

Строительная механика

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Дарков А.В., Шапошников Н.И.** Строительная механика. Учебник. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 656 с.
2. **Аллахвердов Б.М., Бенин А.В. И др., под редакцией Елизарова С. В.** Строительная механика. Учебное пособие. – СПб.: ПГУПС, 2009. – 460 с.

ЛЕКЦИЯ 1 (ВВОДНАЯ)

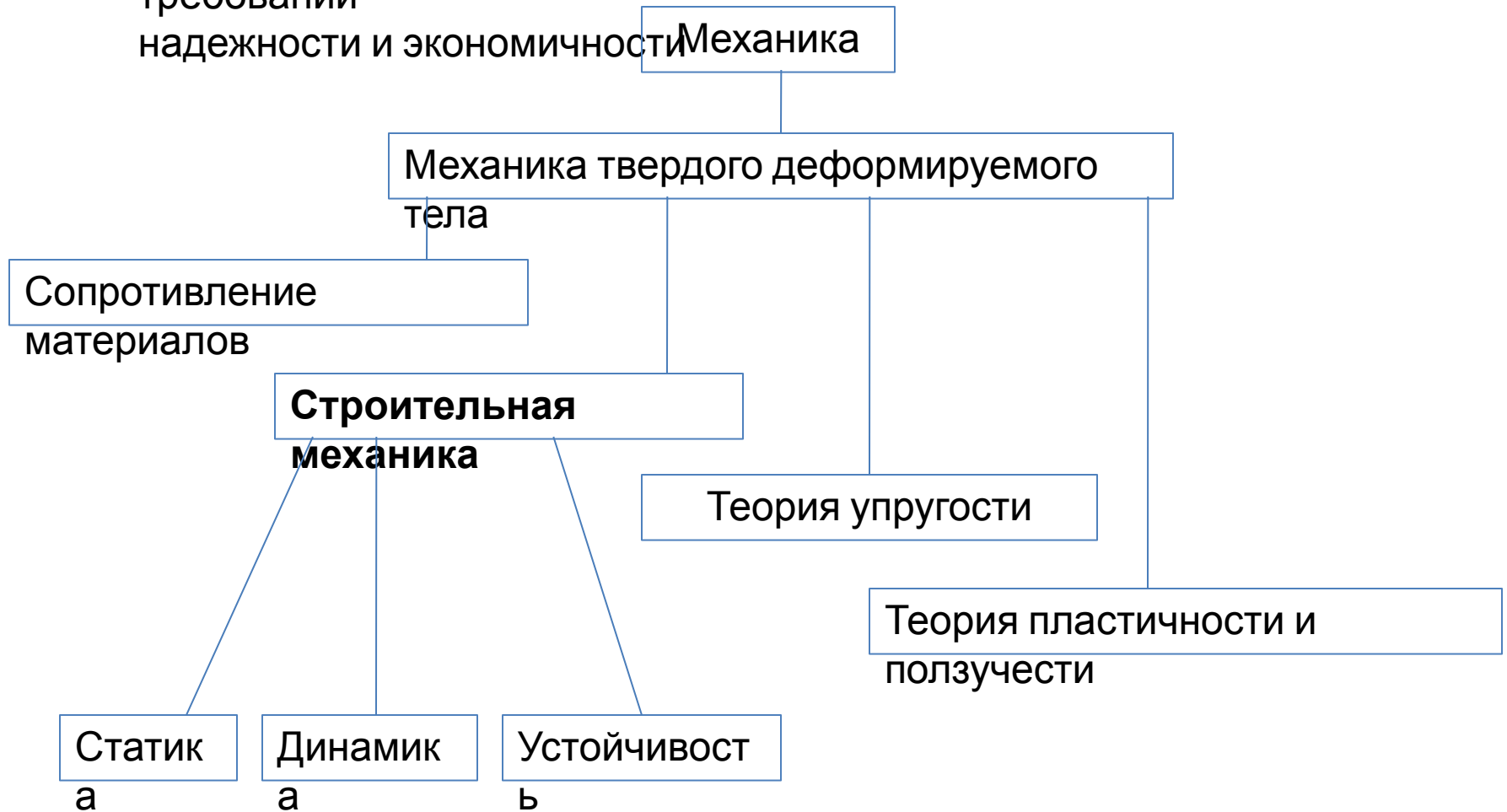
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ЕЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Строительная механика, ее цели, задачи и методы. История развития**
- 2. Основные гипотезы и принципы строительной механики**
- 3. Понятие о расчетной схеме, расчетной модели**
- 4. Классификация нагрузок и воздействий**
- 5. Классификация сооружений по различным признакам**



Строительная механика – наука о методах расчете сооружений на **прочность, жёсткость и устойчивость** при различных воздействиях с учетом требований надежности и экономичности



В определении названы основные задачи строительной механики:

- расчет сооружений на прочность
- расчет сооружений на жесткость
- расчет сооружений на устойчивость

Для решения отмеченных задач строительная механика применяет следующие методы:

- **аналитические**
- графические
- графо-аналитические
- экспериментальные



Классические методы – до появления ЭВМ

- **численные** (как правило, на основе применения МКЭ)

Пакеты для расчета конструкций: ЛИРА, SCAD, ANSYS, COSMOS и др.

MATLAB, MATCAD, VBA

История развития строительной механики

Галилео Галилей 1564 г.

Эйлер

Лагранж

М.В. Ломоносов

И.П. Кулибин

Д.И. Журавский

Н.А. Белелюбский 1845 г.

Ф.С. Ясинский

С.П. Тимошенко 1878 г.

.....

.....

Основные гипотезы и принципы строительной механики

Наряду с гипотезами сплошности и изотропности материала конструкций, известными из курса сопротивления материалов, строительная механика опирается на следующие принципы:

1. **Принцип малости перемещений**, в соответствии с которым отношение перемещения любой точки конструктивного элемента к его наименьшему линейному размеру, а также углы поворота элемента и его сечений должны быть существенно меньше единицы. Следствием данного принципа является геометрическая линейность задачи расчета конструкций, поскольку при малых перемещениях зависимость между перемещениями и деформациями может быть принята линейной. Из этого принципа вытекает также возможность выполнения расчетов конструкций на основе их первоначального недеформированного состояния.

2. **Подчиненность закону Гука материалов**, из которых изготавливаются конструкции сооружений. Иными словами, зависимость между напряжениями и деформациями должна быть линейной. Также линейной принимается зависимость между температурой и деформацией. Следствием этого принципиального положения является физическая линейность задачи по расчету конструкций.

3. **Принцип сложения действия сил** (независимости действия сил, наложения, суперпозиции), который вытекает из геометрической и физической линейности большинства задач строительной механики и заключается в следующем: если на конструкцию действует несколько сил, то результат их совместного действия равен сумме результатов от действия каждой отдельной силы. Этот принцип применяется при определении внутренних сил, напряжений, деформаций и перемещений. В соответствии с ним изменение внешней силы (увеличение, уменьшение) ведет к пропорциональному изменению всех перечисленных выше величин. Согласно данному принципу конструкцию можно рассчитать на отдельные единичные силы, а затем результаты умножить на величину этих сил и сложить. Например:

$$N_k = \sum_{i=1}^n \bar{N}_{ki} F_i,$$

где F_i - заданная система сил ($i=1, 2, \dots, n$);

\bar{N}_{ki} - усилие в сечении k от действия единичной силы $\bar{F}_i = 1$;

N_k - искомое усилие в сечении k от совместного действия заданной системы сил.

4. Принцип возможных перемещений. Этот принцип изучался в курсе теоретической механики применительно к твердым недеформируемым телам. В строительной механике он применяется к твердым деформируемым телам в следующей формулировке: *если система находится в равновесии, то сумма работ всех внешних и внутренних сил на любом возможном перемещении и соответствующих ему деформациях должна равняться нулю.* При этом под возможным перемещением понимается любое бесконечно малое перемещение системы, допускаемое ее связями.

Этот принцип в строительной механике используется при определении перемещений и при расчете статически неопределимых систем.

3. Понятие о расчетной схеме, расчетной модели сооружения

Изучение работы сооружения и входящих в его состав конструкций невозможно без их идеализации, когда отбрасывается все второстепенное и оставляется наиболее существенное. Для упрощения расчетов приходится абстрагироваться от реального сооружения и реальной нагрузки и идеализировать внешние силы и воздействия, свойства его конструкций и рассматривать расчетные механические модели.

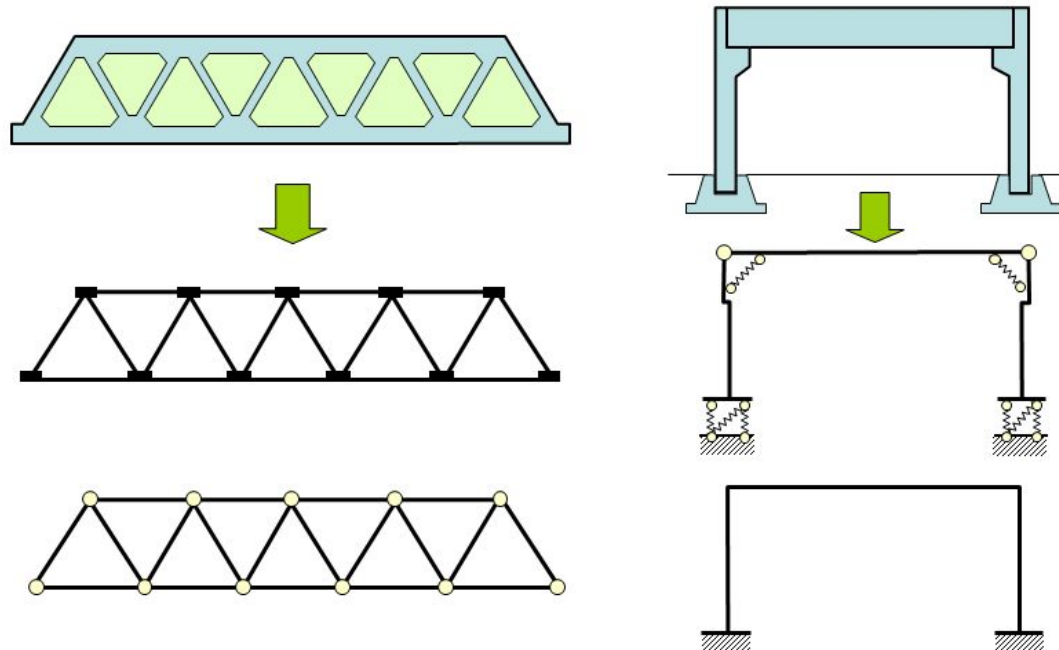
Расчетная механическая модель состоит из **четырёх основных частей:**

- идеализированной конструкции в виде расчетной схемы;
- идеализированного материала, из которого изготовлена конструкция
- идеализированной среды (или основания), в которой находится (или на которое опирается) сооружение и его конструкции;
- идеализированной нагрузки.

Расчетная схема – это **упрощенная** схема сооружения, вводимая в расчет.

Расчетная схема, учитывающая только основные, наиболее существенные данные, которые определяют поведение сооружения при внешних воздействиях. В ней стержни заменяются их осями, пластины и оболочки – их срединными поверхностями. Поперечные сечения характеризуются численными значениями площадей и моментов инерции, реальные опорные устройства заменяются идеальными опорными связями, нагрузки, приложенные к поверхностям элементов, переносятся на их оси или срединные поверхности. В расчетной схеме идеализируются узлы – места соединения стержней.

Формирование расчётной схемы сооружения (конструкции)



Математическое описание рассмотренных выше трех частей расчетной механической модели составляет математическую модель рассчитываемой конструкции.

Математическая модель состоит из четырех групп уравнений:

- 1) уравнений статического равновесия;
- 2) геометрических уравнений, связывающих деформации и перемещения;
- 3) физических уравнений, характеризующих зависимость деформаций от напряжений;
- 4) уравнений, описывающих прикрепление конструкции к основанию (граничные условия).

Классификация нагрузок и воздействий

– по физической природе

- силовые (нагрузки)
- кинематические (смещения связей)
- температурные (тепловые)
- другие (электромагнитные, биохимические и проч.)

– по способу (месту)
приложения

- сосредоточенные
- распределённые { по линии
по поверхности
по объему

– по характеру изменения
во времени

- статические
- динамические { ударные
вибрационные
другие

– по длительности
воздействия

- постоянные
- временные

Классификация расчётных схем сооружений

– по геометрическому признаку (по типу элементов)

стержневые системы
пластинчато-оболочечные системы
массивы
комбинированные системы

– по кинематической природе

геометрически неизменяемые системы (ГНС)
геометрически изменяемые системы (ГИС)
мгновенно изменяемые системы (МИС)

– по расположению элементов и направлению нагрузок в пространстве

плоские системы
пространственные системы

– по признаку статической определимости или неопределимости

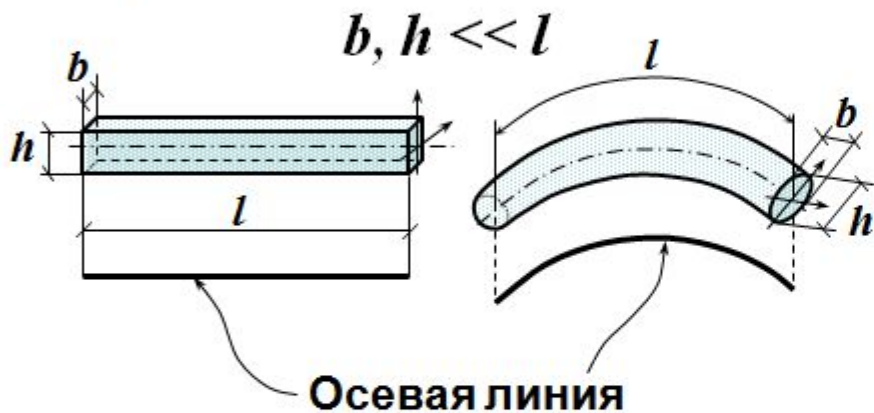
статически определимые системы (СОС)
статически неопределимые системы (СНС)

– по направлению опорных реакций

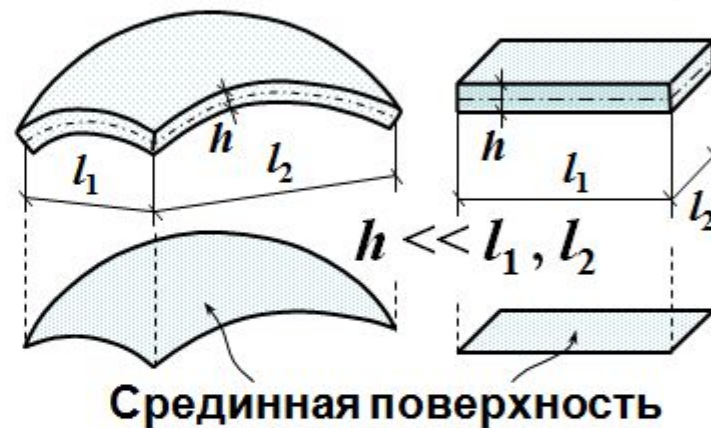
распорные системы
безраспорные системы

Классификация сооружений по составу элементов

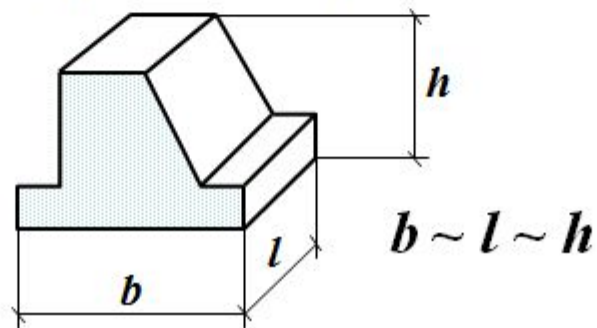
Одномерные (прямые и кривые стержни)



Двухмерные (оболочки и пластинки)



Трёхмерные (массивы)



Основные типы плоских стержневых систем

