социологические концепции развития научного знания следует также рассматривать как подкласс частично формализованных моделей [21, с. 64]. Средством формализации здесь выступает естественный язык. Часто отождествляют понятия «концепция» и «модель» ради стилистических удобств. Но в последнее время все больше проявляется необходимость в их различении в связи с тем, что развивается тенденция перерастания концепций, частично формализованных естественным языком (зародыш модели в них есть), в модели высокой степени формализации и строгости. Рассмотрим типичный пример. Парадигмальная концепция Т. Куна выдвинута в 1962 г. и выражена им естественным языком. Во многих отношениях она совершенствуется и уточняется, в том числе самим Куном (см., например, «Дополнение» 1968 г. к работе [13]). В дальнейшем, используя основные идеи концепции Куна, Дж. Сид (1971 г.), В. Штегмюллер (1973 г.) и др. разрабатывают высоко математизированные модели научного знания, основанные на применении формального аппарата теории множеств. Это направление создало новые возможности моделирования научного знания и его развития. В этом направлении разрабатывается два типа моделей. В первом развитие знания рассматривается в «чистом», «бессубъективном» виде, отвлекаясь от каких-либо прагматических аспектов. Этот способ имеет много общего с применением «стандартного подхода», скажем, при попытках интерпретировать некоторые особенности развития знания на языке теории логического следования. И здесь, и там речь идет по сути дела о попытках вычленения некоторой «чистой логики» реального исторического процесса развития знания. При втором способе, напротив, пытаются предложить более «полнокровную» картину развития знания в результате рассмотрения понятий, характеризующих не отношения внутри знания, а отношения знания и субъекта научной деятельности, оценку субъектом используемых им познавательных средств, исходной и полученной информации и т. д. [10, с. 103—104]. Последний способ позволяет в большей мере учитывать задачи исторического исследования.

В связи с необходимостью учитывать вербальные модели сделаем одно общее замечание. Многообразие моделей в существенном аспекте определяется многообразием средств формализации, многообразием языков, использованных при построении моделей: от естественного языка (в конкретных концепциях имеет разную степень логической упорядоченности) до строгих формальных логических и математических языков. При этом желательно помнить, что «все математические (а также иные семиотические системы) представляют собой специализированные ответвления естественного языка» [14, с. 142]. Сам же естественный язык является первой исходной формализацией, хотя и допускает неоднозначность, варибельность, но «ввиду его исключительной разносторонности близок по структуре к любому макроскопическому объекту» [14, с. 143]. Последнее и делает вербальные модели способными учитывать большее количество сторон и свойств сложного объекта. Используя формальный язык, выигрываем в точности, но проигрываем в отображении многих сторон и свойств объекта. Кроме того, «обладающий собственной структурой формальный язык, достаточно хорошо моделируя свой объект, может иметь свои специфические формальные особенности, не отражающие свойства объекта» [14, с. 145].

Внешние характеристики состояния и развития научного знания могут быть выражены моделями, построенными на основе данных, полученных количественными методами. В дальнейшем мы вернемся к этому вопросу.

2. *Модели развития научного сообщества и социального института науки.* Положение о многообразии моделей, различающихся способом формализации (от моделей-концепций, выраженных естественным языком, до моделей, при построении которых использованы формализованные языки), относится и к этому уровню. Более строгие формализованные модели чаще строятся для получения ответов на конкретно поставленные вопросы исследователя: каковы состав, структура, динамика, продуктивность и т. п. научного сообщества в целом или какой-либо его части, выделенной по региональному, дисциплинарному и другим признакам. Ограничивающими объект признаками выступают: «период», «страна», «исследовательский институт», «лаборатория», «научная школа» и т. п. Изучение состояния и динамики коммуникационно-информационного, финансово-экономического и других аспектов науки требует построения и изучения специальных моделей.

В качестве примера моделей, подчиненных конкретным вопросам исследователя, могут служить модели Т. И. Райнова [25, с. 63—80], которые хотя и стали предметом истории, но во многих отношениях типичны и сохранили актуальность. Более 50 лет назад Райнов построил специальные модели, которые позволили подойти к изучению более строгими методами волнообразных флуктуаций творческой активности региональных научных сообществ физиков Англии, Франции и Германии за длительный период (XVIII—XIX вв.). В качестве исходного эмпирического материала использованы критически проанализированные исторические источники, сохранившие количественные данные об открытиях. Сравнительный анализ результатов моделирования привел автора к нетривиальным выводам: «...длинные волны творческой продуктивности в каждой стране имеют период в несколько десятилетий»; «...волны продуктивности в физике Германии и Англии почти синхронны»; «...синхронности нет между волнами Германии и Англии, с одной стороны, и Франции — с другой». Последнее автор склонен объяснять тем, что во Франции последней четверти XVIII в. и первой четверти XIX в. вся культурная жизнь находилась под сильным влиянием Великой буржуазной революции» [25, с. 71—72]. Результаты Райнов опубликовал в 1929 г.

Как сообщает Г. Крёбер [9], недавно результаты Райнова прошли своеобразную проверку. По существу был повторен прием Райнова (или «модели Райнова», как называет Крёбер) с той же целью и на тех же эмпирических данных. Но при этом в качестве модельной функции для изображения «сэкулярного тренда» использовали не параболы, что характерно для модели Райнова, а экспоненциальную функцию». «Мы, — пишет Крёбер, — сконструировали такую модель, опираясь на приведенные Райновым данные из различных областей физики XVIII и XIX вв. во Франции, Великобритании и Германии, и убедились, что результаты лишь незначительно отличаются от полученных Райновым» [9, с. 37]. Отметим, в частности, здесь построена модель модели (модель, описанная Крёбером, — модель модели Райнова). Аналогичная модель используется Крёбером для анализа последовательности продуктивных состояний в истории развития символической логики [9, с. 38—47].

3. *Модели истории отношений типа «наука — общество».* С возникновением и развитием социального института науки она более непосредственно включалась в строй общества, стала подсистемой данного социального строя, сохраняя специфику и своеобразные функции, значение которых для всего общества возрастает. Вполне естественно в этих условиях возникли потребности в специальном изучении истории отношений «наука — общество» как в целом, так и в различных аспектах («наука — производство», «наука — культура» и др.). На этом уровне строятся различные социологические, экономические, культурологические модели, в которые включена наука как элемент более сложной системы. Во многих случаях модели такого типа выражены естественным языком и спе-

циально выработанной терминологией, общепринятой в кругах соответствующих специалистов. Наиболее общие из них, функционируют как разновидности философских или социологических концепций науки, имеющие важное значение в общей ориентации исследователя.

В современных условиях получило распространение создание высокоформализованных глобальных моделей развития человеческого общества с целью прогнозирования ближайшего будущего. В моделях этого типа значительное место уделяется моделированию научно-технического прогресса как одного из факторов развития системы в целом. Рассмотрение этого специального вопроса не входит в задачи данной статьи.

Моделирование с использованием количественных методов составляет особый класс и применяется на всех трех отмеченных выше уровнях.

Установление единиц измерения качественно определенных параметров, воспроизведение их в виде точнейших образцов (эталонов) и разработка методики измерений — вот перечень основных задач современной метрологии. Основные метрологические задачи в отношении к науке выполняет наукометрия, развивающаяся в составе науковедческого комплекса наук. Наукометрия занимается воспроизводимыми измерениями научного сообщества, научной деятельности и ее результатов, а также выявлением количественных закономерностей [30, с. 7]¹. «*Наукометрия* поставляет количественные закономерности и... результаты измерения различных параметров объектов науковедческого анализа. *Математическое моделирование науки*, используя выявленные наукометрией закономерности, описывает результаты измерения математическими зависимостями (моделями). *Теория принятия решений*... ищет значения параметров объектов исследования, оптимизирующие эти объекты в направлении, задаваемом целями данного конкретного исследования» [30, с. 29].

Соглашаясь с общим определением места моделирования в приведенной системе «*наукометрия — математическое моделирование — теория принятия решений*», отметим сомнительность утверждения о том, что именно наукометрия «выявляет» закономерности развития науки, а математическое моделирование использует их. Бесспорно главное: наукометрия готовит исходные данные. «Выявление» или открытие законов развития науки — более сложный процесс, необязательно совпадающий с измерением параметров развития науки и подготовкой данных для построения модели. Скорее нахождения моделирующей функции и ее математической формы и будет «выявлением» закона, а интуитивная догадка о законе может предшествовать и измерениям, и построению модели. Судя по всему, в приведенных ранее примерах построения моделей Т. И. Райнова и Г. Крёбера идея о флуктуациях предшествовала наукометрическим измерениям².

Применение наукометрических измерений и соответствующих моделей в историко-научных целях имеет много общего с науковедением, но имеются и особенности. Остановимся кратко на наиболее важных чертах моделей, построенных на основе результатов наукометрических измерений.

Во-первых, моделирование с применением количественных методов предполагает наличие результатов измерения параметров, выраженных числом (число ученых, количество открытий, журналов, публикаций, цитат, терминов и их сочетаний и т. п.). В науковедческом исследовании предмет — современное научное сообщество и его деятельность — более

¹ Здесь и в дальнейшем мы используем некоторые выводы из монографии С. Д. Хайтуна [30], в которой в основном адекватно отражено современное состояние наукометрии, детально проанализирована результативность различных методов и предложены кардинальные меры по повышению воспроизводимости наукометрических измерений. Основные идеи монографии получили высокую оценку специалистов [2, 20].

² С. 59 данной статьи.

доступен наукометрическим измерениям, чем в историческом исследовании. Науковедческая наукометрия ставит задачу «систематических замеров» объекта [30, с. 218] и в принципе может ее осуществить. В историческом исследовании все зависит от наличия данных (например, о числе ученых, числе публикаций, числе открытий и т. п.) в исторических источниках. При этом чем больше отдалено по времени прошлое, тем меньше достоверных источников. В этой особенности проявляется специфичность исторической реальности: то, что было реальностью в прошлом, в принципе не может быть предметом непосредственного наблюдения и измерения.

Во-вторых, если в науковедении основными являются модели, отображающие закономерные тенденции, которые и выступают как предпосылка и основание прогнозов и предложений оптимизации объекта, то в истории более важными оказываются модели реализованных уникальных событий и процессов. Историки науки воспитаны в духе господствующей традиции, для которой характерно большее тяготение к поиску новых и тщательному содержательному анализу первоисточников, к выявлению уникальности явлений и событий и соответствующему типу объяснений сложившимися ситуациями на предшествующем этапе, чем стремление к выявлению общих тенденций. Конечно, раскрытие законов и общих тенденций является важной задачей исторического исследования, но этим ограничиться нельзя. Если в науковедении, социологии или философии науки учитывают уникальность события и процессов и в конечных результатах отвлекаются от единичного, случайного, несущественного полностью (и без этого нельзя сформулировать закон), то в изложении результатов исторического исследования закономерные тенденции должны получить «плоть и кровь» исторической реальности, должна быть освещена деятельность конкретных ученых в локализованном реальном пространстве и хронологически точно установленном времени. Такое единство общего и единичного, закономерного и уникального выражает традиционное понимание специфики исторических наук и выражает особенности их предмета и методов³. Отмеченные особенности создают своеобразные условия для применения количественных методов и соответствующих приемов моделирования.

В-третьих, приемы наукометрических измерений не могут быть осуществлены без высокого уровня абстракций, без отвлечения от содержания, от уникальности. Сосчитывая количество ученых, публикаций, открытий, цитат и т. п., отвлекаются от индивидуальных особенностей каждого ученого, от содержания публикаций, открытий и цитат и приравнивают каждую сосчитываемую единицу к другой. Т. И. Райнов, отметив вышеперечисленные абстракции как метрологические условия подсчета открытий, пишет: «Нас не должен смущать тот факт, что, исчисляя число открытий, мы рассматриваем каждое открытие за единицу, в то время как в действительности открытия имеют разную ценность... для целей подсчета все открытия одинаково ценны» [25, с. 65]. Выше приведен неполный перечень абстракций, лежащих в основании процедуры счета. Более детальный анализ четырех абстракций, важных для понимания сути процедуры мысленного (знакового) счета и интерпретации ее результата, дан в работе [27, с. 134—142]. Наиболее «сильная» абстракция состоит в отвлечении от многих свойств у сосчитываемого и эталонного множеств только и только мощности множества дискретных элементов [27, с. 135]. Именно применение достаточно сложной системы абстракций позволяет «уравнивание», которое дает возможность осуществить счет и подготовить количественные характеристики для пост-

³ Понимание специфики исторической науки в отмеченном аспекте в своей основе верно и широко распространено в мировом сообществе историков [11, с. 77—78].

роения моделей, а в конечном итоге исследования — «схватить» общее и выразить в статистической форме. Наукометрия выросла из статистики, и «все наукометрические методы имеют статистическую природу» [30, с. 38]. Экспликация абстракций процедур счета важна и для интерпретации общего итога исследования количественными методами: «...все наукометрические оценки носят статистический характер» [30, с. 85].

В-четвертых, наукометрическое измерение — по своему существу всегда косвенное измерение, предполагающее знание зависимости между непосредственно измеряемой величиной, индикатором (например, количеством фиксированных открытий, публикаций, цитат и т. п., выделенных методами «экспертных оценок», критическим анализом исторических источников или еще каким-либо способом), с одной стороны, и с другой — той действительной величиной, значение которой интересует исследователя (например, творческой активностью, действительной научной значимостью определенных идей или работ конкретного ученого или научного направления). Известно, что сама эта зависимость имеет статистический характер и может быть выявлена стохастическими моделями.

В целом общая интенция традиционных исторических и наукометрических методов не совпадает, а направленность основных абстракций, лежащих в фундаменте этих методов, даже противоположна: с одной стороны, отвлечение от уникальности и конкретности событий и процессов в науковедческих исследованиях и сосредоточение внимания на общих статистических характеристиках, с другой — именно уникальность и конкретность становятся столь существенными, что без внимания к ним не может быть исторического исследования. Обычно рекомендуют для разрешения затруднений сочетать содержательные методы, выработанные традиционной историографией науки, и методы наукометрии, выработанные в основном применительно к задачам науковедения. Но при этом надо хорошо уяснить различную направленность этих методов, пределы применимости и смысл, в каком эти разные методы могут результативно дополнять друг друга.

Только тщательный содержательный анализ может выделить и зафиксировать то множество открытий, публикаций, цитат и т. п., результаты подсчета которых станут исходным материалом для построения таблиц, графических изображений, для подбора моделирующей функции или других математических средств моделирования. Успех моделирования во многом предreshается на «стыке» традиционной «содержательной» историографии и наукометрии при отборе изначального материала. Райнов удачно выбрал множества фиксированных открытий в развитии физики XVIII—XIX вв. в Германии, Англии и Франции, обоснованно выделил «ранг» наиболее существенных, полагаясь при этом на авторитетный исторический источник — работу Ф. Ауэрбаха «Исторические этапы физики» [25, с. 66]. И именно это предопределило результативность моделирования. «Новаторство Райнова заключалось в том, что в то время, когда о наукометрии еще не было и речи, он применил их не для выяснения роста объема науки (количества публикаций, числа ученых и т. п.), как это широко стало делаться в 60-е годы, а для анализа развития *содержания* науки, количественного анализа *динамики научных открытий*» [17, с. 87]. В каком смысле результаты количественных методов могут отображать *содержание* научных идей, определено статистической природой примененных Райновым методов.

Если исходные данные для построения моделей отбираются слишком формально, без содержательного историко-научного анализа и должного метрологического обоснования, то моделирование, как бы ни были хорошо продуманы все остальные «шаги» и процедуры в моделировании, в конечном счете выдаст результат, искажающий развитие науки в прошлом. Особая опасность состоит в том, что сам метод при этом в фор-

мальной части выглядит как «новейший», «модный», высокоматематизированный и своей научной видимостью «подтверждает» неадекватные исторической реальности выводы. Поспешное применение моделей вызывает настороженность и оправданный профессиональный консерватизм, имеющий глубокие основания.

Г. В. Быков и Л. Б. Павлова в специальной статье [3] сообщают о работе, проделанной ими с целью проверки некоторых результатов, полученных ранее количественными методами и наукометрическим моделированием. Ими были взяты результаты из работ [5, 19], в которых наукометрическими методами выделены годы максимальной информационной активности ученых. Для А. М. Бутлерова выделен 1874 г.: в этот год появилось 38 его публикаций. Авторы содержательно проанализировали каждую из них, и оказалось, что «из 38 публикаций остается только 2», остальные — это статьи по пчеловодству, краткие заметки и т. п. «Для Бутлерова, — пишут авторы, — пик приходится на 1861 г. и может быть установлен только содержательным анализом». В статье показаны также неточности в таблицах ссылок на основные работы А. М. Бутлерова 1859—1863 гг., построенных по обычной наукометрической методике. В итоге авторы предложили производить подсчет цитат не по публикациям, а по темам, и составили другую таблицу — с тематическим распределением ссылок, таблицу, которую может составить только специалист, хорошо знающий предмет. Количественные методы и соответствующее моделирование могут эффективно применяться в историко-научных исследованиях, как и в других науках, лишь при рациональном сочетании содержательного подхода и той высокой формализации, которую несет с собой моделирование современными приемами. Научиться сочетать содержательный подход и необходимые для моделирования формализованные приемы — не только задача, но и главная трудность, с которой связаны другие. Одна из них — отсутствие у историков специальной подготовки, необходимой для широкого использования количественных методов с применением компьютерной техники.

Наличие многих трудностей объясняет характерное несоответствие между давно сделанными, в основном обоснованными заявлениями о возможности и необходимости широкого использования количественных методов и ЭВМ и теми пока незначительными продвижениями в этом направлении в историко-научных исследованиях. В 1966 г. Г. М. Добров, один из пропагандистов наукометрических методов в истории науки и техники, не без оснований писал: «Как в практическом, так и в теоретическом плане является возможным и необходимым уже сейчас вести обобщающие работы по истории научно-технического прогресса в такой форме, чтобы материалы их могли обрабатываться с использованием современных технических средств» [7, с. 17—18]. Прошло почти 20 лет, но и сейчас эта «необходимость» пребывает в основном в форме «возможности».

Наиболее общие затруднения в расширении возможностей моделирования в историко-научных исследованиях определяются особенностями предмета и недостаточной разработкой специфических методов. Нельзя не считаться с тем, что «в развитии науки имеются такие аспекты, которые или не могут быть предметом количественной обработки, или последней требуется не копирование имеющихся методов, а разработка адекватных для этой цели способов» [18, с. 57]. К этому прибавляются трудности применения метода для анализа развития науки в прошлом. Наукометрия на современном этапе еще мало уделяет внимания учету специфики исторических исследований и в основном обслуживает науковедение, социологию науки и в меньшей степени историко-научные исследования, для которых важна разработка методик, более тонко учитывающих содержательную сторону, уникальность явлений, событий в прошлом развитии науки и техники.

В целом можно отметить большое многообразие реально осуществляемых и потенциально возможных методов моделирования в историко-научных исследованиях. Как и во всех исторических науках, здесь важнейшее значение имеют модели «реконструктивные», воссоздающие события и процессы исторической реальности, и модели «имитационные», воспроизводящие реальные возможности развития, а также позволяющие анализировать контрфактические альтернативы в прошлом развитии науки.

Учитывая особенности объекта, а также абстракций и способов идеализации в историко-научных исследованиях, целесообразно выделить три основных класса моделей, отличающихся прежде всего уровнем идеализации: 1) модели развития научного знания; 2) модели развития научного сообщества и социального института науки; 3) модели типа «наука — общество». Моделирование с применением количественных методов по мере развития наукометрии находит все более широкое применение в основном на 2-м и 3-м уровнях, между тем как испытывает затруднения при применении к анализу развития научных знаний в прошлом, где сложнее учитывать содержательную сторону процесса.

Общие модельные представления существенно повлияли на формирование современных теоретических представлений об исторических источниках и памятниках науки и техники, на понимание предмета и всего комплекса методов историко-научных исследований. Развитие моделирования в науке и технике от их возникновения и до настоящего времени — предмет историко-научных и историко-технических исследований. Одна из задач комплексных исторических исследований — создание общей истории моделей и моделирования. Рассмотрение этих специальных аспектов выходит за пределы данной статьи.

Литература

1. Апокин И. А., Майстров Л. Е., Эдлин И. С. Чарльз Бэббидж. М.: Наука, 1981.
2. Brookes B. C. The Haitian dichotomy and relevance of Brenford's of law.— J. Inform. Sci., 1984, v. 8, p. 19—23.
3. Быков Г. В., Павлова Л. Б. О возможностях и ограничениях применения наукометрических подсчетов в истории науки.— *Вопр. истории естествозн. и техники*, 1985, № 2.
4. Вальт М. Х. О роли моделей возникновения организма в истории трансформизма.— В кн.: *Метод моделирования и некоторые философские проблемы истории и методологии естествознания*. Таллин, 1975.
5. Грановский Ю. В. Наукометрический анализ информационных потоков в химии. М.: Наука, 1980.
6. Горохов В. Г. Методологические проблемы истории и философии науки.— *Вопр. философии*, 1982, № 4.
7. Добров Г. М. История научно-технического прогресса и кибернетики (постановка проблемы).— В кн.: *Применение электронно-вычислительных устройств в исследованиях по истории науки и техники*. М.: Наука, 1966.
8. Ковальченко И. Д. О моделировании исторических явлений и процессов.— *Вопр. истории*, 1978, № 8.
9. Крёбер Г. Фундаментальные открытия и последовательность продуктивных состояний в истории развития символической логики.— *Вопр. истории естествознания и техники*, 1983.
10. Кузнецов В. И., Садовский В. Н. Структуралистский подход к анализу научного знания (обзор).— В кн.: *Материалы к VII Международному конгрессу по логике, методологии и философии науки. Современные зарубежные исследования. Сб. обзоров и рефератов*. М., 1983.
11. Количественные методы в советской и американской историографии. Материалы советско-американского симпозиума в г. Балтиморе, 1979 г. и в г. Таллине, 1981 г. М.: Наука, 1983.
12. Косарева Л. М. Внутренние и внешние факторы развития науки (историографический аспект проблемы). Аналитический обзор. М.: Наука, 1983.
13. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975.
14. Лекомцев Ю. К. Гипотеза и формальный язык описания.— В кн.: *Гипотеза в современной лингвистике*. М.: Наука, 1980.

15. Макашева О. В. Изобразительные памятники науки и техники и их использование в историко-научных работах.— В кн.: Памятники науки и техники. М.: Наука, 1981.
16. Методологические проблемы историко-научных исследований. М.: Наука, 1982.
17. Микулинский С. Р., Ярошевский М. Г. Т. И. Райнов — исследователь науки.— *Вопр. истории естествознания и техники*, 1983, № 4.
18. Микулинский С. Р., Родный Н. И. История науки и науковедение.— В кн.: Очерки истории и теории науки. М.: Наука, 1969.
19. Мутьченко З. М., Грановский Ю. В., Страхов А. Б. О наукометрических характеристиках информационной деятельности ведущих ученых.— В кн.: Проблемы удовлетворения информационных потребностей. М., 1974. (Перепечатка: *Scientometrics*, 1979, v. 1, № 4).
20. Nalimov V. V., Haitun S. D. Naukomety. Sostojanie i perspektivi. M.: Nauka, 1983. 344 p.— In: *Scientometrics*, 1984, № 6, p. 204—205.
21. Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. Л.: Наука, 1984.
22. Неуймин Я. Г. К истории развития модельных представлений и методов.— *Вопр. истории естествознания и техники*, 1983, № 2.
23. Об изучении истории в школе. М., 1937.
24. Петренко А. К., Петренко О. Л. Машины Бэббиджа и возникновение программирования.— В кн.: Историко-математические исследования. Вып. 24. М.: Наука, 1979.
25. Райнов Т. И. Волнообразные флуктуации творческой продуктивности в развитии западноевропейской физики XVIII и XIX веков/Пер. с англ. Катасонова В. Н.— *Вопр. истории естествознания и техники*, 1983, № 2.
26. Розенблют А., Винер Н. Роль моделей в науке.— В кн.: Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. Прил. 1/Пер. с англ. Асеева Ю. А., с. 171—175 (*Phil. Sci.*, 1945, v. 12, № 4).
27. Тимофеев И. С. Методологическое значение категорий «качество» и «количество». М.: Наука, 1972.
28. Topolsky Jerzy. Methodology of history. Dordrecht-Holland, Boston — USA, 1976.
29. Topolsky Jerzy. Prawda i model w historiografii. Lodz: Wydwo Lodzkie, 1982.
30. Хайтун С. Д. Наукометрия. Состояние и перспективы. М.: Наука, 1983.
31. Шефер В. Первый коперниканский планетарий.— В кн.: Историко-астрономические исследования. Вып. XV. М., 1980.

MODELLING AS A METHOD OF HISTORICALLY-SCIENTIFIC RESEARCH

I. S. TIMOFEEV

A general characteristics of the practically used and potentially possible variety of models in the historically-scientific research is given in the article; the types mostly adequate for the specific character of the historical studies of science's development; conditions and limits of their resultative use are analysed; in particular, difficulties in the use of quantative methods in modelling are found out; the difficulties are defined by the sense of the method and by the specific character of historically-scientific studies.