

УДК519.23(07)

ББК22.172 я7

Г 14

**Рецензент**

**Гаибова Т.В.**

Г 30      **Системное моделирование. В 3 ч. ч 1: учебное пособие**  
**/Т.В. Гаибова, В.В. Тугов, Н.А. Шумилина. - Оренбург:**  
**ГОУ ОГУ, 2008. - 116 с.**

При проектировании и управлении сложными системами большую роль играют модели, так как они позволяют изучать влияние различных системных решений, не прибегая к реальному конструированию и испытаниям рассматриваемого явления.

В учебном пособии рассмотрены концепции, подходы и методы системного моделирования сложных технологических процессов и объектов, позволяющие безотносительно к предметным областям разрабатывать математические модели изучаемых систем. Приведены примеры построения моделей электрических, механических, тепловых, гидравлических систем. Учебное пособие предназначено для студентов направления 220100 – Системный анализ и управление.

ББК22.172 я7

© Гаибова Т.В., 2008

© Тугов В.В., 2008

© Шумилина Н.А., 2008

© ГОУ ОГУ, 2008

## Содержание

Введение.....	5
1 Системный подход к моделированию.....	6
1.2 Основные понятия моделирования.....	9
1.3 Постановка задачи системного моделирования и обзор методов моде- лирования сложных объектов и процессов.....	16
1.4 Декомпозиция и агрегирование моделей.....	23
1.5 Принцип аналогии в системном моделировании.....	27
1.6 Методика построения модели сложной системы из математических мо- делей элементов.....	29
2 Математические модели простейших типовых элементов электрических, механических, тепловых и гидравлических систем.....	33
2.1 Модели типовых элементов электрических систем.....	34
2.2 Модели типовых элементов механических систем.....	39
2.3 Модели типовых элементов тепловых систем.....	44
2.4 Модели типовых элементов гидравлических систем.....	51
2.5 Особенности пневматических систем.....	54
3 Примеры объектов, требующих системного подхода к моделированию.....	59
3.1 Моделирование производственных процессов в химической и нефтех- мической промышленности.....	59
3.1.1 Общая характеристика производственных процессов в химико-тех- нологических системах.....	59
3.1.2 Иерархическая структура химико-технологической системы.....	61
3.1.3 Классификация химико-технологических систем.....	64
3.1.4 Входные и выходные потоки системы .....	67
3.1.5 Математическое описание элемента ХТС.....	68
3.1.6 Оценка эффективности функционирования ХТС.....	71
3.2 Моделирование производственных процессов в машиностроении.....	88
3.3 Моделирование гидравлических систем с многофракционной рабочей смесью.....	92
3.4 Моделирование сепарационной установки газ-нефть как объекта управ- ления.....	96
3.4.1 Математическое описание сепарационной установки газ-нефть как объекта управления по давлению газа с учетом расходов газа, нефти и воды .....	96
Список использованных источников.....	112

## Введение

Чем дальше развивается цивилизация общества, тем сложнее становятся общественные отношения и создаваемые обществом технические, организационные, информационные, энергетические, транспортные, производственные, военные и другие системы, составляющие основу данной цивилизации. Создание и использование этих систем требует применения специального теоретического инструментария анализа и синтеза сложных систем любой природы. Современная наука ищет способы и методы строгой формализации общих закономерностей развития природы и общества на основе последних достижений математики, логики, кибернетики, информатики и других точных наук. Методологической основой исследования и проектирования сложных систем является теория и практика математического моделирования сложных систем. Классический системный подход, как правило, опирается на математическое моделирование с использованием теории подобия, теории научного эксперимента, математической статистики, теории алгоритмов и ряда других фундаментальных классических теорий. Большое разнообразие видов моделей и инструментов моделирования привело к тому, что зачастую при рассмотрении процедур моделирования большую часть внимания уделяют средствам моделирования («компьютерное» моделирование), игнорируя системную природу и моделируемых объектов и самих моделей, а также начальные этапы перевода вербального описания системы в формальное.

В данном учебном пособии значение моделирования раскрывается более полно. Рассматриваются виды моделей, которыми удобно пользоваться для исследования больших систем, начиная с символических и качественных моделей и заканчивая количественными. Рассматриваются также особенности моделирования механических, электрических, гидравлических, тепловых и пневматических систем, представляющих собой основу многих технологических процессов промышленных предприятий. Несмотря на то, что модели, с помощью которых определяется функционирование конкретной системы, ее характеристики, стоимость и временные оценки, могут оказаться уникальными, неприменимыми в общем случае, существуют некоторые общие методы моделирования, которые широко применяются и могут оказать существенную помощь инженеру в самых различных областях его деятельности.

Особенно необходимы подобные знания студентам, обучающимся по направлению «Системный анализ и управление», так как они должны обладать системным мышлением, знаниями, подходами, методами, позволяющими анализировать, проектировать и управлять функционированием систем различной физической природы.

# 1 Системный подход к моделированию

## 1.1 Применение моделирования в системных исследованиях

Процедуры моделирования необходимы при решении всех основных задач исследования систем, с которыми имеет дело инженер-проектировщик (анализ, синтез, улучшение системы). Так как только системный подход может гарантировать хорошее качество проекта, модели оказываются неизменными спутниками любого процесса проектирования. На рисунке 1.1 показана взаимосвязь системных исследований в процессе проектирования.

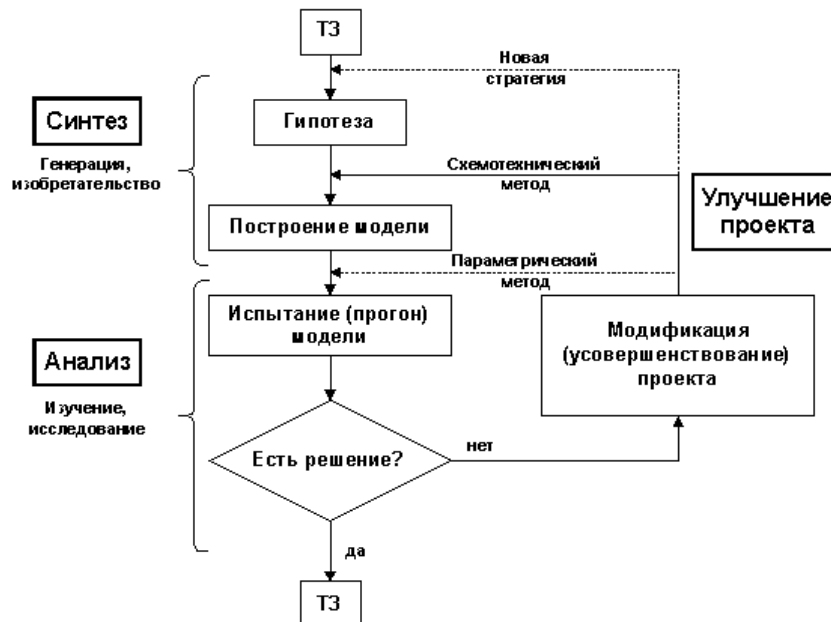


Рисунок 1.1 - Основные задачи инженера-проектировщика

Чтобы разобраться в системе, изучить, исследовать ее (задача анализа), надо описать систему, зафиксировать ее свойства, поведение, структуру и параметры, то есть построить одну или несколько моделей системы. Для этого надо ответить на три основных вопроса:

- 1) что делает система (узнать поведение, функцию системы);
  - 2) как она устроена (выяснить структуру системы);
  - 3) каково ее качество (насколько хорошо она выполняет свои функции).
- Применение моделирования в процедурах анализа системы показано на рисунке 1.2.