

Рудяк М.В., к.ф.м.н., доцент

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКИ И ПРОИЗВОДСТВА

В современном мире невозможно представить себе науку и научно-технический прогресс без широкого применения *математического моделирования*, в частности, экономику и производство - без *экономико-математического моделирования*. Сущность этой методологии состоит в замене исходного объекта его «образом» - *математической моделью*, которая представляет собой приближённое описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики, - и в дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Этот метод познания, конструирования, проектирования сочетает в себе многие достоинства, как теории, так и эксперимента. 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, имитационные и др.) 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). Поэтому 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.

Элементы математического моделирования использовались с самого начала появления точных наук. Второе «рождение» этой методологии пришлось на конец 40-х - начало 50-х годов XX века и было обусловлено, по крайней мере, двумя причинами. 1) Появление ЭВМ (компьютеров), которые избавили учёных от огромной по объёму рутинной вычислительной работы. 2) 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 полёты

ракет и спутников были предварительно «осуществлены» в недрах ЭВМ с помощью математических моделей и лишь затем были претворены на практике. Этот успех во многом определил дальнейшие достижения методологии, без применения которой в развитых странах ни один крупномасштабный технологический, экологический, *экономический* или социально-политический проект теперь всерьёз не рассматривается.

Сейчас математическое моделирование вступает в третий, принципиально важный этап своего развития, «встраиваясь» в структуры *информационного общества*. История методологии убеждает: она может и должна быть *интеллектуальным ядром* информационных технологий, всего процесса информатизации общества.

Технические, экологические, *экономические* и иные системы, изучаемые современной наукой, больше не поддаются исследованию (в нужной полноте и точности) обычными теоретическими методами. Прямой натуральный эксперимент над ними дорог, часто либо опасен, либо попросту невозможен, так как многие из этих систем существуют в «единственном экземпляре». Цена ошибок и просчётов в обращении с ними недопустимо высока. Поэтому *математическое (шире - информационное) моделирование является неизбежной составляющей научно-технического прогресса*.

Сама постановка вопроса о математическом моделировании какого-либо объекта порождает чёткий план действий. Его условно можно условно разбить на три этапа: *модель - алгоритм - программа*.

На *первом этапе* выбирается (или строится) «эквивалент» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства - законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям и т.д. Математическая модель (или её фрагменты) исследуется теоретическими методами, что позволяет получить важные предварительные знания об объекте. Это самая трудная стадия моделирования.

Второй этап - выбор (или разработка) алгоритма для реализации модели на компьютере. Модель представляется в форме, удобной для применения численных методов, определяется последовательность вычислительных и логических операций, которые нужно произвести, чтобы найти искомые величины с заданной точностью. Вычислительные алгоритмы не должны искажать основные свойства модели и, следовательно, исходного объекта, быть экономичными и адаптирующимися к особенностям решаемых задач и используемых компьютеров.

На *третьем этапе* создаются программы, «переводящие» модель и алгоритмы на доступный компьютеру язык, то есть производится процесс программирования и трансляции. К ним также предъявляются требования экономичности и адаптивности. Их можно назвать «электронным» эквивалентом изучаемого объекта, уже пригодным для непосредственного испытания на компьютере.

Таким образом, создав *триаду* «модель - алгоритм - программа», исследователь получает в руки универсальный, гибкий и недорогой инструмент, который вначале отлаживается, тестируется в «пробных» вычислительных экспериментах. После того как *адекватность* (достаточное соответствие) триады исходному объекту удостоверена, с моделью проводятся разнообразные и подробные «опыты», дающие все требуемые качественные и количественные свойства и характеристики объекта. Процесс моделирования сопровождается улучшением и уточнением, по мере необходимости, всех звеньев триады. При этом приходится иногда произво-

дить модификацию самой модели с целью либо её усложнения, чтобы она была более адекватной действительности, либо её упрощения ради достижения практически приемлемого решения. Выбор типа математической модели является важнейшим моментом, определяющим направление всего исследования. Обычно последовательно строится несколько моделей. Сравнение результатов их исследования с реальностью позволяет установить наилучшую из них.

Так как здесь речь идёт о прикладных математических моделях, в реализации которых используются компьютеры, то на современном этапе такое моделирование называют *компьютерным математическим моделированием*. При этом *компьютерное математическое и компьютерное информационное моделирование* внутри *информатики* могут рассматриваться как её составные части. Компьютерное математическое моделирование связано с информатикой технологически, так как использование компьютеров и соответствующих технологий обработки информации стало неотъемлемой и необходимой стороной работы исследователя.

Будучи методологией, математическое моделирование не подменяет собой различные научные дисциплины и не конкурирует с ними. Наоборот, трудно переоценить его синтезирующую роль. Создание и применение триады невозможно без опоры на самые разные методы и подходы - от качественного анализа нелинейных моделей до современных языков программирования. Оно даёт дополнительные стимулы самым разным направлениям науки.

Рассматривая вопрос шире, отметим, что моделирование присутствует почти во всех видах творческой активности людей различных специальностей - исследователей и предпринимателей, политиков и военачальников и т.д. Привнесение в эти сферы точного знания помогает ограничить интуитивное умозрительное «моделирование», расширяет поле приложения рациональных методов. Конечно же, математическое моделирование плодотворно лишь при выполнении хорошо известных профессиональных требований: чёткая формулировка основных понятий и предположений, анализ адекватности используемых моделей, гарантированная точность вычислительных алгоритмов и т.д.

Решая проблемы информационного общества, было бы наивно уповать только на мощь компьютеров и иных средств информатики. Постоянное совершенствование триады математического моделирования и её внедрение в современные информационно-моделирующие системы - это *методологический императив*.

Решение практических задач математическими методами последовательно осуществляется путём математической формулировки задачи, то есть разработки *математической модели*, которая представляет собой систему математических соотношений - формул, функций, уравнений, систем уравнений, описывающих те или иные стороны изучаемого объекта, явления, процесса, - а также выбора метода проведения исследования полученной математической модели, анализа полученного математического результата. Основная цель моделирования - исследовать явления или объекты и предсказать результаты будущих наблюдений. Однако моделирование - это ещё и метод познания окружающего мира, дающий возможность управлять им.