

Лекция 1 Введение. Классификация методов моделирования

Применяемые в науке, технике и экономике модели можно разбить на два типа: физические и математические. Под физическим моделированием понимают воспроизведение изучаемого процесса с сохранением его физической природы. Следовательно, физическая модель представляет собой некоторую реальную систему, которая отличается от моделируемой системы размерами и другими параметрами, но при этом сохраняет важные для исследования свойства оригинала. Приведем несколько примеров физических моделей. Модели солнечной системы, установленные в планетариях, наглядно демонстрируют смену времен года, лунные и солнечные затмения и другие астрономические явления. Лабораторная установка для получения некоторого продукта может рассматриваться как модель промышленного производства этого продукта. Отдельное предприятие, поставленное в особые экономические условия, можно рассматривать как модель, служащую для проверки каких-либо предложений в области планирования и управления. Физические модели обычно очень конкретны и специфичны, дают надежные и наглядные результаты. Однако физическими моделями трудно манипулировать в экспериментальных целях, они сложны и достаточно дороги и, следовательно, имеют ограниченную сферу применения. Более широкими возможностями обладает математическое моделирование. Под математическим моделированием понимают способ исследования различных процессов путем изучения явлений, имеющих различное физическое содержание, но описываемых одинаковыми математическими соотношениями. Так, система линейных уравнений и неравенств может служить моделью планирования деятельности предприятия или организации транспортных перевозок. Благодаря своей универсальности и относительной простоте математические модели получили очень широкое распространение при различных исследованиях. Однако в последние годы появились задачи, для решения которых существующие математические схемы оказались недостаточными. Причина этого – переход к изучению систем, состоящих из большого числа взаимодействующих между собой объектов. Существенной особенностью этих систем является сложность характера взаимодействия составляющих их объектов, необходимость учета влияния различных возмущающих факторов и динамизм процессов, протекающих в этих системах. Указанные причины привели к возникновению нового направления в моделировании, получившего название "имитационное или компьютерное моделирование". Под компьютерным моделированием будем понимать имитацию с помощью компьютера процесса функционирования вероятностной модели некоторого объекта с целью оценки требуемых его характеристик.

Сфера применения компьютерного моделирования – исследование систем, состоящих из большого числа взаимодействующих объектов. В настоящее время этот метод применяется для исследований во многих областях, в числе которых можно назвать:

- управление производством;
- проектирование систем обслуживания автоматических телефонных станций;
- регулирование уличного движения;
- управление складскими хозяйствами;
- функционирование средств военной техники и др.

Содержание и возможности компьютерного моделирования

Сущность рассматриваемого метода моделирования состоит в реализации на компьютере специального (моделирующего) алгоритма, который имитирует поведение и взаимодействие элементов сложной системы с учетом случайных возмущающих факторов. Влияние случайных факторов на течение процесса воспроизводится при помощи случайных чисел с заданными или вырабатываемыми в процессе моделирования вероятностными характеристиками.

Моделирующий алгоритм приближенно воспроизводит процесс-оригинал в смысле его функционирования во времени, причем элементарные явления, составляющие процесс,

имитируются с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени. Кроме того, этот алгоритм позволяет по исходным данным, содержащим сведения о начальном состоянии процесса и его параметрах, получить сведения о состояниях процесса в произвольные моменты времени.

Компьютерное моделирование применимо к исследованию весьма сложных процессов и обладает существенными преимуществами перед другими видами моделирования. Основным его преимуществом является возможность решения задач значительной сложности: исследуемая система может одновременно содержать элементы непрерывного и дискретного действия, быть подверженной влиянию многочисленных случайных факторов сложной природы, описываться весьма громоздкими соотношениями и т.д.

Кроме того, компьютерное моделирование не требует создания специальной аппаратуры для каждой новой задачи и позволяет легко изменять значения параметров исследуемых систем и начальных условий.

Значительную роль компьютерное моделирование играет при решении задач, связанных с автоматизацией управления. Результаты моделирования позволяют вскрыть закономерности процесса, существенные с точки зрения автоматизированного управления, определить потоки управляющей информации и обоснованно выбрать алгоритмы управления. С помощью компьютерного моделирования может быть оценена эффективность различных принципов управления, вариантов построения управляющих систем, а также работоспособность и надежность управляющей аппаратуры.

Наряду с отмеченными преимуществами, компьютерное моделирование, как и любой другой численный метод, обладает тем существенным недостатком, что полученное решение всегда носит частный характер, отвечая фиксированным значениям параметров системы, входной информации и начальных условий.

Несмотря на этот весьма серьезный недостаток, компьютерное моделирование является в настоящее время наиболее эффективным средством исследования сложных систем, а подчас и единственным практически доступным методом получения интересующей нас информации о поведении системы, особенно на стадии ее проектирования и модернизации.

Простейший пример компьютерного моделирования

Для уяснения сущности компьютерного моделирования разберем простой пример. Рассмотрим работу чистильщика обуви на оживленном перекрестке, например, в течение одного часа с 9.00 до 10.00. Предположим, что промежутки времени между последовательными появлениями клиентов распределяются равномерно в интервале от 1 до 10 минут (для простоты будем округлять время до ближайшего целого числа минут). Предположим далее, что время, необходимое для обслуживания каждого клиента, распределяется равномерно в интервале от 1 до 6 минут. Нас интересует среднее время, которое клиент затрачивает на чистку обуви (включая и ожидание, и обслуживание), и процент времени, в течение которого чистильщик не загружен работой. Для моделирования работы чистильщика необходимо поставить искусственный эксперимент, отражающий основные условия ситуации. Для этого необходимо придумать способ имитации искусственной последовательности прибытия клиентов и времени, необходимого для обслуживания каждого из них. Один из способов, который здесь можно было бы применить, состоит в том, чтобы взять из набора для первоклассника десять пронумерованных от 1 до 10 дощечек и один кубик. Затем положить эти дощечки в пустую коробку и, встряхивая ее, перемешать. Вытягивая дощечки из коробки и считывая выпавшее число, можно получить промежутки времени между появлением предыдущего и последующего клиентов. Бросая кубик и считывая с его верхней грани число очков, можно представить время обслуживания каждого клиента. Повторяя эти операции в указанной последовательности (возвращая каждый раз дощечки обратно и встряхивая коробку перед каждым вытягиванием), можно получить временные ряды, представляющие промежутки времени между последовательными моментами прибытия клиентов и соответствующие им

длительности обслуживания. В таблице 1 приведены результаты моделирования работы чистильщика в течение одного часа. По этим данным можно получить, например, среднее время, затраченное клиентом на чистку обуви $t_{cp} = (44+14)/ 12 = 4,83$ мин и процент непроизводительного времени чистильщика обуви, равное 27 %.

На этом простом примере наглядно продемонстрирована роль различных случайных закономерностей при компьютерном моделировании.

Таблица 1 – Результаты моделирования

№ клиента	Длительность интервала времени между клиентами, мин	Длительность обслуживания клиента, мин	Время прихода клиента	Время начала обслуживания	Длительность ожидания клиентом начала обслуживания, мин	Время окончания обслуживания	Длительность простоя чистильщика обуви, мин
1	0	2	9,00	9,00	0	9,02	0
2	8	3	9,08	9,08	0	9,11	6
3	1	6	9,09	9,11	2	9,17	0
4	6	4	9,15	9,17	2	9,21	0
5	3	6	9,18	9,21	3	9,27	0
6	9	1	9,27	9,27	0	9,28	0
7	8	3	9,35	9,35	0	9,38	7
8	2	5	9,37	9,38	1	9,43	0
9	1	2	9,38	9,43	5	9,45	0
10	7	4	9,45	9,45	0	9,49	0
11	3	2	9,48	9,49	1	9,51	0
12	6	6	9,54	9,54	0	10,00	3
Всего		44			14		16

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют методы моделирования?
2. Назовите сферы применения компьютерного моделирования.
3. Назовите преимущества и недостатки компьютерного моделирования.