

Модели решения функциональных и вычислительных задач

Учебник Столяровой, 3 глава.

<http://ermak.cs.nstu.ru/~shalag/tems/content.html>

Учитель: сколько будет 2×2 ?

Ученик: а мы продаём или покупаем?"

Дидактические единицы

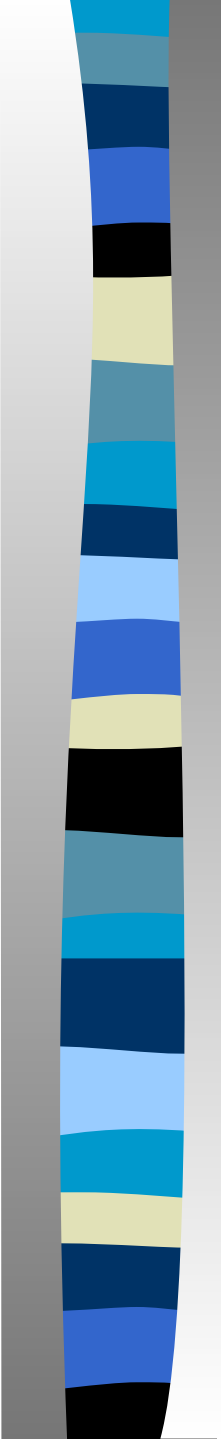
Моделирование как метод познания

Определения

Классификация моделей

Классификация задач, решаемых с помощью моделей

Методы и технологии моделирования. Интеллектуальные системы.



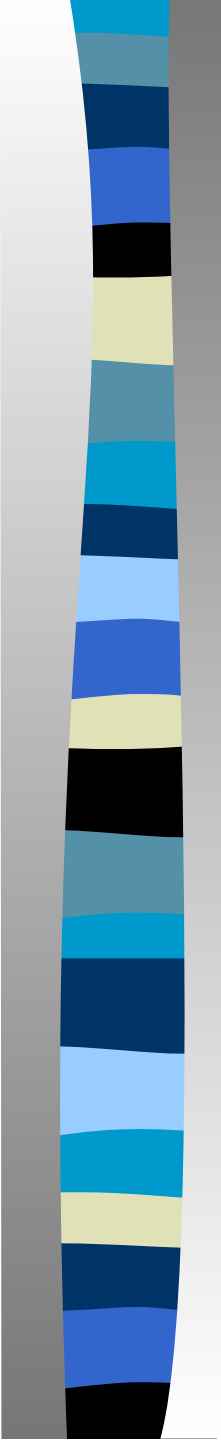
Моделирование как метод познания

Научный метод исследования

Объяснения исследуемых **объектов** (явлений, процессов, сущностей) предлагаются в виде научных **теорий**, которые основываются на **наблюдениях**, **гипотезах** и дедуктивных **предположениях**. Прогнозы, сделанные на основе теории, проверяются **экспериментом**. Результаты теории должны быть проверены воспроизводимыми **опытами**.

Элементы научного метода

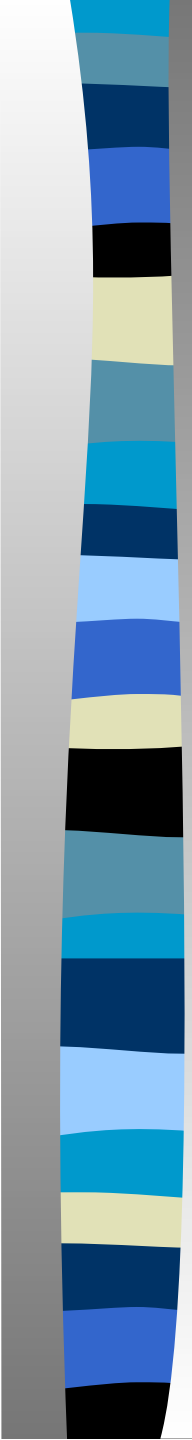
1. Наблюдения (описания, измерения).
 2. Гипотеза (теория, гипотетическое объяснение наблюдений и измерений).
 3. Предсказания (логические следствия из гипотезы).
 4. Эксперимент (опыты, проверяющие описанные шаги).
- Эти шаги повторяются итеративно и рекурсивно, каждый шаг проверяется на предмет возможных ошибок.



Определения

Модель (лат. *modulus*) – мера, образец.

- **Модель** – образец для массового изготовления какого-либо изделия.
- **Модель** – тип, марка, наименование изделия или его номер в модельном ряду.
- **Модель** – изделие, с которого снимается форма для воспроизведения, лекала, шаблоны.
- **Модель** – устройство, имитирующее строение и действие какого-либо другого устройства в научных, образовательных, производственных, испытательных или спортивных целях.
- **Модель** – объект моделирования, увлечения коллекционеров.
- **Модель** – образ, аналог (возможно, мысленный) какого-либо объекта, оригинала данной модели.
- **Модель** – модель объекта или явления в науке.
- **Модель** – человек, демонстрирующий модели одежды на показах (манекенщик, натурщик, фотомодель);
- **Модель** в языкознании – общая схема описания системы языка или какой-либо его подсистемы (грамматической).



Научное определение

Модел́ь – материальный или мысленно представляемый **объект**, замещающий в процессе исследования объект-оригинал.

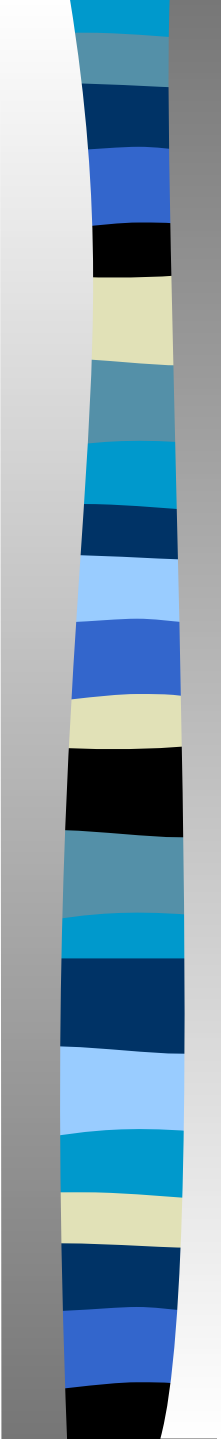
Использование моделей целесообразно, когда исследование самого объекта затруднено или физически невозможно

Объект исследования - **предмет, процесс** или **явление**.

Модель, это инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект.

Адекватность - основное требование, предъявляемое к модели - соответствие свойств модели исходному объекту.

Моделирование - процесс построения модели.



Моделирование

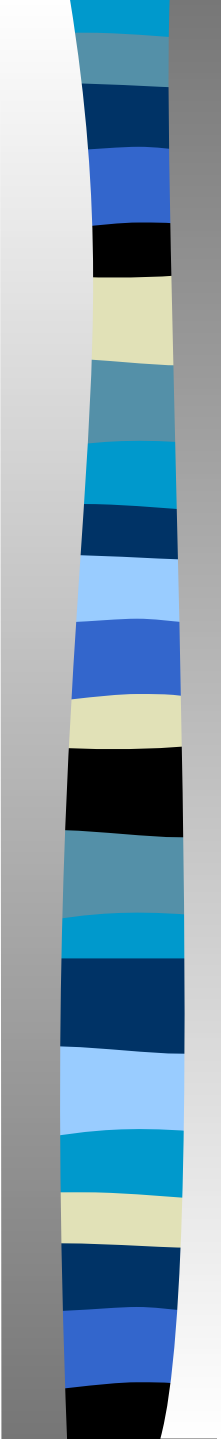
Моделирование – исследование объекта **познания** путем создания его адекватной модели и экспериментирования с ней с целью получения полезной информации (знаний, выводов).

Цель моделирования - понять и изучить качественную и количественную природу объекта, отразить существенные для исследования черты в пригодной для использования в практической деятельности форме.

Задачи моделирования

1. Построение и изучение моделей реально существующих объектов.
2. Исследование объектов на их моделях.
3. Прогнозирование поведения объектов.

Назначение модели – изучение объекта путем его упрощения, выбора тех его свойств, которые существенны для решения данной задачи.



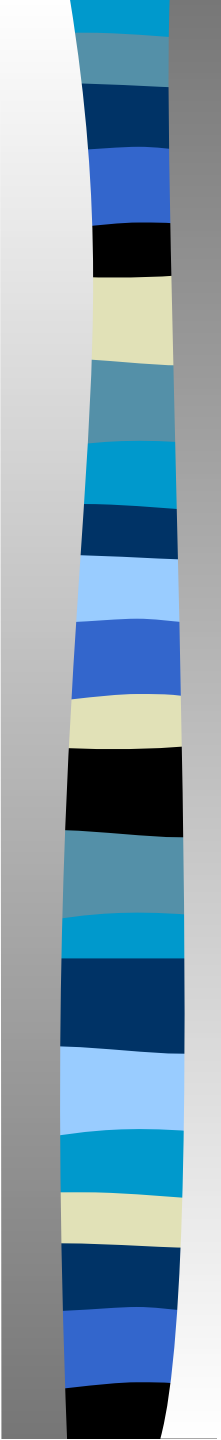
Требования к модели

1. Модель должна быть существенной (**адекватной**). А именно, модель должна отражать необходимые, существенные для решения конкретной задачи свойства объекта.
2. Затраты на создание модели должны быть меньше затрат на создание оригинала.
3. Должны быть четко определены правила интерпретации результатов вычислительного эксперимента.

Модель должна строиться так, чтобы она наиболее полно воспроизводила те качества объекта, которые необходимо изучить в соответствии с поставленной целью.

Модель должна быть проще объекта и удобнее его для изучения.

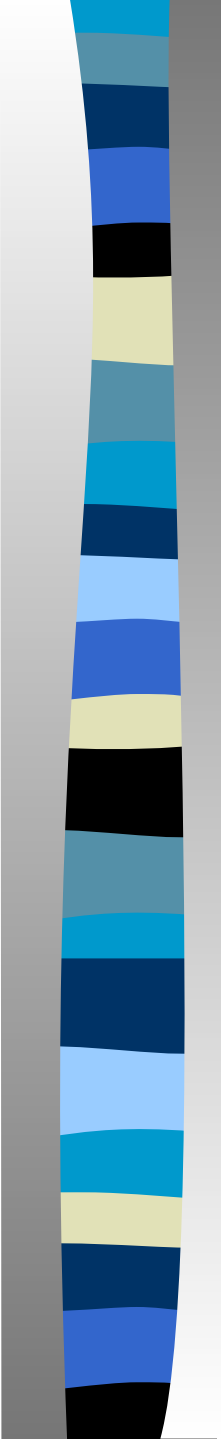
Для одного и того же объекта могут существовать различные модели, классы моделей, соответствующие различным целям его изучения.



Процесс моделирования

В общем случае, включает три элемента:

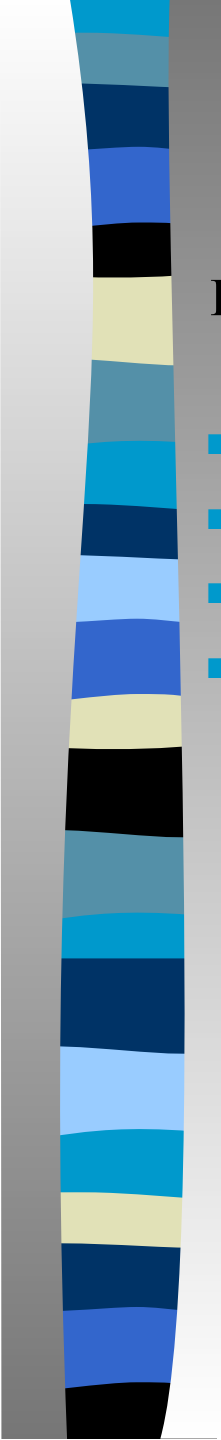
- субъект (исследователь),
- объект исследования,
- модель, определяющую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.



В общем случае, включает четыре этапа

- **Первый** – постановка задачи, получение сведений об объекте моделирования, выделение существенных свойств для решения задачи. Первый этап заканчивается построением модели, которая отображает только существенные черты оригинала. *Для одного объекта может быть построено несколько моделей, концентрирующих внимание на определенных сторонах объекта.*
- **Второй** – исследование модели. Одна из форм исследования - проведение **экспериментов**, при которых изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о ее поведении. *Конечным результатом этого этапа является множество (совокупность) знаний о модели.*
- **Третий** – перенос знаний с модели на оригинал, формирование множества знаний, проводимый по определенным правилам. *Знания о модели корректируются с учетом тех свойств оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели.*
- **Четвертый** – практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им.

Моделирование – процесс итерационный.



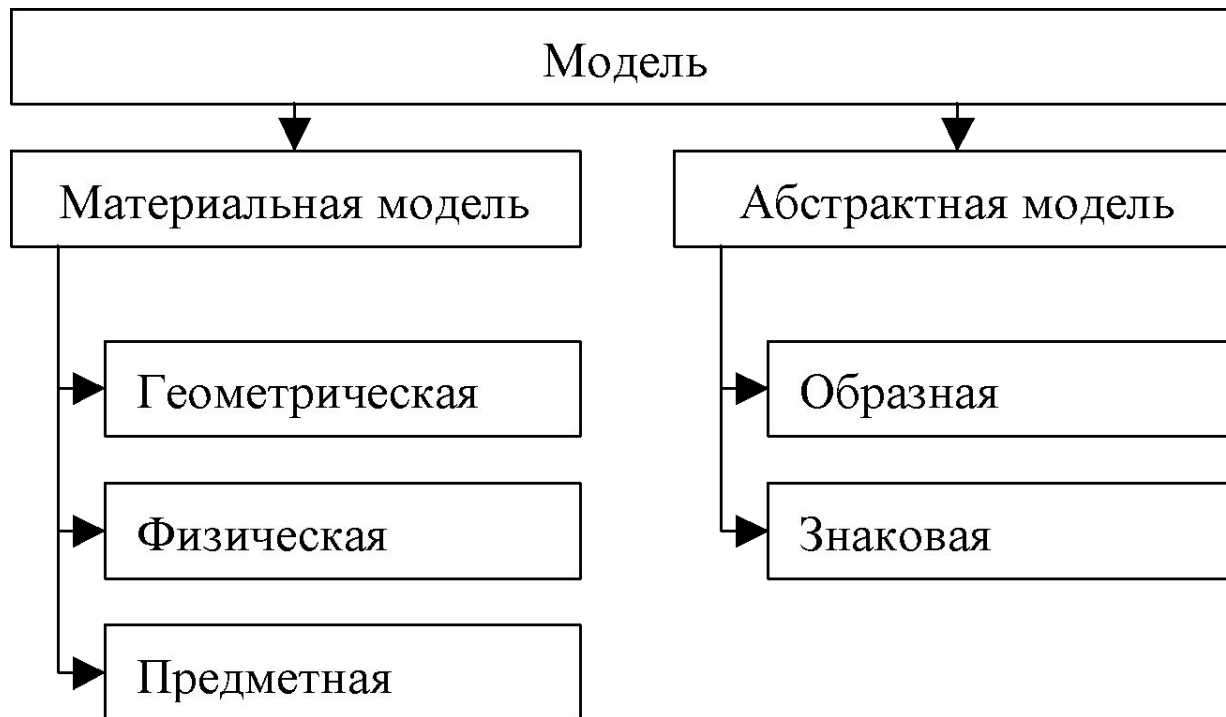
Классификация моделей

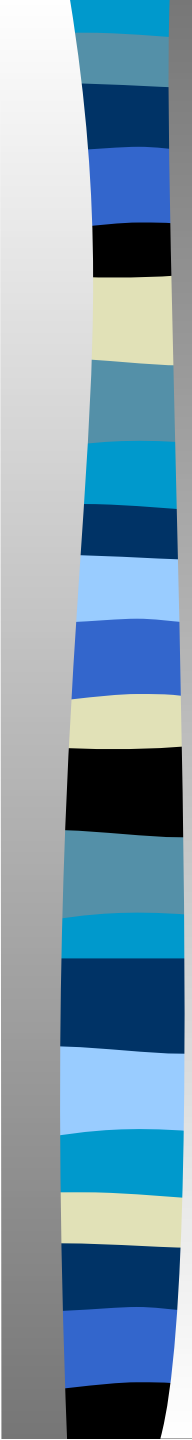
Единой классификации видов моделирования в силу многозначности понятия не существует, классификацию можно проводить:

- по характеру моделей,
- по характеру моделируемых объектов,
- по сферам приложения моделирования,
- и т.д.

Варианты классификации

1. По способу познания: научно-технические, художественные, житейские.
2. По природе моделей: материальные, абстрактные.





Материальные модели – измененная копия оригинала с сохранением физической сущности.

Геометрическая модель – отображение оригинала в масштабе.

Примеры: глобус, макет здания.

Физическая модель – отображение оригинала, которое имеет одинаковую физическую природу с объектом моделирования, макет изучаемого объекта.

Предметная модель – отображение

Примеры: манекены в ателье, модель гидроэлектростанции.

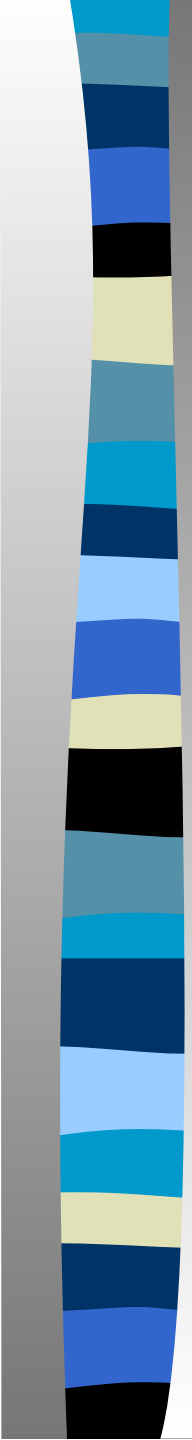
Абстрактные модели – отображение оригинала, отражающее существенные черты и возникающее в сознании человека в процессе познания.

Образные модели носят описательный характер, выражаются вербальным описанием, рисунком и прочими не формализуемыми образами.

Знаковые модели выражаются средствами формальных языков, в том числе языком математики, тогда это математическая модель.

Пример: формулы, схемы, чертежи, диаграммы и пр.

Математическая модель – совокупность математических зависимостей, отражающая в явной форме сущность объекта исследования.



3. По полноте отражения внутренних свойств объекта: динамические и статические.

Динамические модели используются при разработке систем автоматизированного управления процессами, учитывают переходные характеристики объекта.

Статические модели описывают стационарные процессы.

4. По используемому математическому аппарату: детерминированные и стохастические.

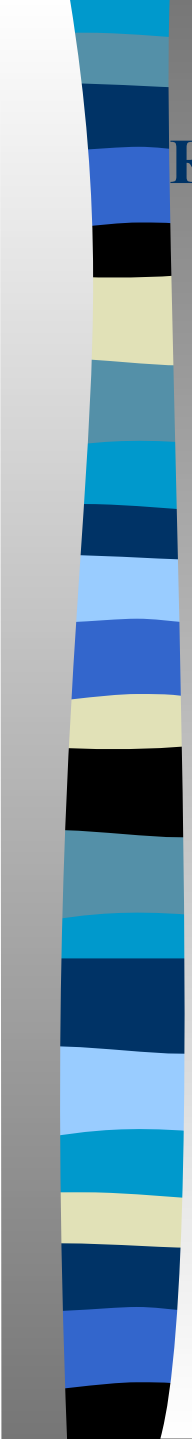
В детерминированных моделях результат определяется достоверно, а именно, при изменении входных параметров значения выходных величин определяются однозначно.

В стохастических моделях результат определяется с определенной степенью достоверности, так как неоднозначно определяется заданными параметрами.

5. По степени адекватности модели: гомоморфные и изоморфные модели.

Гомоморфные — отображают часть свойств оригинала на модель.

Изоморфные — отображают взаимно однозначное соответствие между оригиналом и моделью в области изучаемых свойств.



Классификация абстрактных моделей по виду применения

1. Вербальные модели. Для описания модели используются естественные языки, образы.

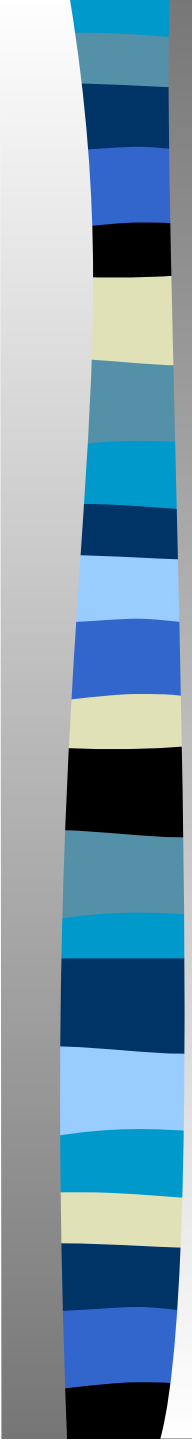
Пример —

2. Математические модели. Для описания моделей используются формальные языки (исчисления), содержащие ограниченный алфавит и жестко определенный синтаксис.

Пример —

3. Информационные модели. Класс знаковых моделей, описывающих информационные процессы (возникновение, передачу, преобразование и использование информации) в сложных системах самой разнообразной природы.

Пример —



Отличие модели от реального объекта моделирования предполагает **упрощение**.

Если объем информации в задаче исследования объекта велик, и информационные аспекты многообразны, то построение модели отражает какую-то часть реальности. Важно, чтобы эта часть отражала существенные признаки исследуемого объекта.

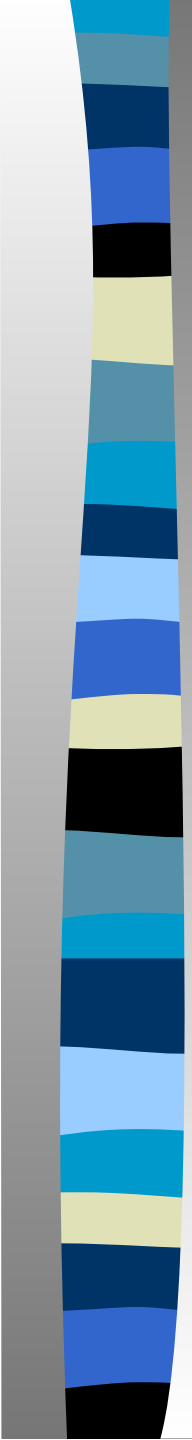
Упрощающие предположения позволяют выделить из многообразия информации *исходные данные*, определить *ожидаемый результат* и описать *связь* между исходными данными и результатом.

Моделей одного объекта может быть много, но каждая модель будет отражать только существенные признаки объекта, важные для решения какой-либо прикладной задачи.

Пример -

Разные объекты могут описываться одной моделью.

Пример - в механике различные материальные тела могут рассматриваться как материальные точки.



Достоинства и недостатки метода математического моделирования

Достоинства

универсальность – на этапе разработки системы метод позволяет формировать различные варианты ее модели,

меньшая стоимость,

меньшая продолжительность во времени, так как есть возможность проведения многократных экспериментов с полученными вариантами модели,.

возможность единообразного решения классов задач, имеющих одинаковое математическое описание,

исследование модели на комплексном наборе входных данных,

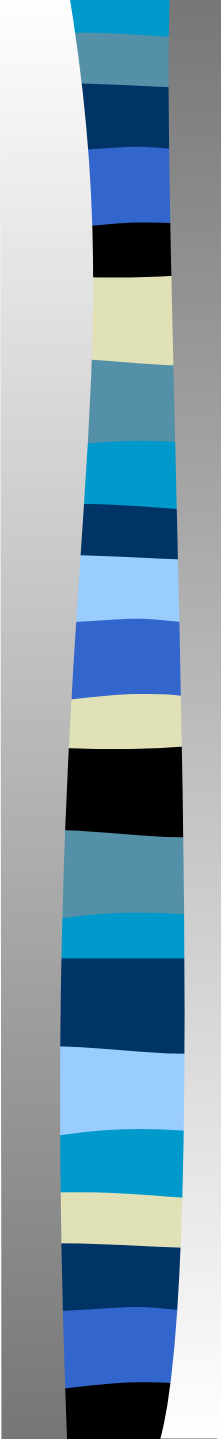
возможность моделирования по частям.

Недостатки:

гносеологические трудности построения адекватной модели,

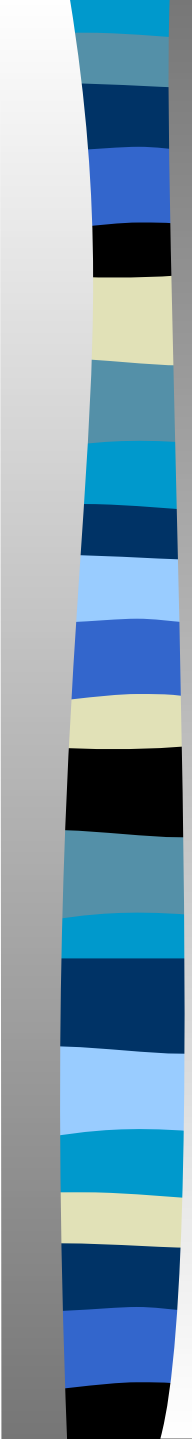
сбор большого количества достоверной информации,

не целостность модели.



Классификация задач, решаемых с помощью моделей

- Математическое моделирование. MathCad, MathLab
- Экономико-математическое моделирование Project Expert
- Математико-картографическое моделирование
- Статистическое моделирование Statistica, MathLab
- Структурное моделирование Vissim, LabView
- Визуальное моделирование 3D Studio
- Компьютерное моделирование
- и т.д.



Методы и технологии моделирования.

Компьютерное моделирование

Виды абстрактных моделей в прикладных областях.

1. Традиционное моделирование – вербальные или абстрактные модели строятся без использования технических средств информатики.
2. Прикладное моделирование – модели, имеющие приложения в информационных системах.
3. Компьютерное моделирование – моделирование прикладных задач с использованием информационных технологий.

Компьютерное моделирование включает:

а) инструментальное использование универсальных программных средств для решения задач моделирования;

б) интеллектуальное моделирование:

вычислительное (аналитическое) моделирование:

ситуационное (имитационное) моделирование;

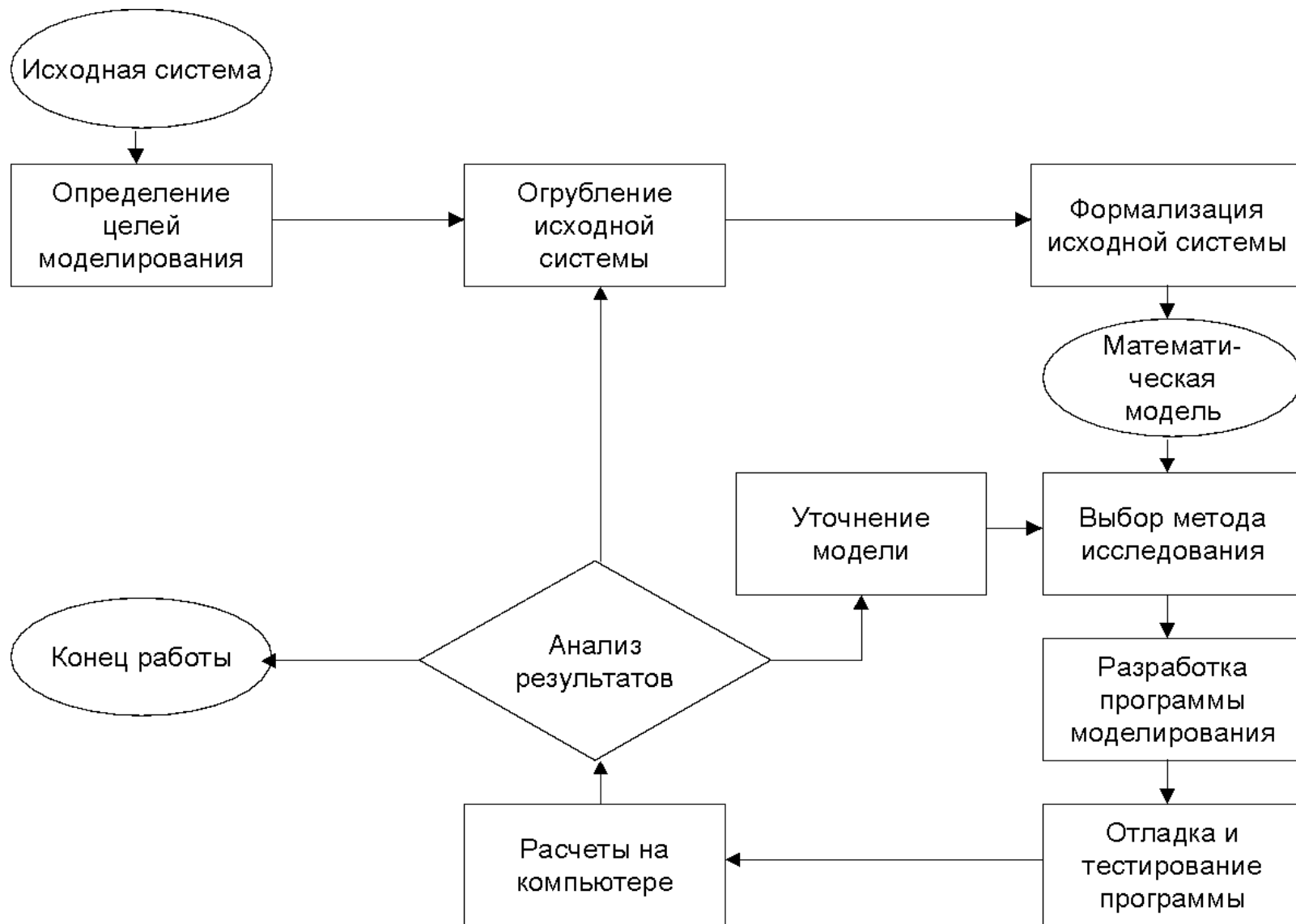
графическое моделирование – визуализация объектов;

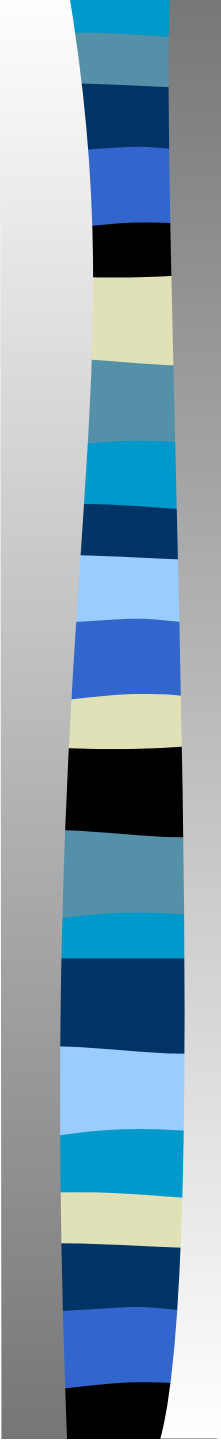
интеллектуальные системы;

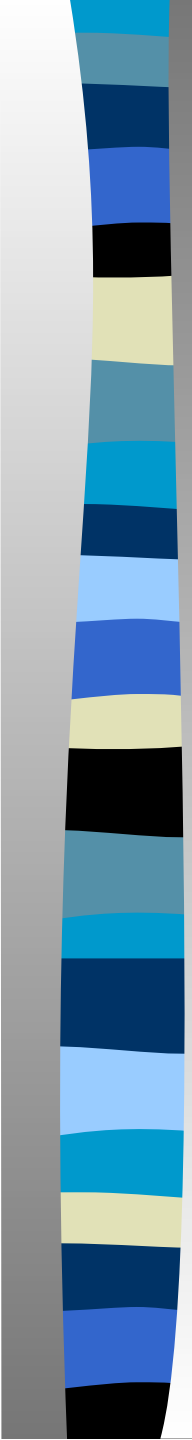
системы принятия решений;

И так далее.

Основные этапы компьютерного моделирования



- 
1. Постановка задачи, определение объекта моделирования, определение целей моделирования, разделение входных параметров по степени важности.
 2. Разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных видов их взаимодействия.
 3. Формализация, выбор математической модели, имеющей конкретное математическое наполнение в виде системы уравнений, системы неравенств, дифференциальных уравнений и т.д.
 4. Выбор метода исследования. Как правило, для решения одной и той же задачи есть несколько конкретных методов, различающихся эффективностью, устойчивостью и т.д.
 5. Описание алгоритма и программирование.
 5. Планирование и проведение экспериментов, тестирование на большом числе тестовых примеров. Здесь выясняется степень соответствия модели реальному объекту.
 6. Анализ и интерпретация результатов.



Методологические подходы к математическому моделированию

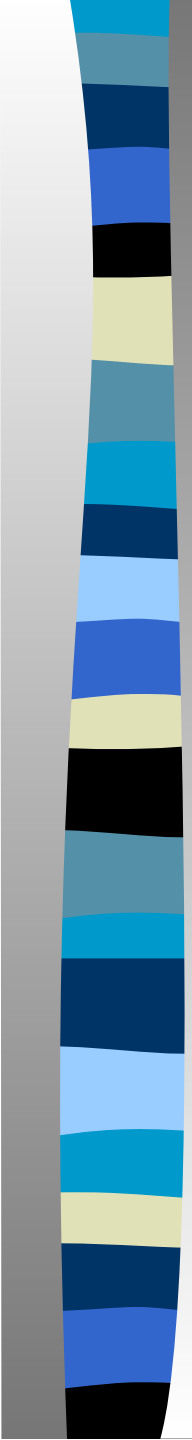
Методологически математическое моделирование включает три основных вида: аналитическое, имитационное и комбинированное моделирование.

Аналитическими называются модели реального объекта, использующие математическое описание объекта, и предусматривающие осуществление однозначной вычислительной процедуры, приводящей к их точному решению (алгоритма).

Математическая модель реализуется в виде такой системы математических методов относительно искомых величин, которая допускает получение нужного результата аналитически (в явном виде) или численно.

Аналитическое решение дает полную и наглядную картину, позволяющую получать зависимость результатов моделирования от совокупности исходных данных.

Использование аналитического моделирования - задачи оптимизации и стратегии управления.



Имитационными называются математические модели, воспроизводящие поведение исследуемого объекта путем выполнения большого количества элементарных операций.

Имитационное моделирование позволяет:

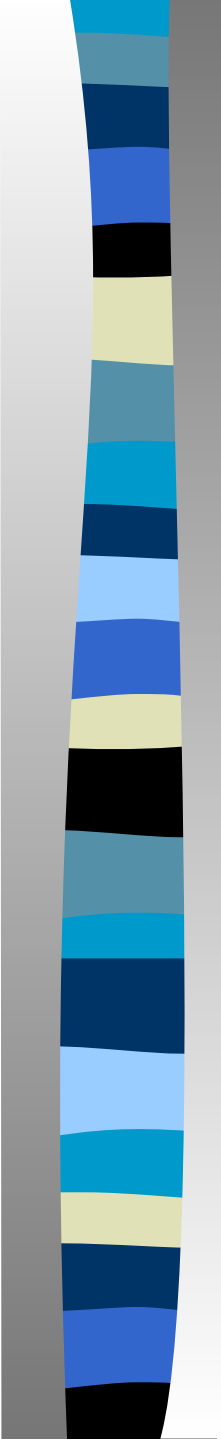
- воспроизвести весь процесс функционирования системы с сохранением логической структуры, связи между явлениями и последовательность протекания их во времени,
- учесть большое количество реальных деталей функционирования моделируемого объекта,
- выбрать конкретный вариант реализации системы.

Использование имитационных моделей – экономический анализ, финансовое, стратегическое планирование, бизнес-планирование, управление производством.

Недостатки:

Многократное повторение процесса при изменяющихся значениях случайных факторов с обработкой результатов отдельных расчетов, как следствие, большие затраты машинного времени и ресурсов.

Для создания содержательных моделей требуются концептуальные и программистские усилия.



Комбинированное моделирование объединяет достоинства аналитического и имитационного моделирования.

Аналитические методы используются при решении задачи проектирования, где формируются требования к структурным и функциональным параметрам, обеспечивающим качество проектируемой системы, однако получаемые при этом результаты могут иметь значительную погрешность.

Для повышения достоверности результатов многократные испытания модели проводятся с использованием имитационных методов моделирования.