

Введение: Основы моделирования

Дунайцев Р.А.

Кафедра сетей связи и передачи данных СПбГУТ
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

roman.dunaytsev@spbgut.ru

Лекция № 1

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература

- **Модель** – некий материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале
 - Применяется для нужд познания
 - Во всех отношениях модель должна быть проще исходного объекта и удобнее для изучения
 - Для одного и того же объекта могут существовать различные модели, соответствующие различным целям его изучения
- **Моделирование** – процесс построения модели объекта и исследования его свойств путем исследования модели

- 'Deadliest Warrior', Episode 22: Navy SEALs vs. Israeli Commandos



- **Требования к моделям:**

- Адекватность
- Точность
- Универсальность
- Целесообразная экономичность
- Информативность
- ...

- **Адекватность** – степень соответствия модели цели исследования

- Любая модель строится и исследуется при определенных **допущениях, предложениях, гипотезах**
- Поэтому полного соответствия модели реальному объекту быть не может, иначе это была бы не модель, а сам объект
- Модель должна строиться так, чтобы она наиболее полно воспроизводила те качества объекта, которые необходимо изучить в соответствии с поставленной целью

- **Точность** – степень совпадения результатов, полученных по разработанной модели, с данным эксперимента или задачи
 - Для приблизительных расчетов: 10-15%
 - Для использования в управлении и контроле: 1-2%
- **Универсальность** – степень применимости модели к анализу ряда однотипных систем в одном или нескольких режимах функционирования
- **Целесообразная экономичность** – точность получаемых результатов и общность решения задачи должны увязываться с затратами на моделирование
 - Модель должна быть по возможности простой
- **Информативность** – возможность на основе модели получать новые знания о моделируемой системе

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей**
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература

- По степени абстракции:
 - Физические (материальные)
 - Теоретические (идеальные)
- **Физические модели** – воспроизводят основные физические, геометрические, динамические и функциональные характеристики изучаемого объекта
 - **Натурные** — экспериментальные (опытные образцы)
 - **Квазинатурные** – совокупность натурных и математических
 - **Масштабные** – отличаются от оригинала размерами
 - **Аналоговые** – основаны на аналогии процессов и явлений, имеющих различную физическую природу, но одинаково описываемых формально

• Теоретические модели

- **Интуитивные** – основаны на интуитивном представлении об объекте исследования, либо не поддающемся, либо не нуждающемся в формализации
- **Знаковые** – используют преобразования различного вида (схемы, графики, чертежи, формулы, наборы символов и т.п.)

• Знаковые модели

- **Лингвистические** — вербальные
- **Визуальные** – 3D-визуализация на экране
- **Графические** – чертежи и схемы
- **Математические** – математические выражения
- **Имитационные** – логико-математические

- По отношению ко времени:
 - Статические
 - Динамические
 - Непрерывные
 - Дискретные
- **Статические модели** – нет временного параметра, $y = f(x)$
- **Динамические модели** – есть временной параметр, $y = f(x, t)$
- **Непрерывные модели** – описывают поведение системы для всех моментов времени
- **Дискретные модели** – описывают поведение системы только в конкретные (дискретные) моменты времени

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время**
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература

- **Часы модельного времени** – переменная, обеспечивающая текущее значение модельного времени
- **Продвижение модельного времени:**
 - От события к событию (с переменным шагом)
 - С постоянным шагом
- **Продвижение времени от события к событию**
 - Все изменения происходят только во время возникновения событий
 - Периоды бездействия системы пропускаются
 - Часы переводятся со времени возникновения одного события на время возникновения другого

- **Продвижение времени с постоянным шагом**

- Часы модельного времени продвигаются точно на Δt
- После каждого обновления часов выполняется проверка, произошли какие-либо события в течение предыдущего интервала времени Δt или нет, после чего состояние системы и статистические счетчики соответствующим образом обновляются
- Если на этот интервал запланированы одно или несколько событий, считается, что данные события происходят в конце интервала

- **Минусы:**

- Возникновение погрешности, связанной с обработкой событий в конце интервала
- Какое событие обрабатывать первым, если события, происходящие в разное время, рассматриваются как одновременные?
- Уменьшение Δt ведет к возрастанию числа проверок, что приводит к увеличению времени выполнения задачи

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования**
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература

- Процесс моделирования имеет **итерационный** характер
- ① Анализ требований
 - Постановка цели и задач моделирования
 - Сбор и анализ исходной информации об объекте моделирования
- ② Разработка модели
 - Выбор среды моделирования
 - Построение и конфигурация модели
 - Проверка достоверности модели
- ③ Проведение эксперимента
 - Планирование экспериментов
 - Выполнение рабочих прогонов
 - Анализ выходных данных
- ④ Оформление и использование результатов

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем**
- 6 Литература

- **Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем:**
 - Физическое (экспериментальное)
 - Аналитическое
 - Имитационное
 - Эмуляционное
- **Физические модели** — найти или построить аналогичную систему (testbed)
 - Достоверность?
 - Контролируемость?
 - Воспроизводимость?
 - Масштабируемость?
 - Стоимость?
- '?' = зависит от реализации
- '+' = высокая
- '-' = низкая

- **Аналитические модели** — построить математическую модель системы
 - Достоверность?
 - Контролируемость +
 - Воспроизводимость +
 - Масштабируемость +
 - Стоимость +
- **Имитационные модели** — воспроизвести поведение системы
 - Достоверность?
 - Контролируемость +
 - Воспроизводимость +
 - Масштабируемость?
 - Стоимость +

- **Эмуляция (emulation)** — использование в модели фрагментов реальной системы
 - Software-in-the-loop
 - Hardware-in-the-loop
 - Human-in-the-loop
 - Использование эмуляции позволяет избежать валидации одних частей модели, но налагает требования по детализации других частей
- **Эмуляционные модели** — эмуляция поведения системы
 - Достоверность +
 - Контролируемость +
 - Воспроизводимость +
 - Масштабируемость?
 - Стоимость?

● Программы имитационного моделирования:





① Специализированные:

- OPNET/Riverbed
- ns-2/ns-3
- QualNet/EXata
- OMNeT++
- NetSim
- ...

② Общего назначения:

- AnyLogic
- GPSS
- MATLAB/Simulink
- LabVIEW
- VisSim/Altair Embed
- ...

- 1 Модель и моделирование
- 2 Классификация моделей
- 3 Модельное время
- 4 Этапы моделирования
- 5 Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем
- 6 Литература**

-  О.М. Замятина, 'Моделирование сетей: учебное пособие,' – Томск: Томский политехнический университет, 2011
-  В.С. Лукьянов, Г.В. Слесарев, 'Проектирование компьютерных сетей методами имитационного моделирования: учебное пособие,' – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2001
-  Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон, 'Имитационное моделирование,' – СПб.: БХВ-Петербург, 2004
-  <http://simulation.su/static/ru-manuals-2.html>