

Дисциплина «Имитационное моделирование экономических процессов»

Специальность №08080165 «Прикладная информатика (в экономике)»

Институт информатики, инноваций и бизнес систем

Кафедра информатики, инженерной и компьютерной графики

Старший преподаватель Кийкова Е.В.

# Тема 2 Основные подходы к построению математических моделей систем

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Ключевые понятия
2. Учебный материал
3. Вопросы для самопроверки
4. Рекомендуемая литература

# КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- ◆ Совокупность входных воздействий на систему
- ◆ Совокупность воздействий внешней среды
- ◆ Совокупность внутренних параметров системы
- ◆ Совокупность выходных характеристик системы
- ◆ Зависимые и независимые переменные
- ◆ Математическая модель объекта
- ◆ Типовые математические схемы

## Основные задачи лекции

- ◆ Раскрыть основные понятия, связанные с построением математических моделей систем.
- ◆ Рассмотреть принципы построения математических моделей систем
- ◆ Дать классификацию типовых математических схем.

# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Модель объекта моделирования, т.е. системы  $S$ , можно представить в виде множества величин, описывающих процесс функционирования реальной системы и образующих в общем случае следующие подмножества:

- совокупность **входных** воздействий на систему  
;  $x_i \in X, i = \overline{1, n_x}$
- 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  
·  $y_j \in Y, j = \overline{1, n_y}$

# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

При моделировании системы  $S$  входные воздействия, воздействия внешней среды  $E$ , и внутренние параметры системы являются *независимыми* (экзогенными) переменными, которые в векторной форме имеют вид:

$$\bar{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_{nx}(t));$$

$$\bar{v}(t) = (v_1(t), v_2(t), \dots, v_{nv}(t))$$

$$\bar{h}(t) = (h_1(t), h_2(t), \dots, h_{nh}(t))$$

а выходные характеристики системы являются *зависимыми* (эндогенными) переменными и в векторной форме имеют вид:

$$\bar{y}(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_{ny}(t))$$

# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Процесс функционирования системы  $S$  описывается во времени оператором  $F_S$ , который в общем случае преобразует экзогенные переменные в эндогенные

$$\bar{y}(t) \stackrel{(1)}{=} F_S(\bar{x}, \bar{v}, \bar{h}, t)$$

Эта зависимость называется законом функционирования системы  $S$  и обозначается  $F_S$ . В общем случае закон функционирования системы  $F_S$  может быть задан в виде функции, логических условий, в алгоритмической и табличной формах или в виде словесного правила соответствия. Соотношение (1) является математическим описанием поведения объекта моделирования во времени - поэтому такие модели называют *динамическими моделями*.

# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для *статических моделей* соотношение принимает вид:

$$\bar{y} = f(\bar{x}, \bar{v}, \bar{h})$$

Соотношение (1) и (2) могут быть заданы аналитически (с помощью формул), графически, таблично и т.д. Такие соотношения могут быть получены через свойства системы **S** в конкретные моменты времени, называемые *состояниями*.



# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Под математической моделью объекта понимают конечное подмножество переменных вместе с математическими связями между ними и характеристиками  $\{\bar{x}(t), \bar{v}(t), \bar{E}(t)\}$ . Если математическое описание модели не содержит элементов случайности или они не учитываются, т.е.  $\bar{v}$  и  $\bar{E}$  - отсутствуют, то модель называется *детерминированной* (характеристики однозначно определяются детерминированными входными воздействиями).

$$\bar{y}(t) = f(\bar{x}, t)$$

# УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Приведенные математические соотношения представляют собой математические схемы общего вида и позволяют описать широкий класс систем. На практике на первоначальных этапах исследования систем рациональнее использовать типовые математические схемы: дифференциальные уравнения, конечные и вероятностные автоматы, системы массового обслуживания и т.д.

## Математические схемы

### 1. *Непрерывно-детерминированные модели (D - схемы)*

Применяются для моделирования непрерывных процессов. Используют дифференциальные уравнения.

### 2. *Дискретно-детерминированные модели (F - схемы)*

Используют теорию автоматов. Для моделирования процессов имеющих дискретный характер работы во времени.

### 3. *Дискретно-стохастические модели (P- схемы)*

Используют вероятностные автоматы.

## Математические схемы

### 4. *Непрерывно-стохастические модели (Q - схемы)*

Используют системы массового обслуживания.

### 5. *Обобщенные модели (A -схемы)*

Этот подход позволяет описывать поведение непрерывных и дискретных, детерминированных и стохастических систем и базируется на понятии агрегативной системы, представляющей собой формальную схему общего вида.

# ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- ◆ Дайте определение понятиям: экзогенные и эндогенные переменные
- ◆ Перечислите совокупности воздействий на систему.
- ◆ Математическая модель объекта
- ◆ Математические схемы моделирования систем.

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ◆ Гультяев А.К. Имитационное моделирование в среде Windos. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
- ◆ Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие.- Владивосток: ВГУЭС, 2007. -128 с.
- ◆ Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 2001.-344 с.

## Использование материалов презентации

Использование данной презентации, может осуществляться только при условии соблюдения требований законов РФ об авторском праве и интеллектуальной собственности, а также с учетом требований настоящего Заявления.

Презентация является собственностью авторов. Разрешается распечатывать копию любой части презентации для личного некоммерческого использования, однако не допускается распечатывать какую-либо часть презентации с любой иной целью или по каким-либо причинам вносить изменения в любую часть презентации. Использование любой части презентации в другом произведении, как в печатной, электронной, так и иной форме, а также использование любой части презентации в другой презентации посредством ссылки или иным образом допускается только после получения письменного согласия авторов.