

**Модель, моделирование,
компьютерное моделирование**

Модель - некоторый материальный или мысленно представляемый объект или явление, замещающий оригинальный объект или явление, сохраняя только некоторые важные его свойства, например, в процессе познания (созерцания, анализа и синтеза) или конструирования

Основные свойства модели

- **конечность:** модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и, кроме того, ресурсы моделирования конечны;
- **упрощенность:** модель отображает только существенные стороны объекта и, кроме того, должна быть проста для исследования или воспроизведения;
- **приблизительность:** действительность отображается моделью грубо, или приблизительно;
- **адекватность моделируемой системе:** модель должна успешно описывать моделируемую систему;
- **наглядность, обозримость основных свойств и отношений;**
- **доступность и технологичность** для исследования или воспроизведения;

- **информативность** - модель должна содержать достаточную информацию о системе (в рамках гипотез, принятых при построении модели) и давать возможность получить новую информацию;
- **сохранение информации**, содержащейся в оригинале (с точностью рассматриваемых при построении модели гипотез);
- **полнота**: в модели должны быть учтены все основные связи и отношения, необходимые для обеспечения цели моделирования;
- **устойчивость**: модель должна описывать и обеспечивать устойчивое поведение системы, если даже та вначале является неустойчивой;
- **замкнутость**: модель учитывает и отображает замкнутую систему необходимых основных гипотез, связей и отношений.

Есть целый ряд причин, по которым выгоднее исследовать не сам оригинал, а создать его модель.

- В реальном времени оригинал (прототип) может уже не существовать или его нет в действительности.

Для моделирования время не помеха. На основании известных фактов методом гипотез и аналогий можно построить модель событий или природных катаклизмов далекого прошлого. Так, к примеру, родились теории вымирания динозавров. С помощью такого же метода можно заглянуть в будущее. Так, ученые - физики построили теоретическую модель «ядерной зимы», которая начнется на планете в случае атомной войны.

- Оригинал может иметь много свойств и взаимосвязей. Чтобы глубоко изучить какое-то конкретное, интересующее нас свойство, иногда полезно отказаться от менее существенных, вовсе не учитывая их.
- Исследуемый объект либо очень велик (модель Солнечной системы), либо очень мал (модель атома).
- Процесс протекает очень быстро (модель двигателя внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические модели).
- Исследование объекта может привести к его разрушению (модель самолета).

«Моделирование - это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система:

1) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;

2) способная замещать его в определенных отношениях;

3) дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте»

(эти три признака фактически являются определяющими признаками модели)

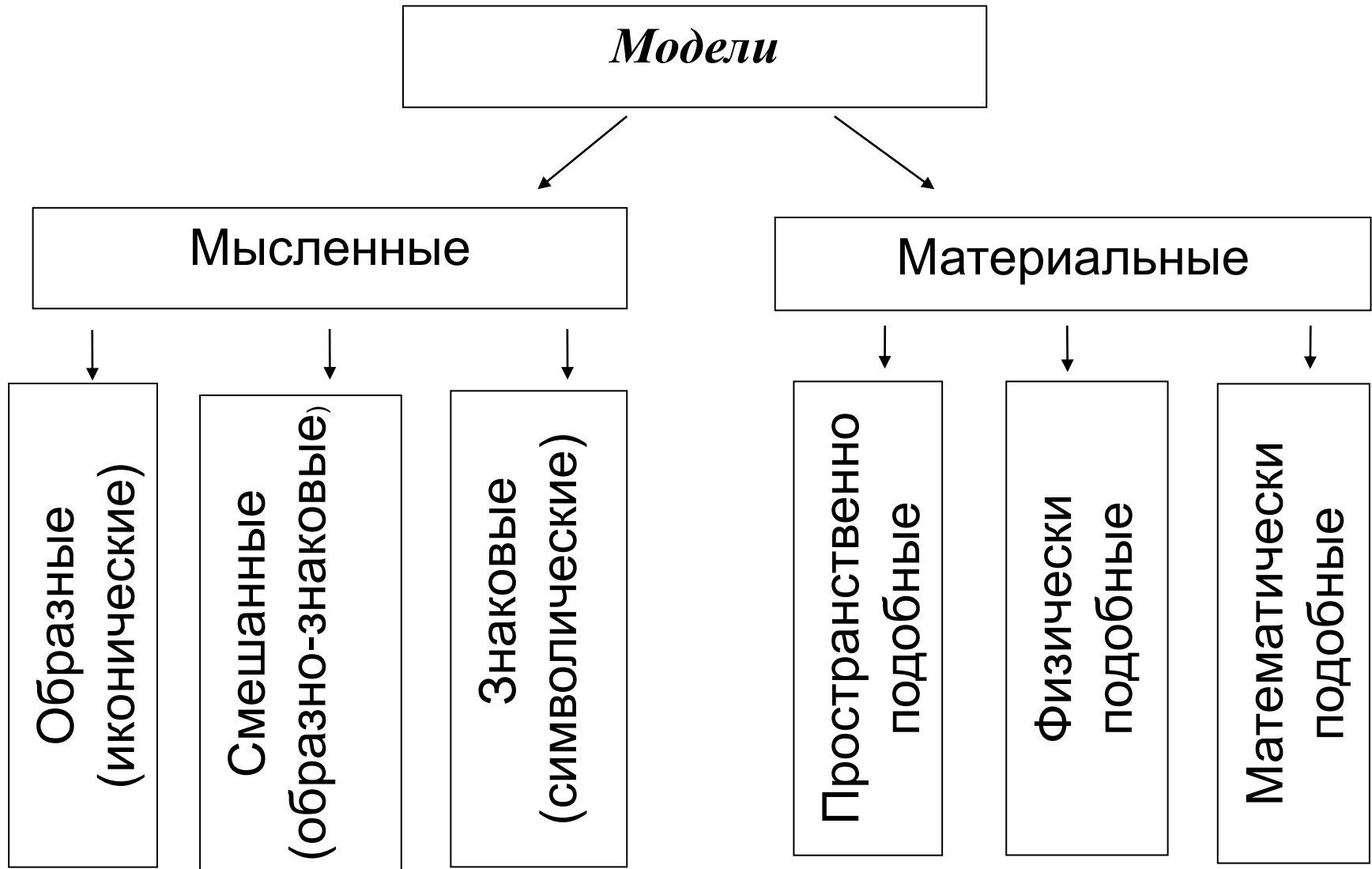
В.А. Штофф понимает под моделью

«...любую систему, мысленно представляемую или реально существующую, которая находится в определенных отношениях к другой системе (называемой обычно оригиналом, объектом) так, что при этом выполняются следующие условия:

1. Между моделью и оригиналом имеется отношение сходства, форма которого явно выражена и точно зафиксирована (условие отражения или уточненной аналогии).
2. Модель в процессе научного познания является заместителем изучаемого объекта (условие репрезентации).
3. Изучение модели позволяет получать информацию (сведения) об оригинале (условие экстраполяции)» выделенные три взаимно связанные и обуславливающие друг друга условия являются необходимыми и достаточными признаками модели.

Необходимыми потому, что отсутствие одного из них лишает систему ее модельного характера. Достаточными потому, что они объясняют все специфические особенности модели как своеобразной формы и специального средства научного познания

Классификация моделей (по В.А. Штоффу)



Виды моделей по способу представления

Материальные
(физическое подобие
реальному объекту)

Абстрактные
(кодирование информации)

Информационная
(совокупность информации
об объекте)

Воображаемая
(геометрическая точка,
бесконечность)

ОБРАЗНЫЕ

СМЕШАННЫЕ

ЗНАКОВЫЕ

РИСУНКИ



ФОТОГРАФИИ



ТАБЛИЦЫ

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

ГРАФИКИ



СХЕМЫ



ДИАГРАММЫ



**СЛОВЕСНЫЕ
ОПИСАНИЯ**

Большое значение для развития представлений учащихся о системе
информационной культуры имеет их способность кодиро-
вать информацию при анализе окружающей действительности.

ФОРМУЛЫ

$$x^2 + ax^2 + x \left(\frac{a}{b} + \mu \right) + v \frac{a^2}{b} = 0$$
$$x^2 + x \left(\frac{a}{b} + \mu \right) x^2 + \left(b + v \frac{a^2}{b} \right) x^2 + 2ab\mu x + x \frac{a^2}{b} = 0$$

Информационная модель

Вербальные (словесные)

1. Песня
2. Рассказ
3. Поэма

1. Блокнот
2. Word Pad
3. Microsoft Word

Графические

1. Рисунок
2. Чертеж
3. Схема
4. Картина

1. Paint
2. Photoshop
3. Corel Draw

Математические

1. Формула
2. Уравнение
3. Неравенство

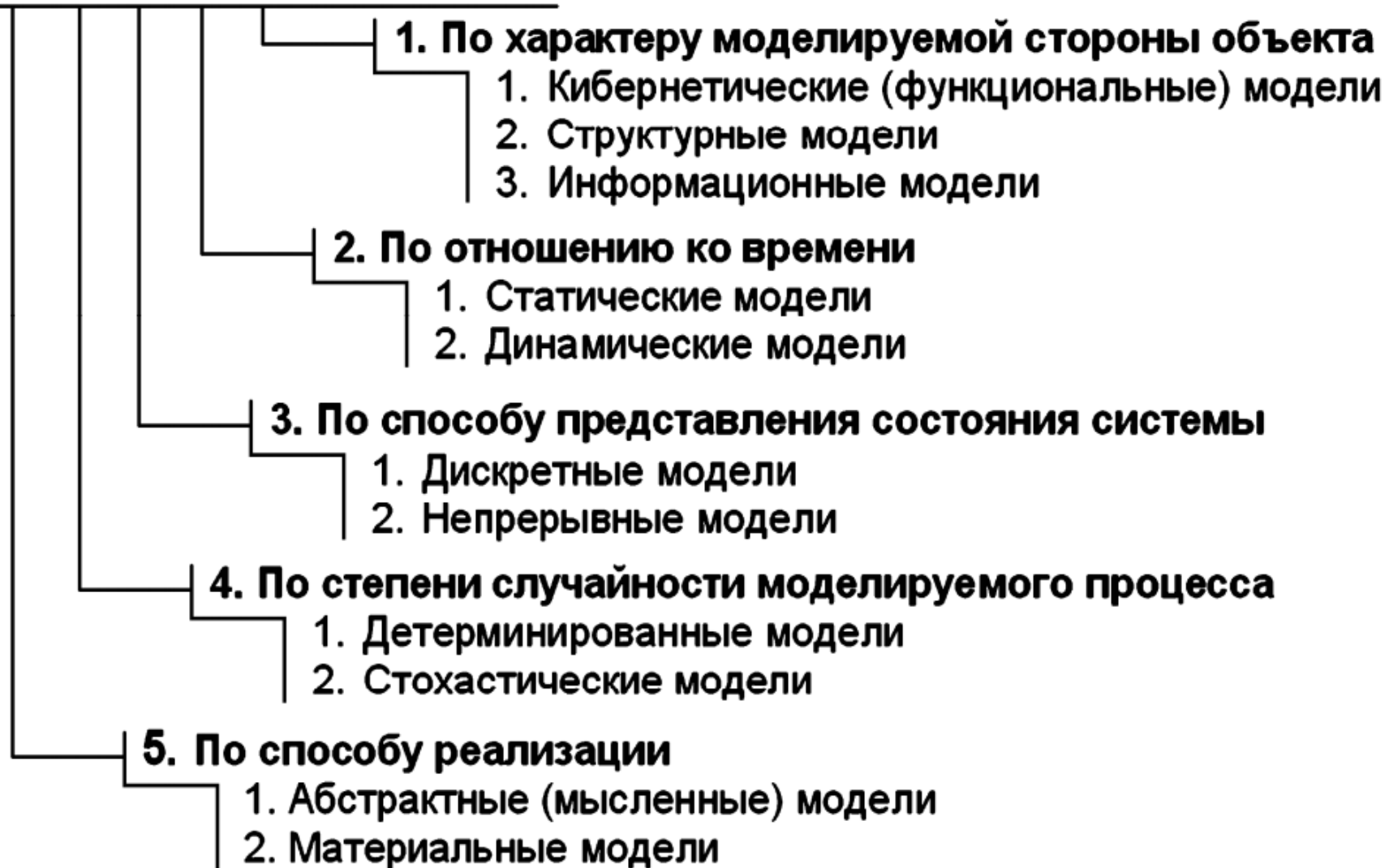
Табличные

1. Расписание уроков
2. Таблица умножения

Microsoft Excel



МОДЕЛИ КЛАССИФИЦИРУЮТСЯ :



Различные способы классификации моделей.

Материальные модели – это модели предметные, физические

Информационная модель - совокупность информации, характеризующая свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром

Вербальная модель – информационная модель в мысленной или разговорной форме

Знаковая модель - информационная модель, выраженная специальными знаками, т.е. средствами любого формального языка

Компьютерная модель — это модель, реализованная средствами программной среды

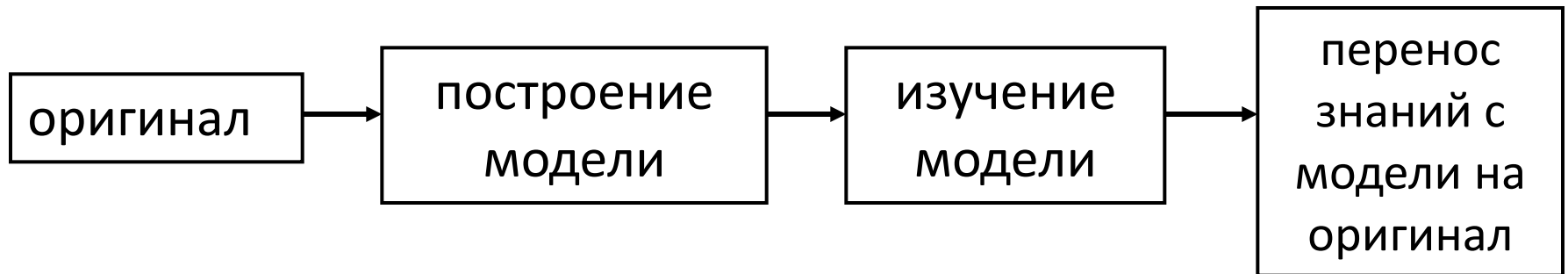
Моделирование любой системы невозможно без предварительной формализации

Формализация – это процесс выделения и перевода внутренней структуры объекта в определенную информационную структуру – форму

По сути, формализация – это первый и очень важный этап процесса моделирования

Моделирование – это построение моделей для исследования и изучения оригинала

Процесс моделирования можно представить в виде последовательности нескольких этапов



Основные этапы моделирования

I этап. Постановка задачи

- I.1 Описание задачи
- I.2 Цель моделирования
- I.3 Анализ объекта



II этап. Разработка модели

- II.1 Информационная модель
- II.2 Знаковая модель
- II.3 Компьютерная модель



III. Компьютерный эксперимент

- III.1 План моделирования
- III.2 Технология моделирования



IV. Анализ результатов моделирования

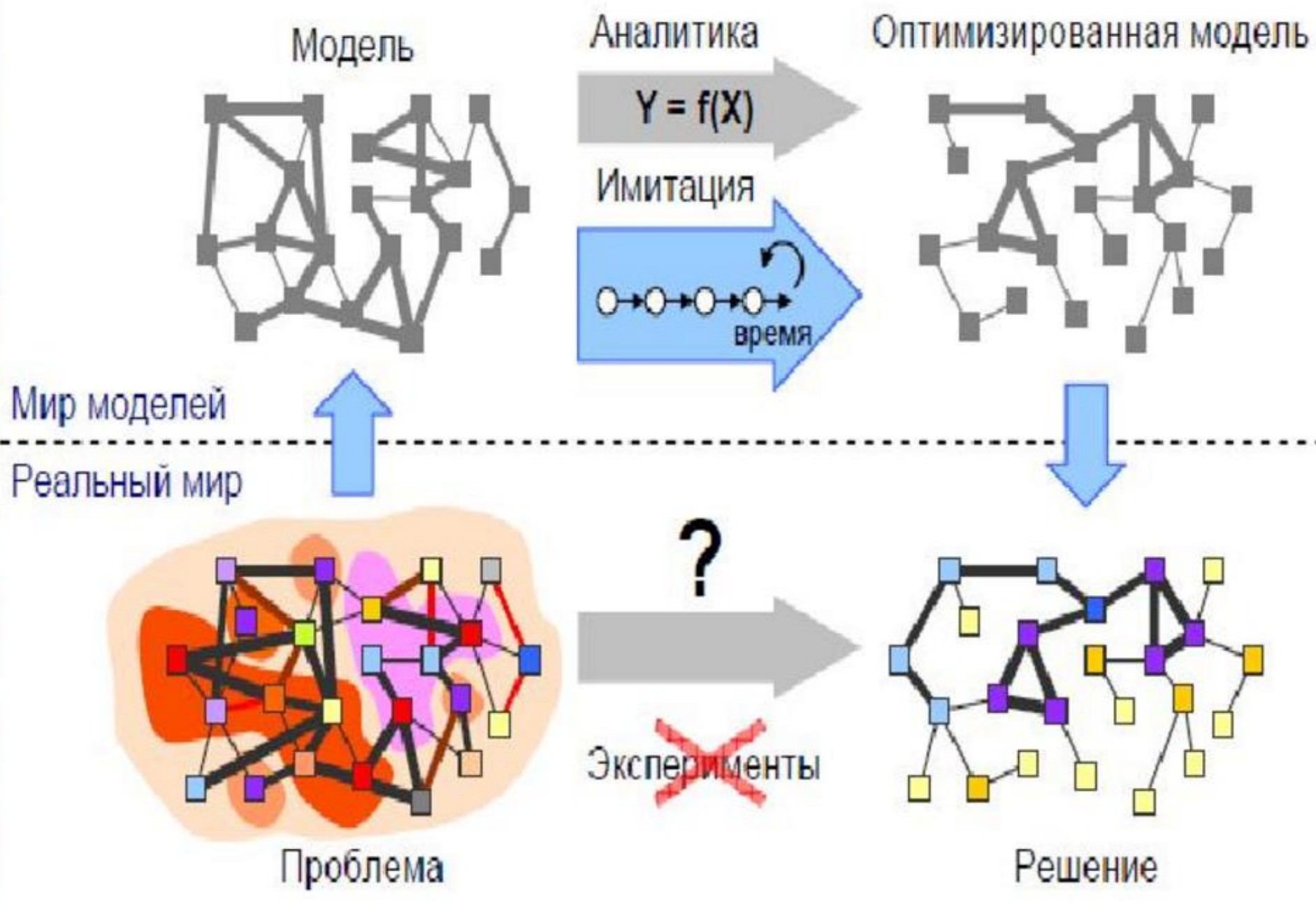
Результаты
соответствуют
цели

Результаты не
соответствуют
цели



Общая схема процесса компьютерного математического моделирования:





Компьютерные модели

Компьютерная математическая модель

Численные методы:

арифметические способы решения любой арифметической задачи

Вычислительный эксперимент

Расчет состояния объекта моделирования по математической модели

Наглядное представление результата:

Использование компьютерной графики и мультимедиа для представления результата

Управление в реальном времени:

Быстрые компьютерные модели, работающие со скоростью физического управляемого процесса

Компьютерная имитационная модель

Имитация состояния реальной системы со случайным поведением ее элементов

Системы массового обслуживания

Транспортные системы

Имитационное моделирование

- экспериментальный метод исследования реальной системы по ее имитационной модели, который сочетает особенности экспериментального подхода и специфические условия использования вычислительной техники



Существует множество программных комплексов и сред, которые позволяют проводить построение и исследование моделей:

- Графические среды
 - Текстовые редакторы
 - Электронные таблицы
 - Математические пакеты
 - Среды программирования
 - HTML-редакторы
 - СУБД
- и др.

Модели на графах

- **Граф** – это средство для наглядного представления состава и структуры системы.
- Граф состоит из *вершин*, связанных *дугами* или *ребрами*. Вершины могут быть изображены кругами, овалами, точками.
- Связи между вершинами изображаются линиями. Если линия направленная – *дугой*, если не направленная – *ребро*.
- Граф, в котором все линии направленные, называется *ориентированным графом*.
Две вершины, соединенные дугой или ребром, называются *смежными*.

Моделирование в электронных таблицах

Моделирование в электронных таблицах охватывает очень широкий класс задач в разных предметных областях. Электронные таблицы – универсальный инструмент, позволяющий быстро выполнить трудоемкую работу по расчету и пересчету количественных характеристик объекта.

При моделировании с использованием электронных таблиц алгоритм решения задачи несколько трансформируется, скрываясь за необходимостью разработки вычислительного интерфейса

Моделирование в среде СУБД

Моделирование в среде СУБД обычно преследует следующие цели:

- хранение информации и своевременное ее редактирование;
- упорядочение данных по некоторым признакам;
- создание различных критериев выбора данных;
- удобное представление отобранной информации.

В процессе разработки модели на основе исходных данных формируется структура будущей базы данных. Описываемые характеристики и их типы сводятся в таблицу.

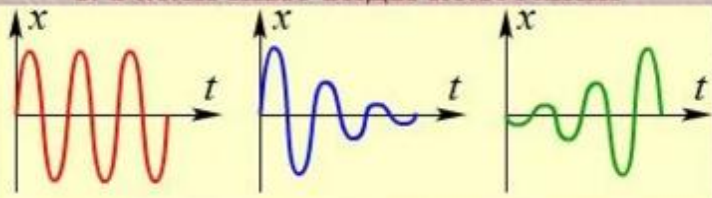
Моделирование в среде программирования

Моделирование в среде программирования включает в себя основные этапы компьютерного моделирования. На этапе построения информационной модели и алгоритма необходимо определить, какие величины являются входными параметрами, а какие – результатами, а также определить тип этих величин. При необходимости составляется алгоритм в виде блок-схемы, который записывается на выбранном языке программирования. Одним из важнейших этапов является тестирование алгоритма и программы

Графические среды.

Визуальное представление объектов, которые настолько сложны, что их описание иными способами не дает человеку ясного понимания. Здесь наглядность модели выходит на первый план

1. Различные виды колебаний

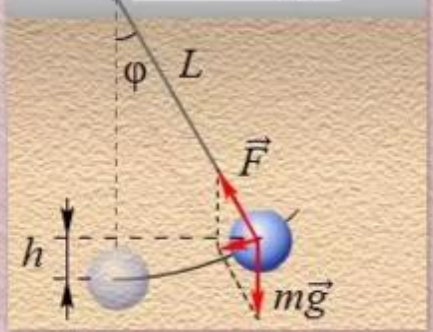
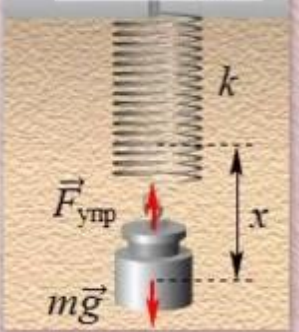


2.1. Пружинный маятник

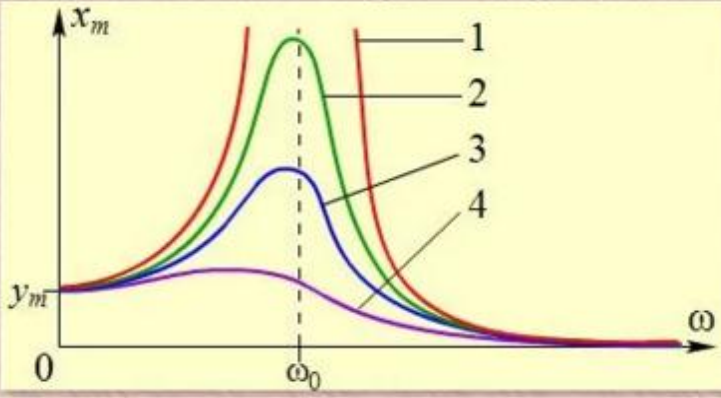
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

2.2. Математический маятник

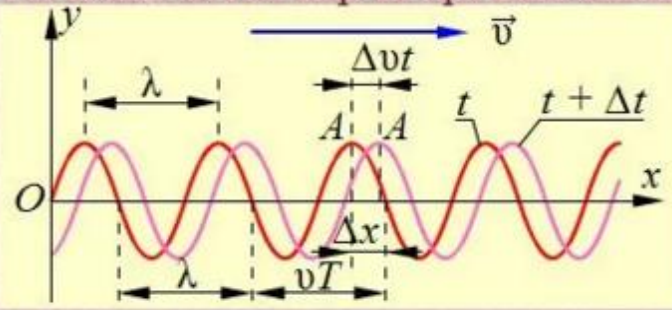
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$



3. Амплитудная резонансная кривая Резонанс при $\omega = \omega_0$



4. Механическая энергия при колебаниях



$$E_n + E_x = \text{const} \quad E_n = E_x = E/2$$

A – амплитуда, ν – частота
 λ – длина волны, v – скорость
 k – волновое число $\lambda = v/\nu, k = 2\pi/\lambda$

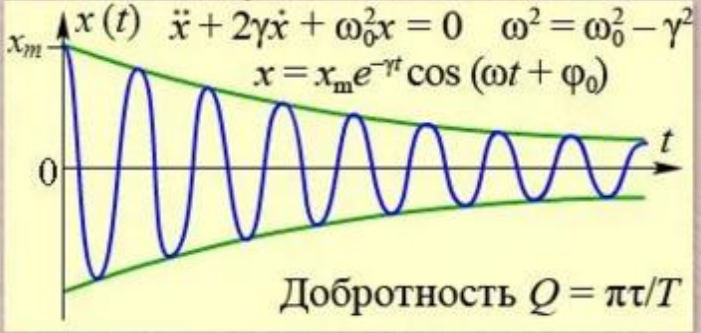
5. Шкала звука



6.1. Вынужденные колебания

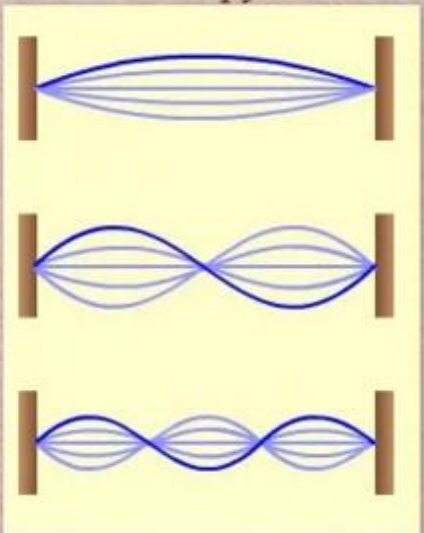
$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = A \cos \omega t$$

6.2. Затухающие колебания



$$\text{Добротность } Q = \pi\tau/T$$

7. Стоячие волны в струне



8. Эффект Доплера

$$f_n = \frac{v + v_n}{v + v_n} f_n$$



Кристиан Доплер

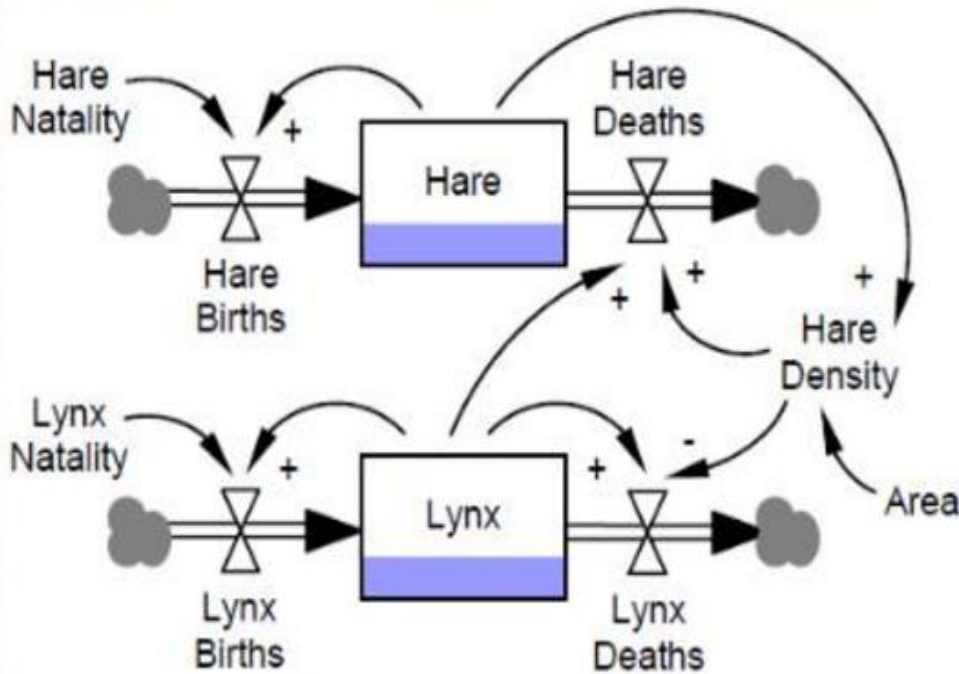
Модель Хищники – жертвы (Predator Prey)

- Модель Х-Ж состоит из пары дифференциальных уравнений, описывающих динамику популяций хищников и жертв (или паразитов – носителей) в её простейшем случае
- Модель характеризуется колебаниями в размерах обеих популяций, причём пик количества хищников немного отстаёт от пика количества жертв.

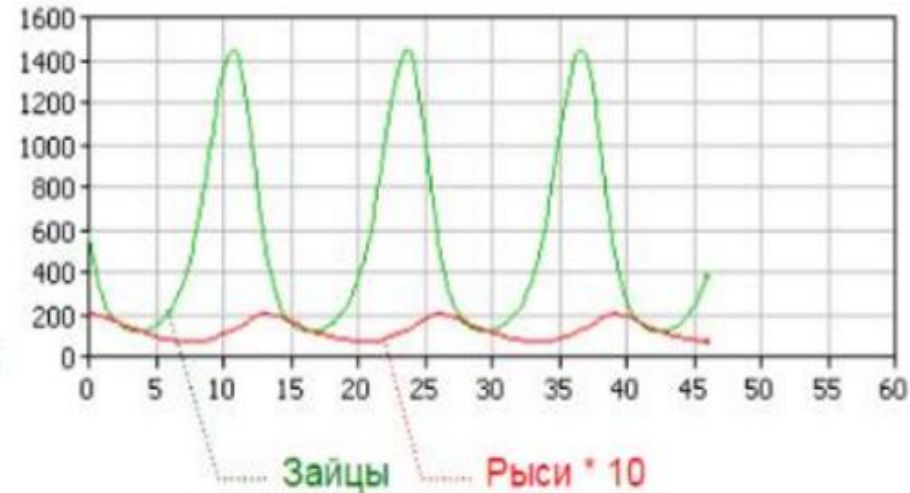
Условия:

- а) жертвы всегда имеют достаточное количество ресурсов и погибают, только будучи съеденными хищниками;
- б) жертвы – единственный источник пищи для хищников, и хищники умирают только от голода;
- в) хищники могут поглощать неограниченное количество жертв;
- г) среда обитания не имеет размерностей, то есть любой хищник может встретить любую жертву.

Модель Хищники – жертвы (Predator Prey)



СД модель (AnyLogic)



$$d(\text{Hares})/dt = \text{Hare Births} - \text{Hare Deaths}$$

$$\text{Hare Births} = \text{Hares} * \text{Hare Natalty}$$

$$\text{Hare Deaths} = \text{Hare Density} * \text{Lynx}$$

$$\text{Hare Density} = \text{Hares} / \text{Area}$$

$$d(\text{Lynx})/dt = \text{Lynx Births} - \text{Lynx Deaths}$$

$$\text{Lynx Births} = \text{Lynx} * \text{Lynx Natalty}$$

$$\text{Lynx Deaths} = \text{Lynx} * \text{Lynx Mortality}(\text{Hare Density})$$

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2$$

$$\frac{dN_2}{dt} = p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2$$