

**Кафедра**  
**«Информатика,  
прикладная математика и  
механика»**

**Калинина  
Екатерина Сергеевна  
3-311**

# Лекция №1

## Тема 1.

# Введение в моделирование

**Моделирование** – это научный прием, средство познания,  
инструмент изучения окружающего мира

**Суть моделирования:**



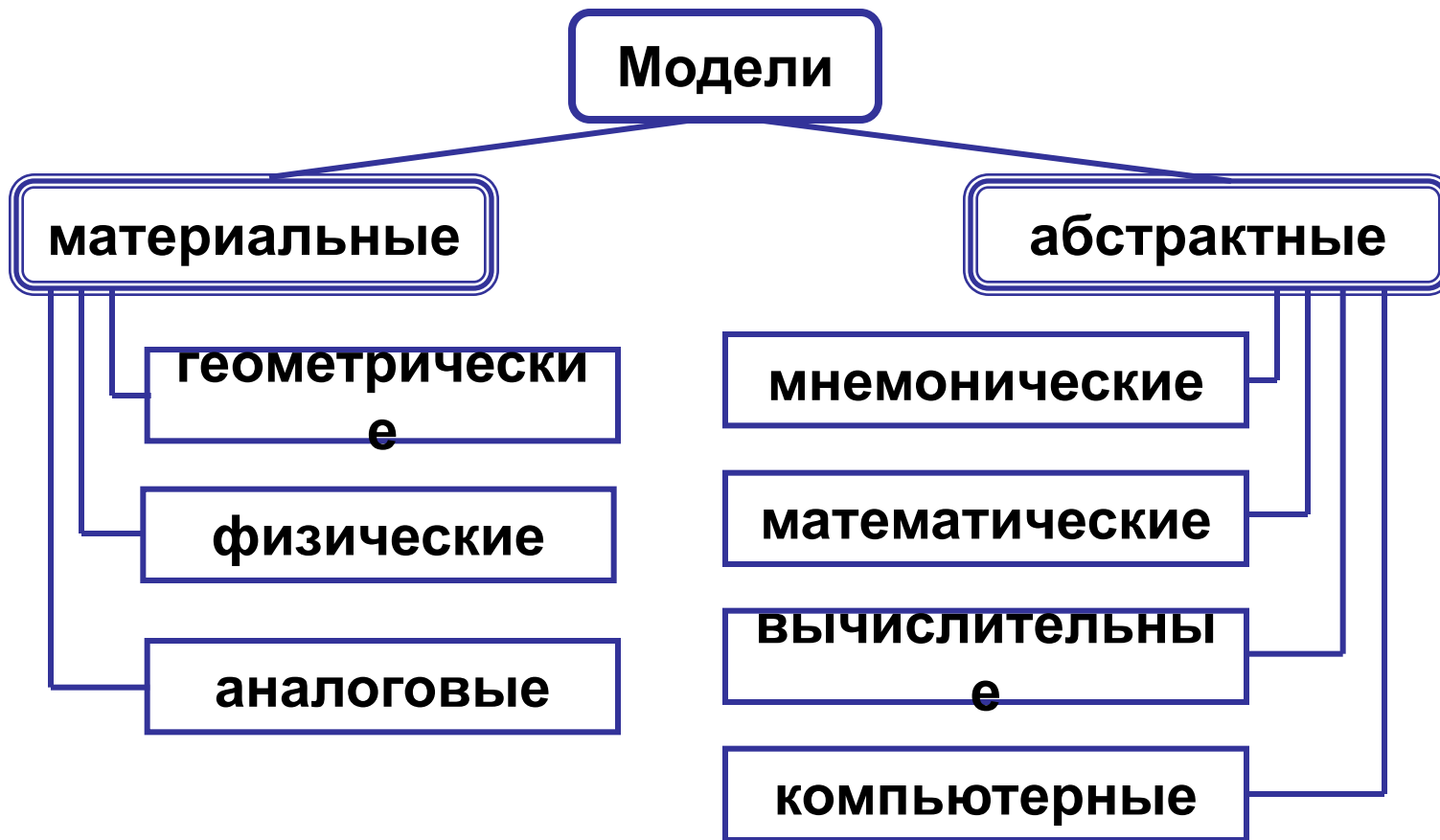
## Роль моделирования

- ❑ Позволяет сократить время изучения реального объекта, снизить материальные затраты и повысить эффективность исследований
- ❑ В некоторых ситуациях моделирование – единственное средство изучить сложный объект, над которым невозможно проведение эксперимента (**например**, экономические процессы, экологические системы, взаимодействие элементов Солнечной системы, процессы в недрах звезд, полет космического корабля, сложнейшие технологические процессы и т. д.)

**Форма и содержание модели** определяются:

- ❑ Объемом накопленных знаний об оригинале
- ❑ Постановкой задачи и целью исследования

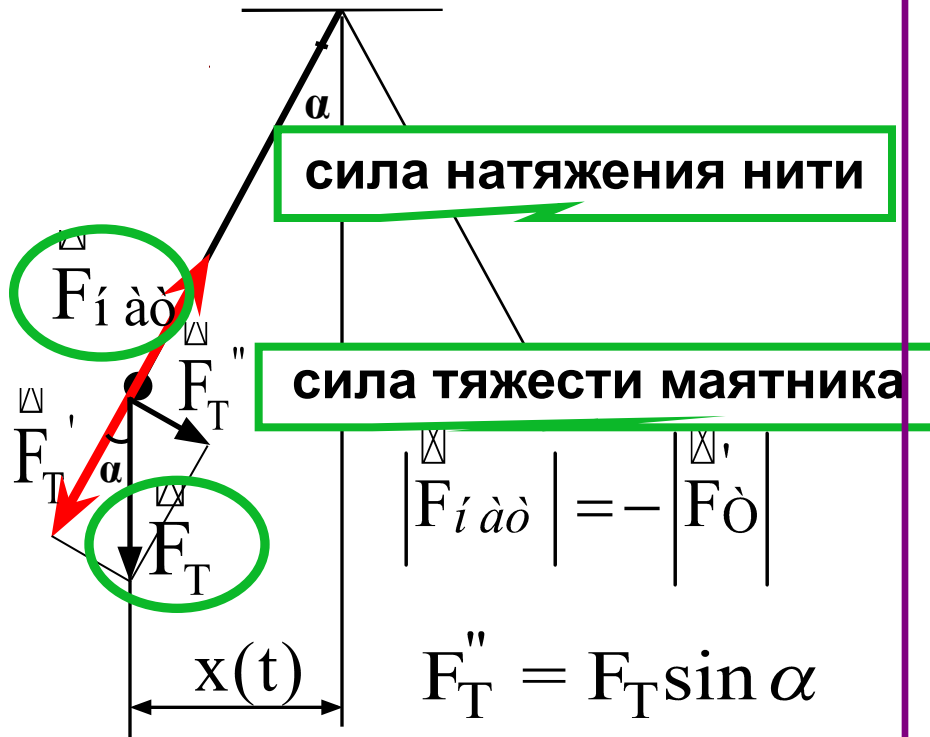
# Классификация моделей по степени их абстрагирования от оригинала



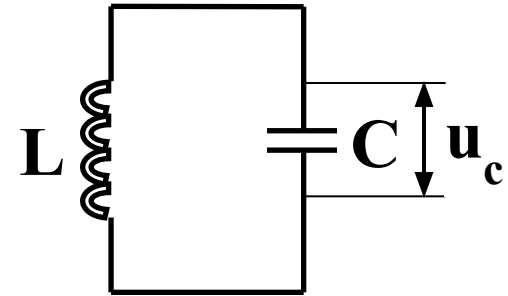
**Аналоговая модель** отличается от оригинала по своей физической природе, но динамика ее внутренних процессов может быть описана теми же математическими соотношениями, которые описывают процессы в моделируемом объекте – оригинале

В качестве **аналоговых моделей** используются электрические, электронные, механические, гидравлические, пневматические и другие системы

**Оригинал** – механическая система – маятник, совершающий колебания относительно положения равновесия



**Модель** – электрическая система – колебательный контур



$$u_c(t) = x(t)$$

Процесс колебания маятника и процесс изменения напряжения конденсатора во времени (в установившемся режиме) описываются одним и тем же дифференциальным уравнением для незатухающих гармонических колебаний

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

частота колебаний

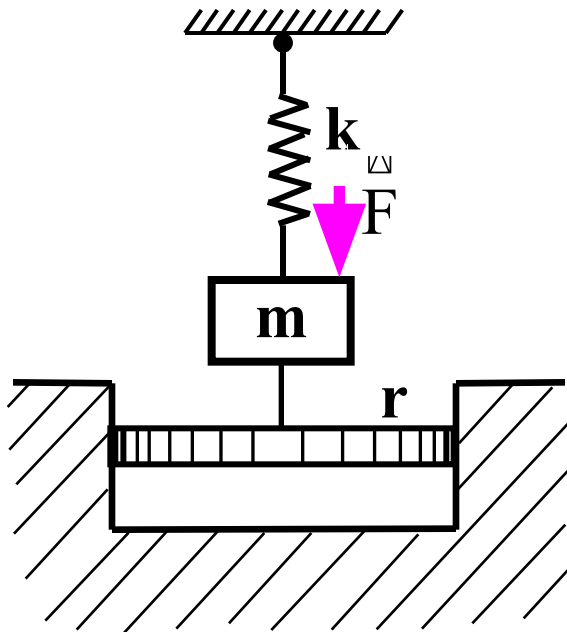
**Возможность взаимного замещения механической и электрической систем при моделировании основана на следующих положениях:**

**аналогом кинетической энергии механической системы является энергия магнитного поля электрической системы (накапливается на индуктивности);**

**аналогом потенциальной энергии механической системы является энергия электрического поля электрической системы (накапливается в конденсаторе)**



Оригинал – механическая система

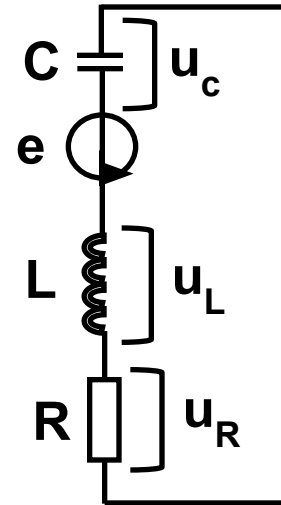


$k$  – коэффициент упругости пружины;  
 $r$  – коэффициент скоростного трения;  
 $F$  – механическая сила (const)

$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$F = -vr + mg - kx$$

Модель – электрическая система

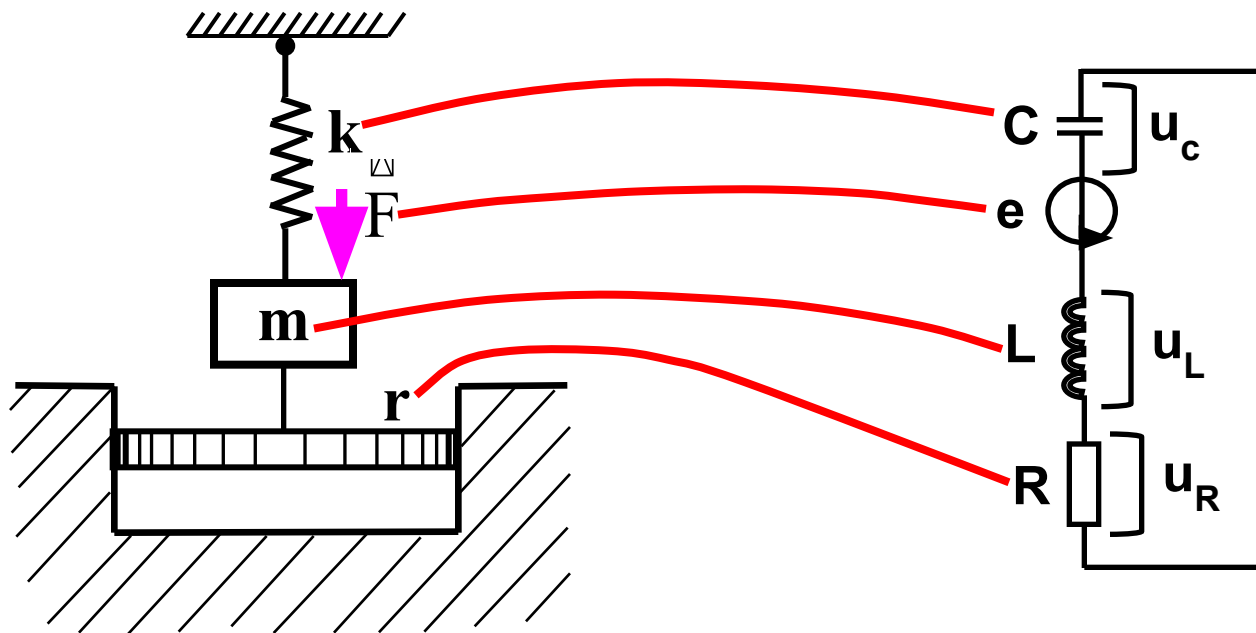


$e$  – источник постоянной ЭДС

$$\sum_{i=1}^n e_i = \sum_{j=1}^m u_j,$$

сумма электродвижущих сил в замкнутой цепи равна сумме падений напряжения на отдельных ее элементах

$$e = u_R + u_L + u_C$$



Таким образом, наличие **упругой силы** в механической системе соответствует наличие **напряжения на обкладках конденсатора**.

**Инерционные свойства** механической системы (за счет наличия массы  $m$ ) в электрической системе отражаются с помощью **ИНДУКТИВНОСТИ**

Наличие **сил трения** в механической системе соответствует наличие **активного сопротивления**

дописат

ь

Добавить в конспект материал по всем остальным классам моделей из приведенной выше классификации

вклеит

ь

Распечатать и вклеить в конспект документ «Приложение 1» (в папке «ММСиП: Лекции»)

# Математическое моделирование

- **занимает ведущее место среди всех видов моделирования;**
- **является одним из главных методов научного познания;**
- **является важнейшим средством развития науки, проектирования технических объектов;**
- **дает возможность исследовать модели объектов математическими методами;**
- **является основой для компьютерного имитационного и ситуационного визуально-ориентированного моделирования**

# Системы компьютерного имитационного и ситуационного визуально-ориентированного моделирования

интегрированная  
графическая  
оболочка для численного  
моделирования гибридных  
или непрерывных систем  
**Model Vision Studium**

подсистема **Simulink** пакета **Matlab**  
для блочного имитационного  
и ситуационного визуально-  
ориентированного моделирования

система имитационного  
моделирования **AnyLogic**

визуальная среда для  
моделирования сложных  
физических систем **Modelica**

Мультиинженерная  
программа **Dymola**

**базовыми компонентами этих систем  
являются математические модели**

читат



Примеры применения математического моделирования

вклеит

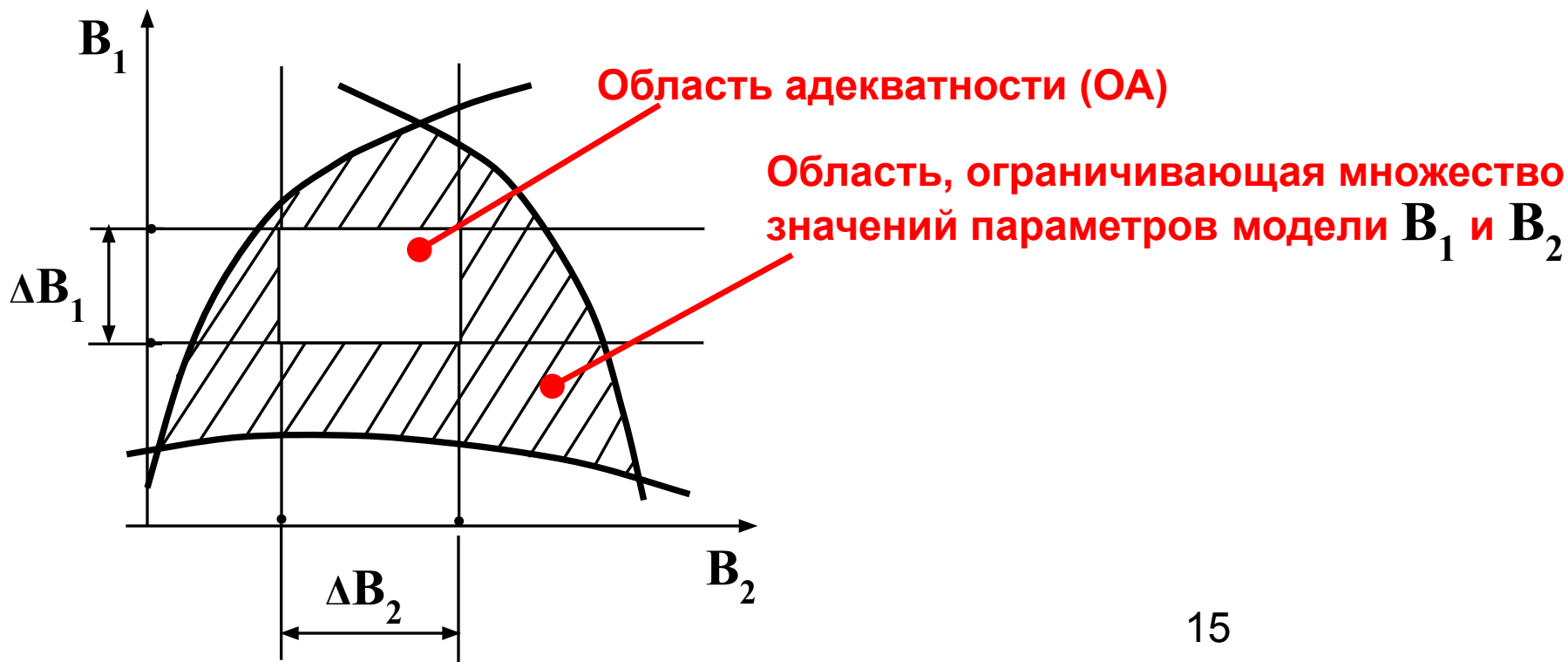


Распечатать и вклеить в конспект документ «Цели моделирования» (в папке «ММСиП: Лекции»)

# Требования к математической модели

- 1) Соответствие поставленной цели моделирования
- 2) Адекватность

Модель считается адекватной, если она отражает заданные свойства объекта с требуемой точностью.



Модель не может быть адекватной оригиналу на всем множестве значений ее параметров.

Она адекватна только в пределах области адекватности (ОА), которая задается диапазоном значений параметров модели ( $\Delta B1$  и  $\Delta B2$ )

3) Модель должна быть **робастной**, т. е. устойчивой к погрешностям (неточностям) в исходных данных.



дописат

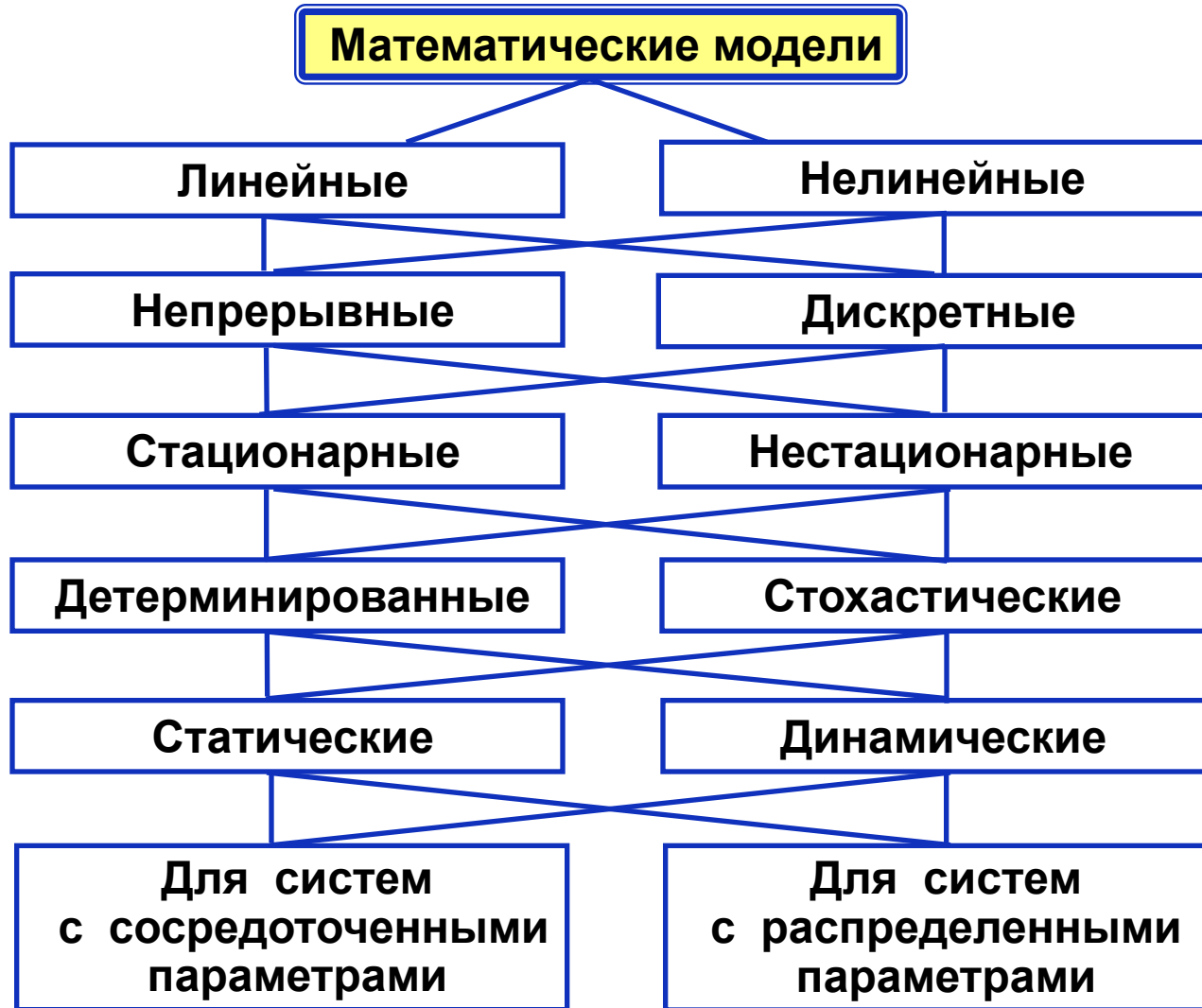
ь

**Этапы математического моделирования**

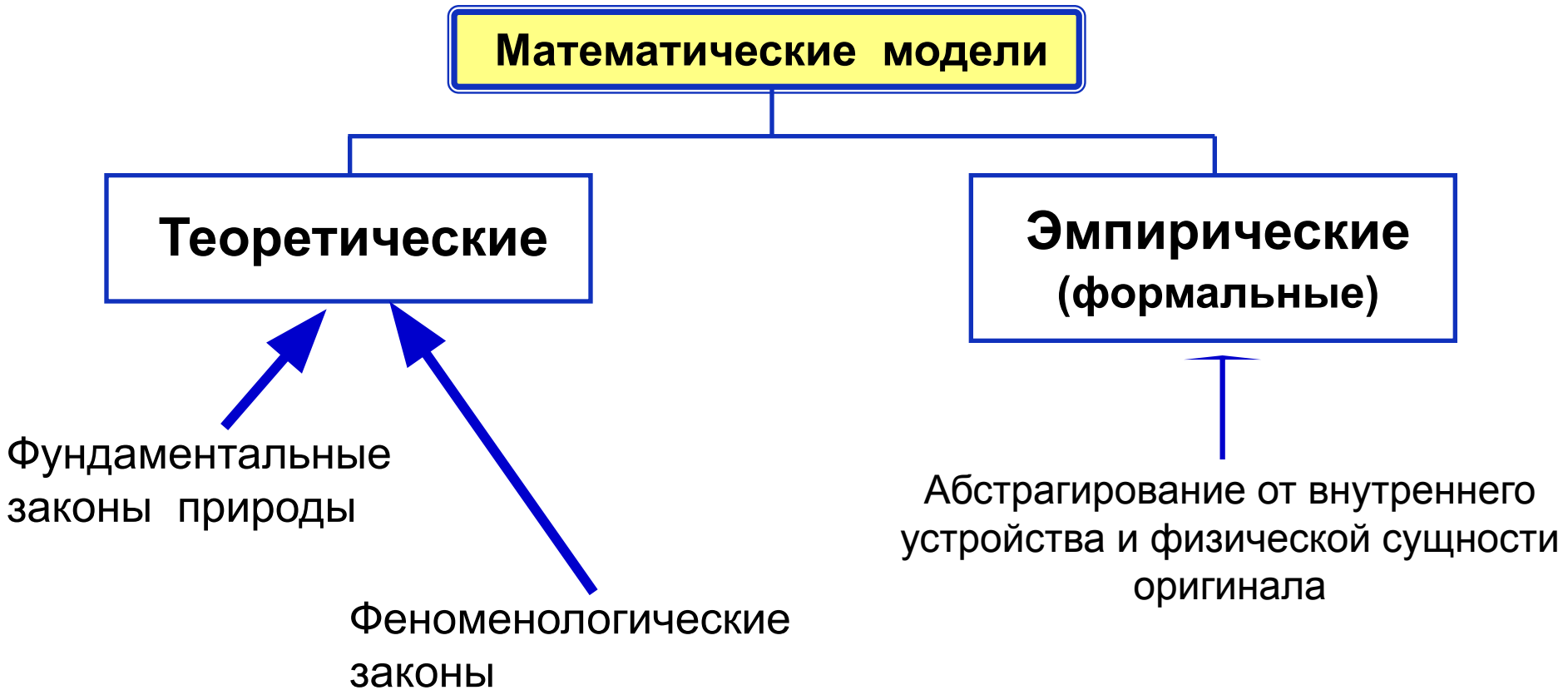
# Классификация математических моделей по форме представления



# Классификация по характеру модели



# Классификация математических моделей по способу их получения



**ВКЛЕИТЬ**

**Ь**

Распечатать и вклеить в конспект документ  
«Приложение 2»  
(в папке «[ММСиП: Лекции](#)»)

# Источники погрешностей моделирования

- погрешность математической модели (упрощение функциональных зависимостей, пренебрежение влияющими факторами);
- погрешность исходных данных;
- погрешность метода решения;
- погрешности, обусловленные ограниченностью разрядной сетки компьютера – машинные погрешности

## Тема 2. Модели в форме систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)



Класс **статических** моделей



описывают установившиеся (равновесные) режимы работы физических систем.

В них фактор времени **не учитывается.**

В статические модели время **t** не входит в качестве независимой переменной.

**Анализ  
статических  
состояний  
технических систем**

**Анализ прочности и устойчивости  
конструкций и сооружений  
в условиях равновесия**

**Решение задач  
аппроксимации**

**СЛАУ**

**Решение краевых задач  
для ОДУ  
разностными методами**

**Для упрощения решения  
моделей в форме  
интегральных уравнений  
производят их  
аппроксимацию  
или дискретизацию**

**Для упрощения решения  
моделей  
в форме дифференц. уравнений  
в частных производных  
производят**

**разностную аппроксимацию**

## Математические модели в форме СЛАУ

изучать **самостоятельно**  
по учебному пособию (Глава 2)  
и документу «**Доп. СЛАУ**»