

Липецкий государственный технический университет
Физико-технологический факультет
Кафедра промышленной теплоэнергетики

Лекция по математическому моделированию
теплоэнергетических систем

«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Выполнила студентка
группы М-ТЭ-18-1
Дитяткина Е.О.

Липецк 2018

Моделирование – исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и исследования их моделей.

Модель – подобие натурального объекта, воспроизводящий основные черты изучаемого объекта с целью получения **НОВЫХ ЗНАНИЙ** о нем.



Понятие имитационного моделирования

Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью с достаточной точностью описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

Экспериментирование с моделью называют **имитацией**.

Имитация — это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте.

Метод получил развитие в 1950-1960 гг.

К имитационной модели прибегают когда:

- Дорого или невозможно проводить эксперименты на реальном объекте
- Невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствия, случайные переменные
- Необходимо симитировать поведение системы во времени

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы **во времени**. При чём плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов реальные эксперименты с которыми, дороги, невозможны или опасны.



Применение метода имитационного моделирования

Наглядно метод имитационного моделирования можно продемонстрировать на примере работы отделения банка по обслуживанию физических лиц.

Задача: необходимо определить минимальное количество обслуживающего персонала, которое обеспечивает требуемое качество



Критерий качества сервиса:

средний размер очереди не должен превышать N человек



Знания о системе

- какие клиенты посещают банк
- какое количество клиентов приходит в течение рабочего дня
- сколько времени занимает обслуживание одного клиента

1 этап – Схематичное представление модели в виде последовательности действий



Приход
клиента



Ожидание в
очереди



Обслуживание
клиента



Уход
клиента



Персонал

2 этап – Подача на вход модели исходных данных

Исходные данные

- интенсивность прихода клиентов
- среднее время обслуживания клиентов
- количество доступного персонала

3 этап – Анализ статистики, собранной и представленной моделью

Если средний размер очереди клиентов превышает выбранный предел в N человек, то количество доступного персонала следует увеличить и выполнить новый эксперимент.

Достоинства имитационного моделирования

- Имитационное моделирование может оказаться единственной возможностью вследствие трудностей постановки экспериментов и наблюдения явлений в реальных условиях; (соответствующим примером может служить изучение поведения космических кораблей в условиях межпланетных полетов)
- Имитационное моделирование дает возможность полностью контролировать время изучаемого процесса поскольку явление может быть замедлено или ускоренно по желанию.

Недостатки имитационного моделирования

- Имитационная модель в принципе не точна, и мы не в состоянии измерить степень этой неточности
- Разработка хорошей имитационной модели часто обходится дорого и требует много времени



3 подхода имитационного моделирования

1

Агентное
моделирование

2

Дискретно – событийное
моделирование

3

Системная
динамика

Агентное моделирование — относительно новое (1990-2000 гг.) направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот, когда эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы.

Цель агентных моделей — получить представление об этих глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении её отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе.

Агент — некая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействовать с окружением, а также самостоятельно изменяться.

Дискретно-событийное моделирование — подход к моделированию, предлагающий абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы, такие, как: «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие.

Дискретно-событийное моделирование наиболее развито и имеет огромную сферу приложений — от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем. Этот вид моделирования наиболее подходит для моделирования производственных процессов.

Основан Джеффри Гордоном в 1960-х годах.

Системная динамика — парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере. По сути, такой вид моделирования более всех других парадигм помогает понять суть происходящего выявления причинно-следственных связей между объектами и явлениями. С помощью системной динамики строят модели бизнес-процессов, развития города, модели производства, динамики популяции, экологии и развития эпидемии.

Метод основан Джеймсом Форрестером в 1950 годах.

Метод Монте-Карло

Суть метода – процесс моделируется при помощи генератора случайных величин. Это повторяется много раз а потом на основе полученных случайных данных вычисляются вероятностные характеристики решаемой задачи.

Задача Бюффона о бросании иглы — один из первых примеров применения метода Монте – Карло и рассмотрения понятия геометрической вероятности. Задача была сформулирована Бюффоном в 1777 году. Оказалось, что эта задача сделала возможным определение числа π вероятностными методами



Вероятность (как видно речь идёт не о вероятности, а о математическом ожидании количества пересечений за один опыт; вероятностью это становится лишь при условии, что $r > L$) того, что отрезок пересечет прямую, связана с числом Пи

$$p = \int_0^{\pi} \int_0^{\sin\theta} \frac{1}{r\pi} dA d\theta$$

где A – расстояние от иглы до ближайшей к ней прямой
 θ – угол иглы относительно прямых

$$p = \frac{2L}{r\pi}$$