

³ См.: Дышлевый П. С., Найдыш В. М. Материалистическая диалектика и проблема научных революций.— Киев, 1981.

⁴ См.: Принцип дополнителности и материалистическая диалектика, с. 188, 253, 80.

⁵ См.: Prigogine I., Stengers I. Dialog mit der Natur.— München, 1981, s. 51.

⁶ Принцип дополнителности и материалистическая диалектика, с. 219, 222.

⁷ Там же, с. 67.

⁸ См.: Алексеев Н. С. Концепция дополнителности.— М., 1978; Полнер А. Р. Метод дополнителности: Проблема содержания и сферы действия.— М., 1981.

⁹ См.: Физическая теория (философско-методологический анализ).— М., 1980, с. 189.

¹⁰ См.: Принцип соответствия.— М., 1979; H a n c y F. Die Rolle von Korrespondenzprinzipien in der Entwicklung und Entfaltung der theoretischen Physik.— In: Wiss. Zeitschrift der FSU Jena, Ges.— u. Sprachwiss. Reihe, 31 (1982), H. 1.

¹¹ См.: Идеалы и нормы научного исследования.— Минск, 1981.

В. А. УТКЕВИЧ

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДМЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Метод математического моделирования широко применяется в построении и развитии физической теории. Математические модели выполняют различныеgnoseологические функции в этом процессе (это зависит как от специфики того или иного этапа построения физической теории, так и от особенностей самих моделей). Мы ограничимся анализом лишь конструктивной функции математических моделей по формированию предмета физической теории.

Как известно, любая физическая теория изучает некоторую область материальной действительности. На основе принципа неисчерпаемости материи правомерен вывод о невозможности абсолютно полного отображения в научной теории всех свойств и отношений объекта. Путем применения различных методов познания при изучении объекта на каждом этапе развития теории рассматриваются лишь некоторые его свойства и отношения. Сам по себе процесс такого выбора не произволен. «Анализируя познавательную деятельность человека, мы видим, что субъект ее вовсе не фиксирует в сознании любые, в том числе и случайные характеристики объективных явлений. В сознании существует, хотя и постоянно видоизменяется, определенная схема подхода к объекту. Благодаря этому происходит вычленение в объектах более или менее устойчивых характеристик, совокупность которых мы в дальнейшем будем называть предметом исследования¹. Соответственно под предметом теории понимается та совокупность характеристик объекта, которая изучается данной теорией.

Предмет теории не тождествен «фундаментальной теоретической схеме» (или модели), которая представляет собой взаимосвязанное множество абстрактных теоретических объектов и характеризует лишь существенные черты предмета². Таким образом, фундаментальная теоретическая схема имеет меньшую степень общности, чем предмет теории (т. е. включается в него). Любое преобразование этой схемы непременно должно привести к изменению предмета исследования, но не наоборот. Причем, если увеличение или уменьшение объема референтов абстрактных объектов фундаментальной теоретической схемы не всегда отражается на состоянии самих этих объектов, а значит, и схемы, то изменение предмета физической теории происходит при этом всегда.

В свете сказанного становится ясным, что модификация предмета физической теории может идти двумя путями. Первый путь (назовем его экстенсивным)— это перестройка самой теоретической схемы. Второй путь (интенсивный)— это увеличение объема референтов теории (т. е. расширение теории на новую область материальной действительности). Оно может произойти как в результате открытия новых типов физических объектов и их взаимодействий, к которым применимы законы уже существующей теории, так и в результате экстраполяции таких законов на уже известные материальные объекты. В практике научного исследования часто реализуется и третий, комбинированный путь, когда изменение в объеме референтов абстрактных объектов ведет к изменению самого объекта. В принципе, второй путь с неизбежностью, на определенном этапе развития теории, должен перейти в третий (в противном случае никакого изменения референта не произошло). Если в первом случае влияние математических моделей на изменение предмета физической теории непосредственное (актуальное), то во

втором случае оно опосредованное (потенциальное). Но прежде чем охарактеризовать механизм этого влияния, необходимо рассмотреть особенности применения метода математического моделирования в теоретической физике, которые способствуют реализации конструктивной функции математических моделей в формировании предмета физической теории.

Во-первых, ни один объект исследования не обладает только количественной или только качественной характеристикой. Каждый объект представляет собой неразрывное единство количественных и качественных характеристик. Такое взаимопроникновение количества и качества и является основой того, что «математические формулы не только не мешают познавать качество объектов, но в некоторых вопросах являются единственным адекватным способом их выявления»³.

Во-вторых, роль математики в физике не ограничивается только вычислениями, она активно влияет на формирование некоторых физических понятий, без которых невозможно выявление абстрактных теоретических объектов (а значит, и предмета теории).

В-третьих, в любой физической теории отражены объективные закономерности реальной действительности, а «чистая» математика связана с математическими структурами, которые не всегда имеют прообраз в материальном мире. Связь же математики с физикой (а посредством этой связи и влияние на предмет физической теории) осуществляют математические модели таким образом, что величины, входящие в эти модели, получают определенный физический смысл.

В-четвертых, процесс фиксирования качественных характеристик объекта теории определяется не только свойствами референта, но и свойствами применяемого аппарата. Поскольку физика фиксирует эти характеристики в виде математических моделей объектов, постольку сам процесс зависит от данных моделей. Зависимость здесь выражается как в том, что эти характеристики в различных математических моделях не будут тождественны (а следовательно, изменение модели приведет к изменению предмета теории), так и в том, что сам уровень развития математики предопределяет возможности математического моделирования, а значит, и формирования предмета физической теории.

И, наконец, в-пятых, процесс математического моделирования необходимо рассматривать как двухэтапный. Первый этап — это установление соответствия между объектом исследования и его предметом, т. е. выделение в объекте некоторых существенных характеристик, а второй — установление соответствия между предметом исследования и его математической моделью. «Что касается второго соответствия, то, поскольку речь идет о системах существенным образом конечных (хотя, быть может, и очень больших), на которых определены конечные же наборы свойств и отношений, то здесь в принципе можно (а в некотором смысле и должно) рассчитывать на «абсолютный» (относительно всех этих свойств и отношений) изоморфизм. Более того, такой изоморфизм (адекватность описания мира) в сущности и является целью каждой естественнонаучной теории»⁴. Для сохранения данного изоморфизма необходимо не только обусловленность математических моделей предметом физической теории, но и обратное.

Итак, существует возможность многообразного влияния математических моделей на формирование предмета физической теории. Для раскрытия механизма этого влияния целесообразно исследовать связь его с генезисом физической теории. Рассмотрим этот механизм на примере развития специальной и общей теории относительности — СТО и ОТО. Конечно, создание СТО и ОТО не начиналось с анализа математического аппарата классической механики. Прежде чем браться за математические модели и уравнения, Эйнштейн изучал новые опытные данные, размышлял о сущности физических явлений. Но, несомненно, что глубокий анализ некоторых свойств уравнений (математических моделей) классической механики и электродинамики также оказал влияние на создание СТО и ОТО, на формирование предмета этих теорий. Так, например, уравнения классической механики допускали существование привилегированных систем отсчета, а также были несимметричными относительно временных и пространственных компонент. Электродинамика Максвелла также давала различные результаты при применении ее к движущимся телам (например, движение постоянного магнита вокруг проводника с током неравносторонне движению проводника с током вокруг магнита). Стремление преодолеть эти недостатки математических моделей в классической механике и электродинамике привело Эйнштейна к предположению: «Не только в механике, но и в

электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя и даже, более того... для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы...»⁵ Это предположение («принцип относительности») в соединении с постулатом о том, что свет всегда распространяется с конечной скоростью, которая не зависит от скорости источника излучения, и легло в основу СТО.

Введение новой группы преобразований взамен старой галилеевской потребовало включения в СТО, в ее фундаментальную теоретическую схему, нового объекта (четырёхмерного пространственно-временного континуума) таким образом, что группа преобразований Эйнштейна — Лоренца — Пуанкаре делала инвариантной четырёхмерную квадратичную форму — три пространственные и временную компоненты этого объекта. Введённый в теоретическую схему СТО новый объект (т. е. главная составляющая предмета СТО) оказался пространством псевдоевклидовой геометрии Минковского, а следовательно, математическая модель этого объекта создавалась не просто средствами какой-то математической теории, а сама эта теория (геометрия Минковского) стала моделью объекта. Необходимо подчеркнуть, что если ньютоновское абсолютное пространство и время влияли на формирование предмета классической механики косвенным образом, являясь как бы фоном для развёртывания материальных взаимодействий, то пространственно-временной континуум Минковского становится основной частью предмета СТО.

В общей теории относительности группа преобразований СТО расширяется «...до группы всех преобразований координат. Но это оказывается возможным благодаря тому, что в теорию вводится новая физическая действительность, а именно — гравитационное поле. Это поле выступает в теории в виде десяти функций пространства-времени, которые в качестве коэффициентов инвариантной квадратичной формы метрики преобразуются соответствующим образом при общих преобразованиях координат»⁶.

Таким образом, предпосылки создания СТО и ОТО сходны в том, что и здесь проявилась неудовлетворённость Эйнштейна уравнениями старой теории, которая привела к использованию новых физических реальностей, оказавшихся равноценными относительно любой системы отсчёта.

Как видно на примере становления СТО и ОТО, математические модели формировали предмет современной физической теории двумя способами. Косвенно на этот процесс оказывали влияние математические модели старых теорий; и это влияние реализовалось путем введения (методом математической гипотезы) новых математических моделей и новых физических реальностей в фундаментальную теоретическую схему: пространственно-временной континуум, гравитационное поле и т. д.

Отмеченные черты формирования предмета физической теории раскрывают этот процесс не полностью. Математические модели не являются единственными компонентами, участвующими в формировании предмета теории. Но будучи взятыми не изолированно, а в соотношении с конкретно-содержательными моделями, они становятся одним из определяющих факторов этого процесса.

¹ Зотов А. Ф. Структура научного мышления. — М., 1973, с. 18.

² См.: Степин В. С. Становление научной теории. — Минск, 1976, с. 30.

³ Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. — М., 1969, с. 203.

⁴ Гастев Ю. А. Гомоморфизмы и модели. — М., 1965, с. 30.

⁵ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М., 1965, т. 1, с. 7.

⁶ Паули В. Физические очерки. — М., 1975, с. 25.

В. С. ЩУР

БОРЬБА КАРТЕЗИАНЦЕВ И НЬЮТОНИАНЦЕВ ВО ФРАНЦИИ КОНЦА XVII — XVIII ВЕКОВ (ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ)

Известно, что прогресс научного знания осуществляется в борьбе сторонников различных гипотез, теорий, различных картин мира, порой диаметрально противоположных. Характерным примером в истории естествознания является борьба между картезианцами и ньютонианцами во французской науке.