



МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ

Авторы: А. П. Михайлов, Б. Н. Четверушкин

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, замена исходного объекта его математич. моделью и дальнейшее изучение модели на компьютерах с помощью вычислительных алгоритмов. Наряду с теорией и экспериментом, М. м. служит одним из осн. средств познания и прогнозирования, проектирования и конструирования. М. м. интенсивно развивается и охватывает всё новые сферы – от разработки технич. систем и управления ими до анализа сложных природных, экономич. и социальных процессов (см., напр., [Моделирование](#) в экономике). Быстрое развитие и активное применение М. м. обусловлено соединением в нём мн. достоинств как теоретич., так и эксперим. методов. Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью даёт возможность относительно быстро, с небольшими затратами и без вмешательства в объект (явление, процесс) исследовать его в любых возможных ситуациях. С др. стороны, [вычислительный эксперимент](#) позволяет изучать объекты с полнотой, часто недоступной теоретич. подходам. В силу этого М. м. представляет собой универсальную междисциплинарную методологию, синтезирующую достижения самых разных наук и дающую дополнит. стимулы их развитию.

М. м. состоит в последовательной реализации триады «модель – алгоритм – программа».

На 1-м этапе строится модель объекта, выражающая в математич. форме важнейшие его свойства и связи, присущие составляющим его частям, зависимости между величинами, описывающими его поведение. Математич. модель или её фрагменты исследуются всеми доступными теоретич. методами с целью получения предварит. знаний об объекте. Методы построения моделей основываются на использовании фундам. законов природы, вариационных принципов, на применении иерархич. подходов, т. е. на переходе от элементарных моделей к сложным (путь «от частного – к общему»), либо на декомпозиции сложных моделей (путь «от общего – к частному»). Используются также результаты наблюдений за объектом, эвристич. гипотезы, описывающие поведение объекта. Гл. требование к моделям – их адекватность, т. е. их соответствие наиболее важным свойствам объекта.

Модели условно делятся на 3 класса – традиционные, или собственно математические, модели и имитационные (симуляционные) модели, которые основываются, напр., на математич. описании взаимодействия между элементами, составляющими объект; третий класс – смешанные модели, сочетающие в себе элементы первых двух классов. Модели подразделяются также на статические и динамические, стационарные и нестационарные, линейные и нелинейные, детерминированные и вероятностные, одномерные и многомерные, оптимизационные и управленческие и пр.

На 2-м этапе М. м. разрабатывается алгоритм, позволяющий реализовать модель на компьютере. Такие алгоритмы зачастую строятся как дискретные аналоги исходных моделей и должны быть адекватны им. Их построение открывает возможность для проведения вычислений. Вычислит. алгоритмы должны быть устойчивыми, точными и экономичными, а также соответствовать специфике архитектуры совр.

компьютеров.

На 3-м этапе создаётся программа (комплексы программ, пакеты программ), служащая «электронным» аналогом исходного объекта, с которым проводятся вычислит. эксперименты на компьютере, дающие полную и подробную картину поведения объекта в разл. ситуациях.

Иногда эффективному применению методологии М. м. препятствуют невозможность построить адекватную модель объекта (недостаток знаний о нём, особенно в гуманитарных науках, отсутствие соответствующих физич., экономич., социологических и пр. данных), сложность алгоритмизации моделей, недостаточные мощности компьютеров для проведения некоторых видов сверхсложных вычислений.

Появление новейших высокопроизводительных вычислит. средств и технологий создания эффективных территориально-распределённых гетерогенных (т. е. объединяющих компьютеры с самыми разл. аппаратными и программными системами) сетей (т. н. GRID-технологий) открывает новые перспективы для М. м., для реализации всё более сложных математич. моделей, адекватно описывающих всё более сложные реальные процессы. Это, в свою очередь, является мощным стимулом для развития индустрии, ориентированной на создание пакетов прикладных программ.

Развитие М. м. в нашей стране началось с трудов М. В. [Келдыша](#), А. Н. [Тихонова](#), А. А. [Дородницына](#). Наиболее полно концепция М. м., включая триаду «модель – алгоритм – программа», обоснована в работах А. А. [Самарского](#) и его науч. школы. Большой вклад в М. м. внесли О. М. [Белоцерковский](#), С. К. [Годунов](#), П. С. [Краснощёков](#), Г. И. [Марчук](#), Н. Н. [Моисеев](#), А. А. [Петров](#), В. А. [Садовничий](#) и др. отеч. учёные.

Литература

Лит.: Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М., 1981; Дородницын А. А. Информатика: предмет и задачи // Кибернетика. Становление информатики. М., 1986; Краснощёков П. С., Петров А. А. Принципы построения моделей. 2-е изд. М., 2000; Четверушкин Б. Н. Высокопроизводительные многопроцессорные вычислительные системы: проблемы использования и подготовки кадров // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 9; Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование в информационную эпоху // Там же. 2004. Т. 74. № 9; они же. Математическое моделирование. Идеи, методы, примеры. М., 2005; Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. 4-е изд. СПб., 2009.