

Лекция №9

Имитационное моделирование

$$a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + \dots + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_m \frac{d^m x(t)}{dt^m} + \dots + b_1 \frac{dx(t)}{dt} + b_0 x(t)$$

$$a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_1 \frac{dx(t)}{dt} + b_0 x(t) \quad - \text{при } n=2, m=1$$

В нормальной форме Коши:

$$\frac{dv_{i-1}}{dt} = v_i, \quad i = 1, 2, \dots, n-1, \quad v_0 \equiv y,$$

$$\frac{dv_n}{dt} = \frac{1}{a_n} \left(-\sum_{i=0}^{n-1} a_i v_i + \sum_{j=0}^m b_j \frac{d^j x}{dt^j} \right).$$

В канонической форме:

$$\frac{dv_i}{dt} = v_{i-1} + b_{i-1}x - a_{i-1}y, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$v_0 = 0,$$

$$y = \frac{1}{a_n} (v_n + b_n x)$$

Пример для $n=2, m=1$:

$$\frac{dy}{dt} = v_1,$$

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{1}{a_2} \left(-a_0 y - a_1 v_1 + b_0 x + b_1 \frac{dx}{dt} \right).$$

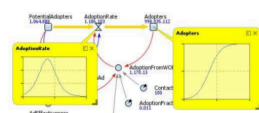
Пример для $n=2, m=1$:

$$\frac{dv_1}{dt} = b_0 x - a_0 y,$$

$$\frac{dv_2}{dt} = v_1 + b_1 x - a_1 y, \quad y = \frac{1}{a_2} v_2.$$

Подходы к имитационному моделированию

1) Системная динамика



2) Дискретно-событийное



3) Агентное (многоагентное)

4) Многоподходовое

Имитационное моделирование применяется в следующих случаях:

1. Если не существует законченной математической постановки задачи;
2. Если аналитические методы существуют, но сложны для реализации, а имитационное моделирование даёт более простое решение;
3. Если имеются аналитические решения, но их реализация не возможна;
4. Если кроме разовой оценки параметров в системе требуется наблюдение в течении времени;
5. Если система сложно наблюдаемая (сложно получить данные по системе) – проще добиться на имитационной модели подбором добиться сходства.

Все преимущества имитационных моделей вытекают из случаев их применения.

Недостатки:

1. Основные пакеты имитационного моделирования для коммерческого использования – платные (и дорогие);
2. На имитационной модели невозможно получить однозначный точный результат т.к. это всегда приближённый результат;
3. Не отражает полную картину вещей в системе, а только её часть.

Схема построения имитационной модели:

1. Определение границ модели – какие элементы входят, а какие нет;
2. Разработка концептуальной модели – описать словами что моделируется;
3. Подготовка требуемых исходных данных;
4. Построение структуры модели;
5. Трансляция модели (выполнение/прогон);
6. Оценка адекватности модели (по критериям в предыдущих лекциях);
7. Планирование эксперимента модели;
8. Проведение экспериментов с моделью;

9. Интерпретация результатов;
10. Реализация/документация системы.