

Моделирование инфокоммуникационных систем

**КТН, доцент
Осипов Никита Алексеевич**

Структура и содержание дисциплины

| № модуля образовательной программы | № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | |
|------------------------------------|-----------|---|---|----------------------|---------------------|-----|-------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1 | 1 | Математические модели | 5 | | 5 | 8 | 18 |
| | 2 | Компьютерное моделирование | 6 | | 4 | 16 | 30 |
| 2 | 3 | Построение математических моделей по экспериментальным данным | 6 | | 8 | 8 | 18 |
| | | Экзамен | | | | 26 | 26 |

Раздел 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Лекция 1. Введение в математическое моделирование

Объект моделирования – инфокоммуникационная система

- **Комплекс взаимодействующих компонентов или совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой.**
- **Нечто целое, представляющее собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей.**
- **Совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих некоторое целостное единство.**

Понятие инфокоммуникационной системы

В широком смысле :

- **совокупность технического, программного и организационного обеспечения, а также персонала, предназначенная для того, чтобы своевременно обеспечивать надлежащих людей надлежащей информацией.**
- **комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства и информационные ресурсы, а также системный персонал и обеспечивающий поддержку динамической информационной модели некоторой части реального мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей**

Понятие инфокоммуникационной системы

В узком смысле :

- **программно-аппаратная система, предназначенную для автоматизации целенаправленной деятельности конечных пользователей, обеспечивающую, в соответствии с заложенной в нее логикой обработки, возможность получения, модификации и хранения информации.**
- **В любом случае основной задачей является удовлетворение конкретных информационных потребностей в рамках конкретной предметной области**

Пример инфокоммуникационной системы

ГАС "Выборы" - социальная инфокоммуникационная система России

- **Создание и внедрение системы позволило автоматизировать весь процесс организации и проведения выборов, сделать его прозрачным и контролируемым, способствующим реализации избирательных прав граждан в соответствии с Конституцией и избирательным законодательством Российской Федерации, общепризнанными принципами и нормами международного права в области организации избирательного процесса.**

Разработка и реализация проектов инфокоммуникационных систем

- Основная задача - спроектировать систему, не только удовлетворяющую всем требованиям заказчика, но и позволяющую с минимальными затратами модернизировать ее в будущем.

Проектно-изыскательские работы

- Обследование
- Разработка технических решений
- Проектирование
- Разработка рабочей документации

Монтажные работы

Сдача в эксплуатацию

Развитие теории моделирования

- В 20-е годы была сформулирована задача об оптимальном распределении инвестиций,
- в 30-е – решена задача об оптимальном раскросе материала, сформулирована транспортная задача.
- Во время войны задачи принятия решений получили широкое применение в Англии и США. Они относились к области боевых операций.
- 50-е годы (Современная математика для инженеров. Под ред. Беккенбах Э.Ф., 1959).
- 70-е годы (Вагнер Г. Основы исследования операций, 1972, в 3-х томах).

Природа и математическое мышление

- **Сциентизм (от лат. *scientia* наука, знания) — это система убеждений, утверждающая основополагающую роль науки как источника знаний и суждений о мире.**
- **Сциентизм основан на вере в существование небольшого числа точно формулируемых законов природы, на основе которых все в природе предсказуемо и манипулируемо.**
- **Основная догма научной идеологии – это вера в математизацию: всё (или, по крайней мере, всё существенное) в природе может быть измерено, превращено в числа или другие математические объекты,**

Природа и математическое мышление

- Г. Галилей: *"Измерить все, что измеримо, и сделать измеримым то, что неизмеримо"*.
- Э. Кант: *каждая область сознания является наукой настолько, насколько в ней содержится математики.*
- А. Пуанкаре: *окончательная, идеальная фаза развития любой научной концепции – это ее математизация.*
- Бурбаки (Николя́ Бурбаки́): *познание мира это возможность компактной записи наблюдаемых явлений, ибо компактная запись - как раз и есть то, что дает нам возможность предсказывать и управлять".*

**Лекция 2. Форма и принципы
представления математических
моделей**

Общие понятия и принципы теории моделирования

- Моделирование базируется на математической теории подобия
- Основное требование к моделированию - модель достаточно хорошо должна отображать функционирование моделируемой системы
- *Модель* – это аналог реального объекта в виде материального объекта или представляемый мысленно или записанный на каком-то языке.
- Под *моделированием* понимается как процесс получения модели, так и ее применение для исследования поведения и свойств моделируемой системы

Общие понятия и принципы теории моделирования

Цели создания моделей:

- **обогащение знаний о системе (описание и анализ наблюдений),**
- **управление (принятие решений),**
- **прогнозирование,**
- **обучение (модель как основная часть тренажера).**

Общие понятия и принципы теории моделирования

Принципы моделирования:

- Принцип несоответствия точности и сложности
- Принцип множественности моделей
- Принцип omnipotentности факторов
- Принцип контринтуитивного поведения сложных систем
- Модель должна иметь конкретные цели
- Модель должна иметь оптимальную сложность

Классификация моделей

- По цели использования:

- ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ

Целевая функция – цель, записанная математически в виде функции от переменных..

Ограничения – записанные, математически ограничения, выявленные из анализа предметной ситуации.

- дескриптивные (описательные)

основная задача: описание процесса с помощью математического аппарата в целях изучения поведения систем и прогнозирования их дальнейшего развития.

Классификация моделей

- **По возможности представления работы системы во времени:**
 - статические, динамические;
 - дискретные, непрерывные;

- **По учёту случайностей:**
 - детерминированные;
 - стохастические.

Классификация моделей

- **По природе моделей:**
 - предметные (материальные):
 - физические (копии), например, макет самолета;
 - аналоговые (аналоги), например, маятник как аналог колебательного контура;
 - символные (знаковые):
 - концептуальные (словесные);
 - схемографические;
 - математические;
 - компьютерные.

Классификация моделей

- По целям исследования, технологии построения, характеру используемой информации:
 - аналитические;
 - имитационные;
 - статистические;
 - модели, в которых в той или иной форме представлены идеи искусственного интеллекта (самоорганизация, эволюция, нейросетевые конструкции и т.д.).

Виды моделирования

- ***Аналитическое моделирование*** связано с получением явных или неявных зависимостей между интересующими параметрами и расчетами по этим зависимостям.
- ***Имитационное моделирование (поведенческое)*** – имитация работы объекта, т.е. развертывание его во времени.
- ***Статистическое моделирование*** – многократное повторяющаяся имитация работы, с последующим определением усредненных значений параметров.

Формализация процесса функционирования системы

В процессе разработки модели можно выделить три этапа:

- концептуальный,
- математический
- программный (экспериментальный).

Разработка концептуальной модели

Концептуальная модель (КМ) (содержательная)
- это абстрактная модель, определяющая

- **состав и структуру системы,**
- **свойства элементов**
- **причинно-следственные связи, присущие исследуемой системе и существенные для достижения цели моделирования.**

Этапы построения концептуальной модели

- Уточнение множества полезных и возмущающих внешних воздействий
- Выбор уровня детализации модели
- Локализация КМ
- Завершение построения структуры модели указанием связей между элементами
- Описание динамики системы

Разработка математической модели

Типовые этапы *процесс построения* математической модели :

- определение целей моделирования;
- качественный анализ системы, исходя из этих целей;
- формулировка законов и правдоподобных гипотез относительно структуры системы, механизмов ее поведения в целом или отдельных частей;
- идентификация модели;
- верификация модели;
- исследование модели;

Формальная модель объекта

- Модель объекта моделирования - множество величин, описывающих процесс функционирования реальной системы и образующих в общем случае следующие подмножества:

- совокупность входных воздействий $x_i \in X, i = \overline{1, n_X}$

- совокупность воздействий внешней среды $v_l \in V, l = \overline{1, n_V}$

- совокупность внутренних (собственных) параметров системы $h_k \in H, k = \overline{1, n_H}$

- совокупность выходных характеристик системы

$$\underline{y}(t) = F_S(\underline{x}, \underline{v}, \underline{h}, t).$$

$$y_j \in Y, j = \overline{1, n_Y}$$

Математическая модель

- Математическая модель представляет собой совокупность соотношений (уравнений, логических условий, операторов), определяющих характеристики процесса функционирования системы в зависимости от структуры системы, алгоритмов поведения, параметров системы, воздействий внешней среды, начальных условий и времени (в рамках степени приближения к действительности).
- Преследует две основные цели:
 - дать формализованное описание структуры и процесса функционирования системы для однозначности их понимания;
 - представить процесс функционирования в виде, допускающим аналитическое исследование системы.