

«КОМПЬЮТЕНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

в помощь студенту и преподавателю.
Часть I - теория.

Я. А. Долженко

Кафедра информационных технологий
Ульяновский государственный университет

25 мая 2008 г.

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Модель - ЭТО:

- ▶ **упрощенное подобие реального объекта;**
- ▶ *воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);*
- ▶ *схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;*
- ▶ *физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;*
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Модель - ЭТО:

- ▶ *упрощенное подобие реального объекта;*
- ▶ **воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);**
- ▶ *схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;*
- ▶ *физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;*
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Модель - ЭТО:

- ▶ *упрощенное подобие реального объекта;*
- ▶ *воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);*
- ▶ ***схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;***
- ▶ *физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;*
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Модель - ЭТО:

- ▶ *упрощенное подобие реального объекта;*
- ▶ *воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);*
- ▶ *схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;*
- ▶ ***физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;***
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Модель - ЭТО:

- ▶ *упрощенное подобие реального объекта;*
- ▶ *воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);*
- ▶ *схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;*
- ▶ *физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;*
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

Модель - ЭТО:

- ▶ *упрощенное подобие реального объекта;*
- ▶ *воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде (макет);*
- ▶ *схема, изображение или описание какого - либо явления или процесса в природе и обществе;*
- ▶ *физический или информационный аналог объекта, функционирование которого по определённым параметрам подобно функционированию реального объекта;*
- ▶ *материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе изучения объект-оригинал, и сохраняющий значимые для данного исследования типичные его черты;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы

моделирования

Виды

моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Потребность в моделировании возникает в таких областях как:

- ▶ познание;
- ▶ общение;
- ▶ практическая деятельность;

Аспекты моделирования:

- ▶ внешний вид (набор признаков)
- ▶ структура (перечень элементов и указанные отношения между ними)
- ▶ поведение (изменение внешнего вида и структуры с течением времени)

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

**Назначение
моделей**

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

Назначение моделей:

Моделирование **внешнего вида** используется для:

- ▶ идентификации (узнавания) объекта;
- ▶ долговременного хранения образа;

Моделирование **структуры** объекта используется для:

- ▶ её наглядного представления;
- ▶ изучения свойств объекта;
- ▶ изучения стабильности объекта;

Моделирование **поведения** применяют обычно:

- ▶ при планировании и прогнозировании;
- ▶ для выявления причинно-следственных связей;
- ▶ при конструировании технических устройств;

Под *компонентами* понимают составные части, которые при соответствующем объединении образуют систему. Иногда компонентами считают также элементы системы или ее подсистемы.

Структура моделей

- ▶ **компоненты;**
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

**Структура
моделей**

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Переменные - это величина, характеризующая свойство или режим работы объекта. Могут принимать только значения, определяемые видом данной функции (т.е. типом данной модели).

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

**Структура
моделей**

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Параметр - это величина, характеризующая свойство или режим работы объекта. Параметрами являются величины, которые исследователь может выбирать произвольно.

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

**Структура
моделей**

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Функциональные зависимости описывают поведение переменных и параметров в пределах компоненты или же выражают соотношения между компонентами системы. Эти соотношения по своей природе могут быть либо детерминистскими (в которых отсутствуют случайные процессы), либо стохастическими (в которых присутствуют средние характеристики случайных процессов).

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ ***функциональные зависимости;***
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Ограничения модели представляют собой устанавливаемые пределы изменения значений переменных или ограничивающие условия их изменений. Они могут вводиться либо разработчиком (тогда они называются искусственными), либо устанавливаться самой системой вследствие присущих ей внутренних свойств.

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач ММ

Литература

Книги

Целевая функция (функция критерия) представляет собой точное отображение целей и задач системы и необходимых правил оценки их выполнения.

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

Структура моделей

- ▶ *компоненты;*
- ▶ *переменные*
- ▶ *параметры;*
- ▶ *функциональные зависимости;*
- ▶ *ограничения;*
- ▶ *целевые функции;*

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

**Структура
моделей**

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ **модель внешнего вида** (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ **модель структуры** (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ **модель поведения** (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ **познавательные** (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы

моделирования

Виды

моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ **коммуникативные;**
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По характеристике объекта моделирования:

- ▶ модель внешнего вида (например, манекен);
- ▶ модель структуры (например, скелет человека);
- ▶ модель поведения (например, велотренажер);

По сферам деятельности субъекта:

- ▶ познавательные (например, знания пианиста о музыкальной грамоте могут моделировать ноты);
- ▶ коммуникативные;
- ▶ модели, возникающие в сфере практической деятельности (например, сборочный чертёж);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ вещественно-энергетические или натурные (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ дискриптивные (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ смешанные (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ наглядные (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ **вещественно-энергетические или натурные** (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ дискриптивные (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ смешанные (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ наглядные (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ **вещественно-энергетические или натурные** (например, картина с изображением природы);
- ▶ **идеальные или воображаемые** (например, материальная точка в физике);
- ▶ **информационные** (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ **дискриптивные** (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ **смешанные** (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ **наглядные** (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ **вещественно-энергетические** или **натурные** (например, картина с изображением природы);
- ▶ **идеальные** или **воображаемые** (например, материальная точка в физике);
- ▶ **информационные** (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ *дискриптивные* (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ *смешанные* (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ *наглядные* (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ вещественно-энергетические или натурные (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ **дискриптивные** (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ смешанные (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ наглядные (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ вещественно-энергетические или натурные (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ дискриптивные (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ **смешанные** (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ наглядные (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы

моделирования

Виды

моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ вещественно-энергетические или натурные (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ дискриптивные (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ смешанные (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ **наглядные** (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По сущности:

- ▶ вещественно-энергетические или натурные (например, картина с изображением природы);
- ▶ идеальные или воображаемые (например, материальная точка в физике);
- ▶ информационные (например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева);
 - ▶ дискриптивные (выраженные на языке описания: *формулы, программы...*);
 - ▶ смешанные (*таблицы, графы, карты...*);
 - ▶ наглядные (выраженные на языке представления: *рисунки, чертежи...*);

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ **регистрирующие** (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ **прогностические;**
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ **имитационные** (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ **оптимизационные;**

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ **неформализованные** (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ **частично формализованные** (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По роли управления объектом моделирования:

- ▶ регистрирующие (например, штрих-код товара);
- ▶ эталонные (например, эталон веса);
- ▶ прогностические;
- ▶ имитационные (например, силуэт человека);
- ▶ оптимизационные;

По степени формализации:

- ▶ неформализованные (например, описание внешности);
- ▶ частично формализованные (например, кулинарный рецепт);
- ▶ формализованные (программа ЭВМ);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

По учету фактора времени:

- ▶ статические (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ детерминированные (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);

По учету фактора времени:

- ▶ **статические** (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ детерминированные (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);

По учету фактора времени:

- ▶ статические (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ детерминированные (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);

По учету фактора времени:

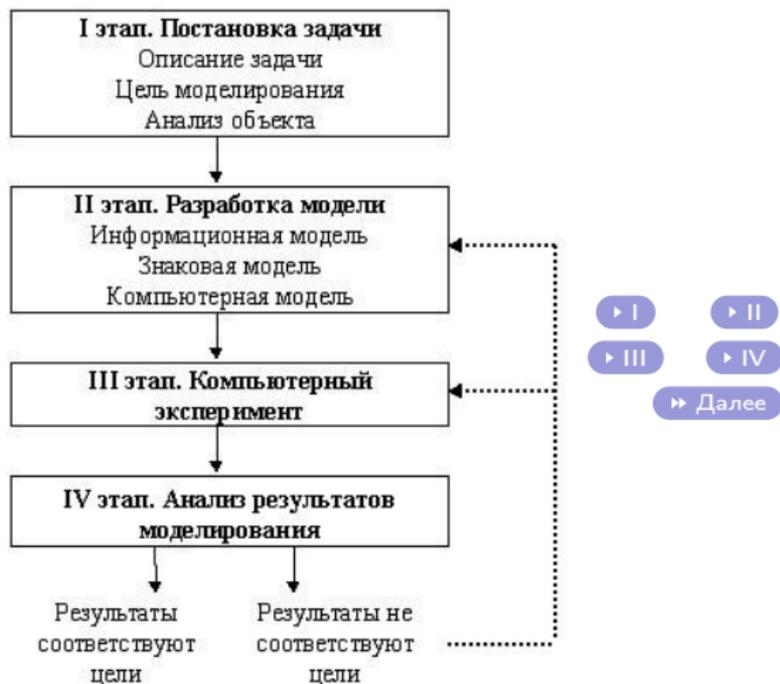
- ▶ статические (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ **детерминированные** (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);

По учету фактора времени:

- ▶ статические (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ детерминированные (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);

По учету фактора времени:

- ▶ статические (например, фотография - модель образа);
- ▶ динамические (например, график изменения температуры);
- ▶ детерминированные (например, график движения автомобиля с постоянным ускорением);
- ▶ стохастические (например, график движения молекул);



«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»
Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

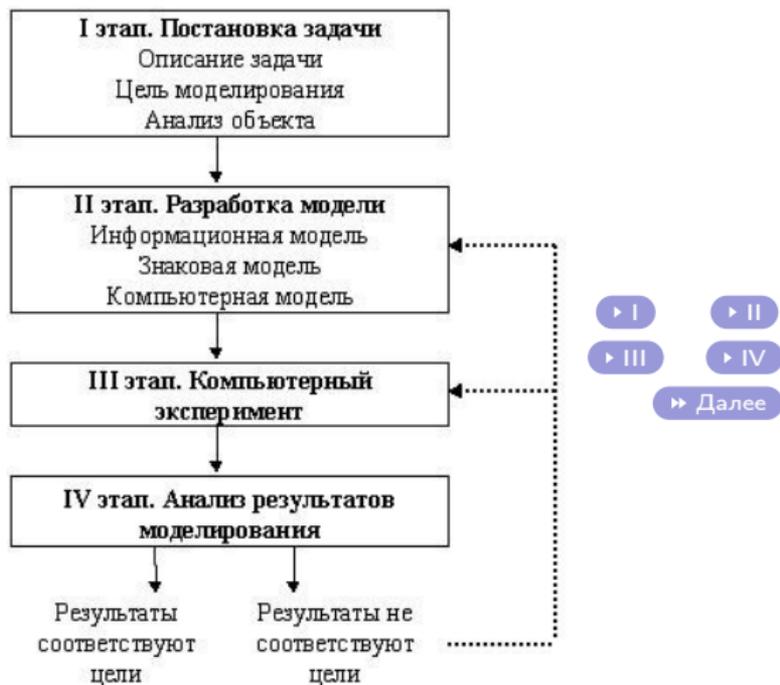
Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги



III – Проверяют правильность построения моделей, изучают поведение модели при различных параметрах объекта.

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Материальное моделирование делится на физическое и аналоговое моделирование.

◀ Скрыть

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Физическое моделирование состоит в замене изучения некоторого объекта или явления экспериментальным исследованием его модели, имеющей ту же физическую природу.

◀ Скрыть

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Аналоговое моделирование это один из важнейших видов моделирования, основанный на аналогии (в более точных терминах — изоморфизме) явлений, имеющих различную физическую природу, но описываемых одинаковыми математическими (дифференциальными, алгебраическими или какими-либо другими) уравнениями.

◀ Скрыть

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Идеальное моделирование основано не на материальной аналогии объекта и модели, а на аналогии идеальной, мыслимой.

◀ Скрыть

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Знаковым называется моделирование, использующее в качестве моделей знаковые преобразования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы, наборы символов.

◀ Скрыть

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

**Виды
моделирования**

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Одна из возможных классификаций:



▶ материальное

▶ физическое

▶ аналоговое

▶ идеальное

▶ знаковое

▶ математическое

▶ Далее

Математическое моделирование - важнейший вид знакомого моделирования, при котором исследование объекта осуществляется посредством модели, сформулированной на языке математики.

◀ Скрыть

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Математическое моделирование

Это метод описания процесса с помощью математической модели, при построении которой реальное явление представляется с помощью того или иного адекватного математического аппарата.

Классифицируются математические модели обычно по области применения:

- ▶ физические процессы;
- ▶ технические приложения;
- ▶ жизненные процессы (биология, физиология);
- ▶ большие системы, связанные с людьми (социальные, экономические, экологические);
- ▶ гуманитарные науки (языкознание, искусство);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Математическое моделирование

Это метод описания процесса с помощью математической модели, при построении которой реальное явление представляется с помощью того или иного адекватного математического аппарата.

Классифицируются математические модели обычно по области применения:

- ▶ физические процессы;
- ▶ **технические приложения;**
- ▶ жизненные процессы (биология, физиология);
- ▶ большие системы, связанные с людьми (социальные, экономические, экологические);
- ▶ гуманитарные науки (языкознание, искусство);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Математическое моделирование

Это метод описания процесса с помощью математической модели, при построении которой реальное явление представляется с помощью того или иного адекватного математического аппарата.

Классифицируются математические модели обычно по области применения:

- ▶ физические процессы;
- ▶ технические приложения;
- ▶ жизненные процессы (биология, физиология);
- ▶ **большие системы, связанные с людьми** (социальные, экономические, экологические);
- ▶ гуманитарные науки (языкознание, искусство);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Математическое моделирование

Это метод описания процесса с помощью математической модели, при построении которой реальное явление представляется с помощью того или иного адекватного математического аппарата.

Классифицируются математические модели обычно по области применения:

- ▶ физические процессы;
- ▶ технические приложения;
- ▶ жизненные процессы (биология, физиология);
- ▶ большие системы, связанные с людьми (социальные, экономические, экологические);
- ▶ гуманитарные науки (языкознание, искусство);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Математическое моделирование

Это метод описания процесса с помощью математической модели, при построении которой реальное явление представляется с помощью того или иного адекватного математического аппарата.

Классифицируются математические модели обычно по области применения:

- ▶ физические процессы;
- ▶ технические приложения;
- ▶ жизненные процессы (биология, физиология);
- ▶ большие системы, связанные с людьми (социальные, экономические, экологические);
- ▶ гуманитарные науки (языкознание, искусство);

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

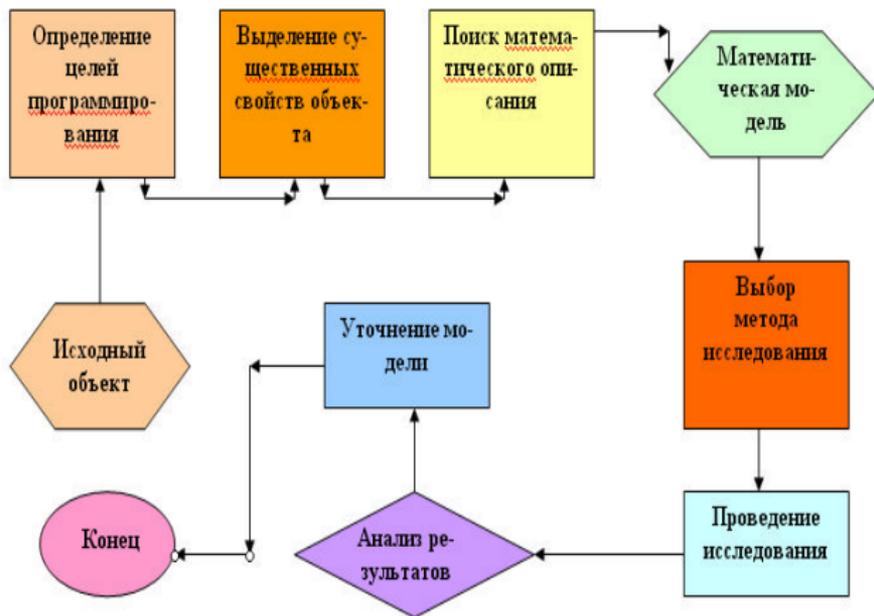
Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Основные этапы решения задач МММ:



«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ проверка достоверности программы модели;
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

**Решения задач
МММ**

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ **составляется план создания и использования программной модели;**
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ проверка достоверности программы модели;
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ **автономная отладка компонент модели;**
- ▶ проверка достоверности программы модели;
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

**Решения задач
МММ**

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ **проверке достоверности программы модели;**
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

**Решения задач
МММ**

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ проверке достоверности программы модели;
- ▶ **комплексная отладка модели с использованием тестов;**
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ проверке достоверности программы модели;
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ **оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;**
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие

«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы

моделирования

Виды

моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Этап программирования

На этом этапе выполняются следующие действия:

- ▶ составляется план создания и использования программной модели;
- ▶ программирование модели;
- ▶ автономная отладка компонент модели;
- ▶ проверке достоверности программы модели;
- ▶ комплексная отладка модели с использованием тестов;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл расчетов;
- ▶ составление технической документации на модель сложной системы;

«КОМПЬЮТЕН
МОДЕЛИРО-
ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

**Решения задач
МММ**

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ **описание имитационной модели;**
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ **описание программы модели;**
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ **полная схема программы модели;**
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ **полная запись программы модели на языке моделирования;**
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ **описание входных и выходных величин;**
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Результат этапа программирования:

- ▶ описание имитационной модели;
- ▶ описание программы модели;
- ▶ полная схема программы модели;
- ▶ полная запись программы модели на языке моделирования;
- ▶ доказательство достоверности программы модели (результаты комплексной отладки программы модели);
- ▶ описание входных и выходных величин;
- ▶ оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- ▶ инструкция по работе с программой модели;

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Этап испытания модели

Это важный этап создания модели. При этом необходимо выполнить следующее:

- ▶ убедиться в правильности динамики развития алгоритма моделирования объекта исследования в ходе имитации его функционирования (провести верификацию модели);
- ▶ определить степень адекватности модели и объекта исследования;

Наличие ошибок во взаимодействии компонент модели возвращает исследователя к этапу создания имитационной модели.

Этап испытания модели

Это важный этап создания модели. При этом необходимо выполнить следующее:

- ▶ убедиться в правильности динамики развития алгоритма моделирования объекта исследования в ходе имитации его функционирования (провести верификацию модели);
- ▶ определить степень адекватности модели и объекта исследования;

Наличие ошибок во взаимодействии компонент модели возвращает исследователя к этапу создания имитационной модели.

Этап испытания модели

Это важный этап создания модели. При этом необходимо выполнить следующее:

- ▶ убедиться в правильности динамики развития алгоритма моделирования объекта исследования в ходе имитации его функционирования (провести верификацию модели);
- ▶ **определить степень адекватности модели и объекта исследования;**

Наличие ошибок во взаимодействии компонент модели возвращает исследователя к этапу создания имитационной модели.

Этап испытания модели

Это важный этап создания модели. При этом необходимо выполнить следующее:

- ▶ убедиться в правильности динамики развития алгоритма моделирования объекта исследования в ходе имитации его функционирования (провести верификацию модели);
- ▶ определить степень адекватности модели и объекта исследования;

Наличие ошибок во взаимодействии компонент модели возвращает исследователя к этапу создания имитационной модели.

Этап изучения свойств имитационной модели

Необходимо оценить:

- ▶ **точность имитации явлений;**
- ▶ устойчивость результатов моделирования;
- ▶ чувствительность критериев качества к изменению параметров модели;

Получить эти оценки в ряде случаев бывает весьма сложно. Однако без успешных результатов этой работы доверия к модели не будет ни у разработчика, ни у заказчика ИМ.

Этап изучения свойств имитационной модели

Необходимо оценить:

- ▶ точность имитации явлений;
- ▶ **устойчивость результатов моделирования;**
- ▶ чувствительность критериев качества к изменению параметров модели;

Получить эти оценки в ряде случаев бывает весьма сложно. Однако без успешных результатов этой работы доверия к модели не будет ни у разработчика, ни у заказчика ИМ.

«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные теоретические сведения

Понятие «Модель»

Назначение моделей

Структура моделей

Виды моделей

Основные этапы моделирования

Виды моделирования

Математическое моделирование

Классификация моделей

Решения задач МММ

Литература

Книги

Этап изучения свойств имитационной модели

Необходимо оценить:

- ▶ точность имитации явлений;
- ▶ устойчивость результатов моделирования;
- ▶ чувствительность критериев качества к изменению параметров модели;

Получить эти оценки в ряде случаев бывает весьма сложно. Однако без успешных результатов этой работы доверия к модели не будет ни у разработчика, ни у заказчика ИМ.

Этап изучения свойств имитационной модели

Необходимо оценить:

- ▶ точность имитации явлений;
- ▶ устойчивость результатов моделирования;
- ▶ чувствительность критериев качества к изменению параметров модели;

Получить эти оценки в ряде случаев бывает весьма сложно. Однако без успешных результатов этой работы доверия к модели не будет ни у разработчика, ни у заказчика ИМ.

Этап эксплуатации модели

Этот этап начинается с составления плана эксперимента.

При этом существенно следующее:

- ▶ стремление к минимизации числа опытов;
- ▶ обеспечение возможности одновременного варьирования всеми переменными;
- ▶ использование математического аппарата;
- ▶ выбор четкой стратегии;

Затем исследователь проводит рабочие расчеты на модели. Итог работы - результаты моделирования.

Этап анализа результатов моделирования

Получив результаты моделирования, исследователь приступает к их интерпретации. Результат - рекомендации по проектированию системы или ее модификации.

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

**Решения задач
МММ**

Литература

Книги

Этап эксплуатации модели

Этот этап начинается с составления плана эксперимента.

При этом существенно следующее:

- ▶ стремление к минимизации числа опытов;
- ▶ обеспечение возможности одновременного варьирования всеми переменными;
- ▶ использование математического аппарата;
- ▶ выбор четкой стратегии;

Затем исследователь проводит рабочие расчеты на модели. Итог работы - результаты моделирования.

Этап анализа результатов моделирования

Получив результаты моделирования, исследователь приступает к их интерпретации. Результат - рекомендации по проектированию системы или ее модификации.

«КОМПЬЮТЕН МОДЕЛИРО- ВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги

-  **Трусов П.В.**
Введение в математическое моделирование. Учебное пособие.
— М.: Логос, 2004.

-  **Макарова Н.А.**
Основные этапы моделирования.
— СПб.: Питер, 2005.

-  **Тарасевич Ю.Ю.**
Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс.
— Изд.4, испр. 2004. 152с.

-  **Edward R.Scheinerman**
Invitation to dynamical system.
— Prentice-Hall,1995. 220 с.

◀ В начало

«КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Я. А. Долженко

Основные
теоретические
сведения

Понятие
«Модель»

Назначение
моделей

Структура
моделей

Виды моделей

Основные этапы
моделирования

Виды
моделирования

Математическое
моделирование

Классификация
моделей

Решения задач
МММ

Литература

Книги