
ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вакджира Мергия Балча

Кафедра высшей математики
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117198

В статье дан обзор литературы по проблеме математического моделирования как важнейшего и универсального инструмента современной науки, который широко и успешно применяется сегодня в естествознании и инженерно-технических разработках. Элементы математического моделирования использовались с самого начала появления точных наук, а также что методология математического моделирования является интеллектуальным ядром развития самых разных направлений науки.

Ключевые слова: модель, математическое моделирование, Исследование математической модели, методология и методы познания.

Математическое моделирование — важнейший и универсальный инструмент современной науки, который широко и успешно применяется сегодня в естествознании и инженерно-технических разработках. Математическое моделирование является одной из областей математической науки, но можно дать более широкое определение этого раздела математики.

Математическое моделирование является методологией познания окружающей нас действительности, когда изучаемый процесс (объект, явление) заменяется его математической моделью — замкнутой системой уравнений, начальных, граничных и иных условий, которые представляют его свойства в виде определяющих соотношений, и требуемые характеристические функции процесса находят математическими методами [5].

Понятие «модель» (от латинского *modus, modulus* мера, образ, способ) возникло из потребностей практики еще в античные времена. Так, в Древнем Египте Нил постоянно смывал границы расположенных вдоль него участков земли, поэтому египтянам постоянно приходилось заново измерять и размечать границы этих участков. Подобную задачу приходилось решать и наследникам богатого землевладельца, делящим между собой земельный участок, доставшийся им в наследство. Необходимость решения подобных житейских проблем привела к тому, что древними геометрами были выделены такие абстрактные понятия, как «плохая фигура», «площадь плоской фигуры», «равновеликие фигуры» и т.п., что позволило им решать проблемы раздела земли, не выходя из своего дома. Представленная житейская проблема и ее решение через постановку математической задачи (разделить на равные части некоторую плоскую фигуру) является одним из древнейших примеров модельных исследований. В этом случае плоская фигура выступала в качестве модели требующего раздела участка земли [2].

Элементы математического моделирования использовались с самого начала появления точных наук, и не случайно, что некоторые методы носят имена таких корифеев науки, как Ньютон и Эйлер, а слово «алгоритм» происходит от имени средневекового арабского ученого Аль-Хорезми. Второе «рождение» этой методологии пришлось на конец 40-х — начало 50-х гг. XX в. и было обусловлено по крайней мере двумя причинами. Первая из них — появление ЭВМ (компьютеров), хотя скромных по нынешним меркам, но тем не менее избавившим ученых от огромной по объему рутинной вычислительной работы; вторая — беспрецедентный социальный заказ — выполнение национальных программ СССР и США по созданию ракетно-ядерного щита, которые не могли быть реализованы традиционными методами. Математическое моделирование справилось с этой задачей: ядерные взрывы и полеты ракет и спутников были предварительно «испытаны» в недрах ЭВМ с помощью математических моделей и лишь затем осуществлены на практике. Этот успех во многом определил дальнейшие достижения методологии, без применения которой в развитых странах ни один крупномасштабный технологический, экологический или экономический проект всерьез не рассматривается (сказанное справедливо и по отношению к некоторым социально-политическим проектам) [7].

Сейчас математическое моделирование вступает в третий принципиально важный этап своего развития, «встраиваясь» в структуры так называемого информационного общества. Впечатляющий прогресс средств переработки, передачи и хранения информации отвечает мировым тенденциями к усложнению и взаимному проникновению различных сфер человеческой деятельности. Без владения информационными «ресурсами» нельзя и думать о решении все более укрупняющихся и все более разнообразных проблем, стоящих перед мировым сообществом. Однако информация как таковая зачастую мало что дает для анализа и прогноза, для принятия решений и контроля за их исполнением. Нужны надежные способы переработки информационного «сырья» в готовый «продукт», т.е. точное знание. История методологии математического моделирования убеждает: она может и должна быть интеллектуальным ядром информационных технологий, всего процесса информатизации общества.

Исследование математической модели позволяет объяснить наблюдаемое явление, процесс или поведение объекта, а в нередких случаях и дать прогноз развития событий, получить рекомендации по управлению происходящим.

Математическое моделирование, как правило, включает в себя три основных этапа: построение математической модели изучаемого объекта окружающей действительности, внутримодельное исследование, интерпретация результатов внутримодельного исследования и их оценка.

Невозможно представить себе современную науку без широкого применения математического моделирования. Сущность этой методологии состоит в замене исходного объекта его «образом» — математической моделью — и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логи-

ческих алгоритмов. Этот «третий метод» познания, конструирования, проектирования сочетает в себе многие достоинства как теории, так и эксперимента [7]. Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью дает возможность безболезненно, относительно быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых мыслимых ситуациях (преимущества теории). В то же время вычислительные (компьютерные, симуляционные, имитационные) эксперименты с моделями объектов позволяют, опираясь на мощь современных вычислительных методов и технических инструментов информатики, подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте, недоступной чисто теоретическим подходам (преимущества эксперимента). Неудивительно, что методология математического моделирования бурно развивается, охватывая все новые сферы — от разработки технических систем и управления ими до анализа сложнейших экономических и социальных процессов.

Известными из школьного курса математики математическими моделями окружающей действительности являются: линейные уравнения (как модели движения с постоянной скоростью, работы постоянной силы, индивидуального спроса или предложения и др.), функциональные зависимости (квадратичная функция как модель равно ускоренного движения, зависимость переменных издержек от объема выпуска продукции и др.), таблицы (как модели вариационного ряда, баланса за отчетный период), графы (как модель туристического маршрута, синтаксического строения предложения), схемы (как модель электрической цепи, строения молекулы), геометрические построения (как модель определения расстояния на местности, геодезических сетей), логико-математические высказывания (как модель релейно-контактных схем, логического операционного узла) и др. [2].

Методология математики исследует математическое знание с более общих позиций. Это учение о закономерностях математического творчества, т.е. учение о методах поиска новых идей, новых теорем и их доказательств. В этом качестве методология математики смыкается с психологией познания и с эвристикой. Ее цель в этом случае состоит в выделении норм научного мышления, осмыслении и выделении общих принципов математического познания, а также в выделении взаимоотношений между эвристическими, эмпирическими и рационально-логическими факторами математической деятельности [1].

С точки зрения методологии математическое моделирование не подменяет собой математику, физику, биологию и другие научные дисциплины, не конкурирует с ними. Наоборот, трудно переоценить его синтезирующую роль. Оно дает новые дополнительные стимулы развития самым разным направлениям науки [3].

Моделирование присутствует почти во всех видах творческой активности людей различных «специальностей» — исследователей и предпринимателей, политиков и военачальников. Привнесение в эти сферы точного знания помогает ограничить интуитивное умозрительное «моделирование», расширяет поле приложений рациональных методов. Конечно же, математическое моделирование плодотворно лишь при выполнении хорошо известных математических специ-

альных требований: четкая формулировка основных понятий и предположений, апостериорный анализ адекватности используемых моделей, гарантированная точность вычислительных алгоритмов и т.д.

Понятия «математическая модель» и «моделирование» широко используются в науке и на производстве. Роль знаковых моделей особенно возросла с расширением масштабов применения информационно-коммуникационных технологий при построении знаковых моделей. Современная форма «материальной реализации» знакового (прежде всего, математического) моделирования — это моделирование на цифровых электронных вычислительных машинах, универсальных и специализированных [4].

С математическими моделями тесно связан математический метод познания отображаемых моделью объектов — метод математического моделирования.

Соотношение между элементами a , b и c , выражаемое формулой $a + b = c$ — это математическая модель. Она изоморфно отображает операцию объединения двух «куч камней» с их числами a и b в общую «кучу камней», которых окажется $c = a + b$. В этом смысле операция сложения изоморфна этому слиянию [6].

Этот пример поясняет общий математический метод познания. Он состоит в построении для объекта, процесса или явления изоморфной математической модели, изучение этой математической модели и перенос в силу изоморфизма результатов, полученных для модели, на исходный объект. Другими словами, метод математического моделирования заключается в том, что для исследования какого-либо объекта выбирают или строят другой объект, в каком-то отношении подобный исследуемому. Построенный или выбранный объект изучают и с его помощью решают исследуемые задачи, а затем результаты решения этих задач переносят на первоначальное явление или объект.

Для моделирования привлекаются различные математические объекты: числовые формулы, числовые таблицы, буквенные формулы, функции, уравнения алгебраические или дифференциальные и их системы, неравенства, системы неравенств (а также неравенств и уравнений), ряды, геометрические фигуры, разнообразные графо-схемы, диаграммы Венна.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Амосов Н.М. Моделирование мышления и психики. — М.: Наука, 1965.
- [2] Вазюин В.А. Логика истории. Вопросы теории и методологии. — М.: Изд-во Московского ун-та, 1988.
- [3] Какх Ю.Ю. О применении метода моделирования в исторических исследованиях // Современные проблемы философии и истории: Тезисы докладов Межвузовской научной конференции. — Тарту, 1979.
- [4] Гетманова А.Д. Логика: учебник для педагогических учебных заведений. — М.: ИКФ Омега; СПб.: Высшая школа, 2002.
- [5] Слатенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Академия, 2002.

- [6] *Устенко А.С.* Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем. — М.: Просвещение, 2000.
- [7] *Форкунова Л.В., Шабанова М.В.* Ученическое модельное исследование: от замысла до воплощения. Учебно-методическая разработка. — Архангельск: Поморский университет, 2010.

HISTORICAL ASPECT OF MATHEMATICAL MODELLING

Wakjira Mergia Balcha

Chair of Higher Mathematics
Peoples' Friendship university of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Mathematical modeling is the most important and versatile tool of modern science, which is widely and successfully used today in science and engineering developments. The elements of mathematical modeling have been used since the very beginning of emergence of the exact sciences. The methodology of mathematical modeling is an intellectual core of the development of various directions in science.

Key words: model, mathematical modeling, research of mathematical model, methodology and knowledge methods.