


Имитационное моделирование систем



Методы моделирования



Модель – сущность/объект, который отображает процессы, протекающие в реальных системах с помощью математических или натуральных средств.


Отражение процессов осуществляется на основе оценки характеристик (зависимостей) или параметров процессов моделируемых систем

Основные условия выбора метода:

- Постановка задачи
- Состав, характер и объем исходных данных
- Время на решение исследовательской задачи



Методы моделирования

- 
- Моделирование – основной метод исследования
 - Методы моделирования:
 - Натурное или физическое
 - Аналитическое моделирование
 - Имитационное моделирование
 - Комбинированные методы моделирования



Методы моделирования



Натурное (физическое) моделирование

- ❖ Измерение характеристик осуществляется на исследуемых системах в реальном времени (проведение экспериментов)
- ❖ Данные исследователь получает ведя наблюдение за процессами в реальной системе

■ Достоинства

- Высокая адекватность модели реальной системе
- Высокая точность результатов

■ Недостатки

- Высокая стоимость создания модели
- Большие временные затраты
- Необходимость доработки отдельных узлов реально системы для проведения натурных экспериментов

Пример: исследование надежности характеристик автомобилей (crash test)



Методы моделирования

Аналитическое моделирование

- Модель представляется совокупностью аналитических выражений, которые отражают функциональные зависимости между параметрами реальной системы в процессе ее работы
- Аналитические модели применяются для относительно простых систем, для исследования характеристик которых не требуется высокая точность
- Достоинства
 - Простота и низкая стоимость модели
 - Возможность быстро получить численные результаты
- Недостатки
 - Большое число допущений и ограничений
 - Не высокая точность результатов
 - Соответствие результатов определенным условиям
 - Большая сложность аналитического описания функциональных зависимостей



Методы моделирования

Имитационное моделирование

- 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).
- Имитационное моделирование — это метод математического моделирования.

Существует класс объектов, для которых по различным причинам, не разработаны аналитические модели либо не разработаны аналитические методы решения полученной модели. В таких случаях математическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.



Методы моделирования

Достоинства имитационного моделирования

- Высокая адекватность между физической сущностью описываемого процесса и его моделью
- Возможность описать сложную систему на достаточно высоком уровне детализации
- Значительно большие охват исследования, чем аналитическое моделирование
- Отсутствие ограничений на зависимости между параметрами модели
- Возможность оценки функционирования системы не только в стационарных состояниях, но и в переходных процессах (режимах)
- Получение большого числа данных об исследуемом объекте (закон распределения случайных величин, числовые значения абсолютные и относительные, и многое другое)
- Наиболее рациональное отношение «результат – затраты» по отношению к аналитическому и физическому моделированию




Методы моделирования

■ Недостатки имитационного моделирования

- Относительно большая сложность создания модели
- Необходимость высокой квалификации исследователя для написания модели
- Необходимость проведения верификации и валидации данных моделирования
 - **Верификация** (от лат. *verus* — «истинный» и *facere* — «делать») — это подтверждение соответствия конечного продукта predetermined эталонным требованиям.
 - **Валидация** (англ. *Validation*) - подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, точно и в полном объёме predetermined, а цель достигнута.
- Индивидуальность реализации. Для широкого применения моделью можно воспользоваться лишь при детальном описании ее построения



Методы моделирования



Комбинированные методы моделирования

- Модель представляется в комбинации методов моделирования
- Наиболее широко применяются имитационно-аналитические модели
- Степень применения методов моделирования определяет исследователь, исходя из поставленных задач, имеющихся ресурсов (знаний, компьютера) и времени на проведение исследовательской работы



Имитационное моделирование систем

Имитационное моделирование

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).

Имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.



Имитационное моделирование систем

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причём, плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью.

Имитация, как метод решения нетривиальных задач, получила начальное развитие в связи с созданием ЭВМ в 1950х — 1960х годах.

Можно выделить две разновидности имитации:

- Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний);
- **Метод имитационного моделирования** (статистическое моделирование).



Имитационное моделирование систем

Области применения

- Телекоммуникационные системы и сети
- Бизнес процессы
- Боевые действия
- Динамика населения
- ИТ-инфраструктура
- Математическое моделирование исторических процессов
- Логистика
- Пешеходная динамика
- Уличное движение
- Производство, рынок и конкуренция
- Сервисные центры
- Цепочки поставок
- Управление проектами
- Экономика здравоохранения
- Экосистемы



Имитационное моделирование систем

Парадигма (от греч. παράδειγμα, «пример, модель, образец»)

- Общепринято понимать под термином парадигма – метод принятия решений на основе модели. Например, человек принимает решение на основе своей внутренней модели мира
- Парадигма моделирования (программирования) определяет то, в каких терминах программист описывает логику программы.

Имитационное моделирование наука или искусство?

Универсального общего способа построения адекватных моделей не существует.

Имитационные модели – это объекты искусства, причем в значительно большей мере, чем им является, например, программирование.



Имитационное моделирование систем

Виды имитационного моделирования

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 Форрестером в 1950 годах.



Имитационное моделирование систем

Виды имитационного моделирования

Агентное моделирование – относительно новое (1990е-2000е 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 поведении ее 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.



Имитационное моделирование систем

Виды имитационного моделирования

- 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 процессов в телекоммуникационных сетях
- Основан Джеффри Гордоном в 1960х годах.



Имитационное моделирование систем

Для построения имитационных моделей используются:

- Специальные системы моделирования
- Специальные языки моделирования (общего применения и проблемно-ориентированные)
 - GPSS/PC, GPSS/H, **GPSS World**, Object GPSS, Arena, SimProcess, Enterprise Dynamics, Auto-Mod, SIMPAS и др.
- Универсальные языки моделирования
 - PASCAL, СИ



Спасибо за внимание!