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.

Пеклов Павел Николаевич

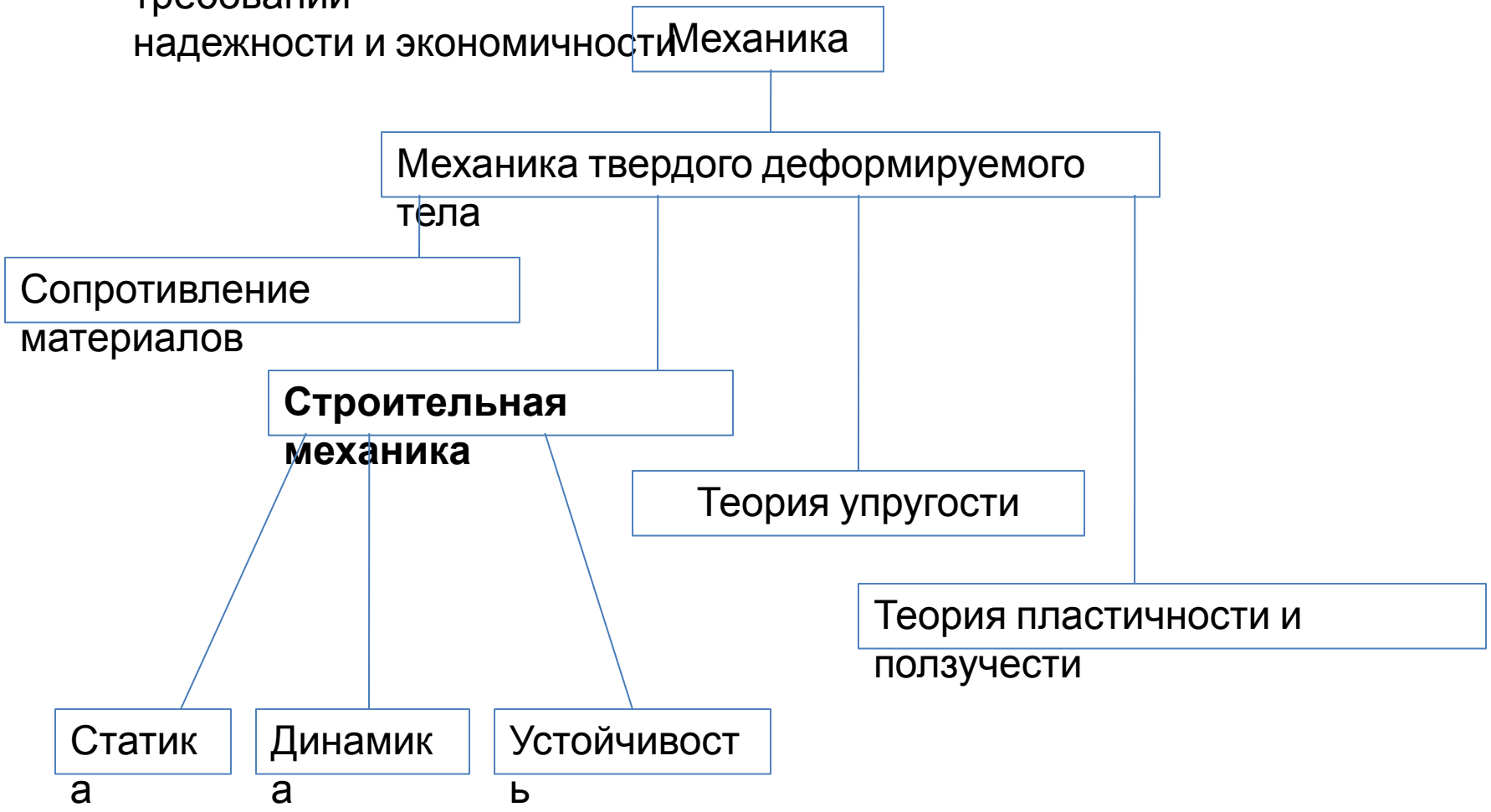
Лекция 1 (вводная)

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:

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

где F_i - заданная система сил (i =1, 2, …, n);

$\overline{N_{ki}}$ - усилие в сечении k от действия единичной силы $\overline{F_i} = 1$;

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.

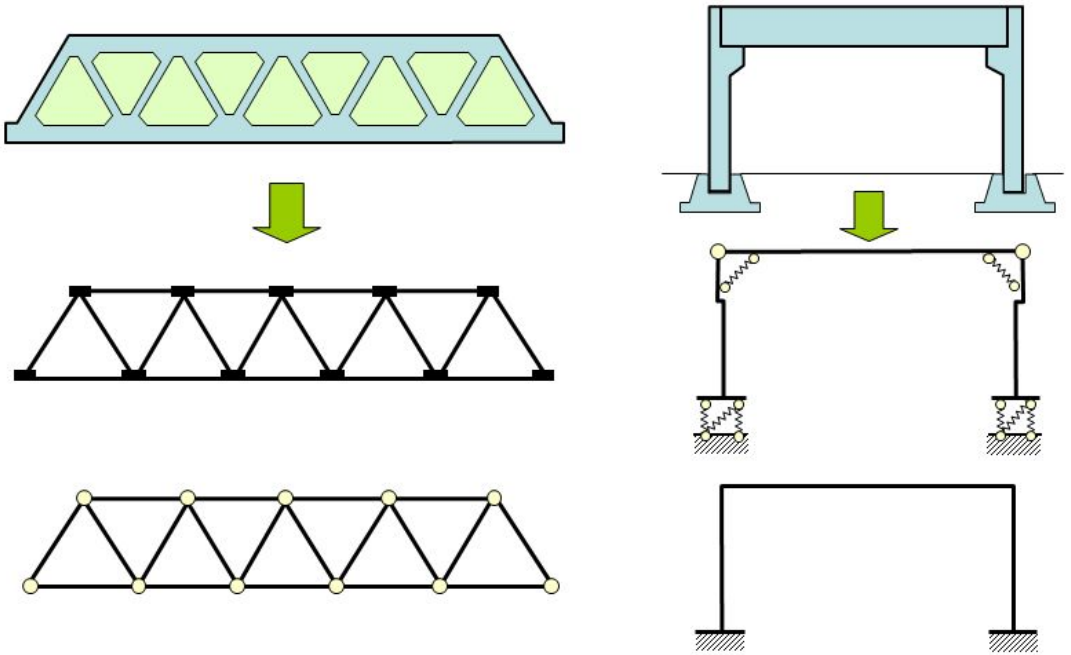
Расчетная механическая модель состоит из четырех основных частей:

- 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

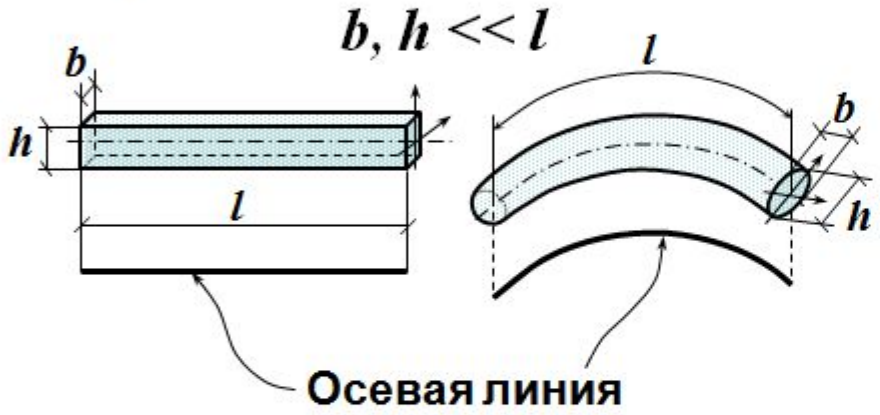
– по длительности воздействия
- → постоянные
- → временные

Классификация расчётных схем сооружений

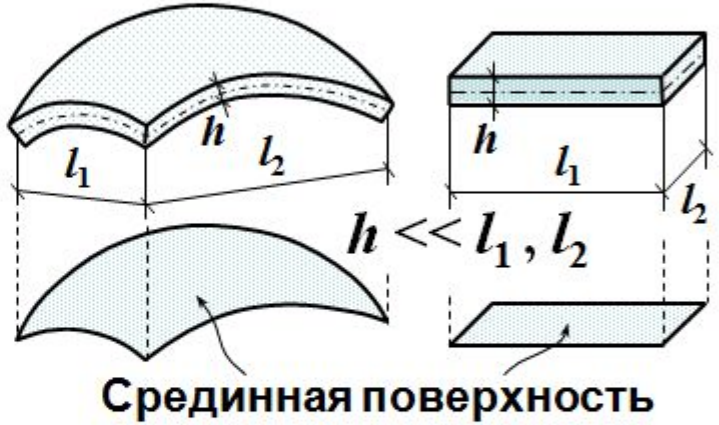
- по геометрическому признаку (по типу элементов)
  - стержневые системы
  - пластинчато-оболочечные системы
  - массивы
  - комбинированные системы
- по кинематической природе
  - геометрически неизменяемые системы (ГНС)
  - геометрически изменяемые системы (ГИС)
  - мгновенно изменяемые системы (МИС)
- 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

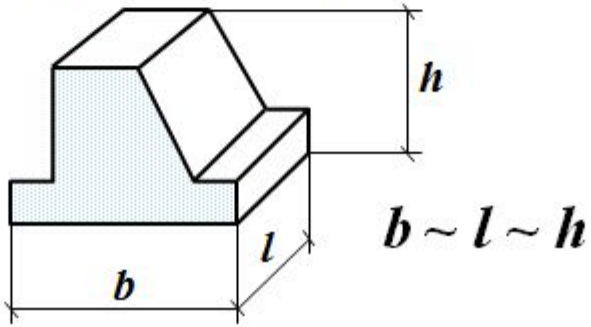
Одномерные
(прямые и кривые стержни)



Двухмерные
(оболочки и пластинки)

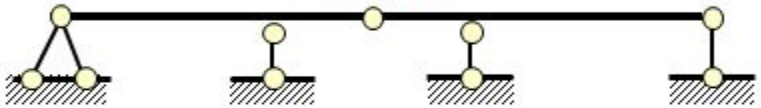


Трёхмерные
(массивы)

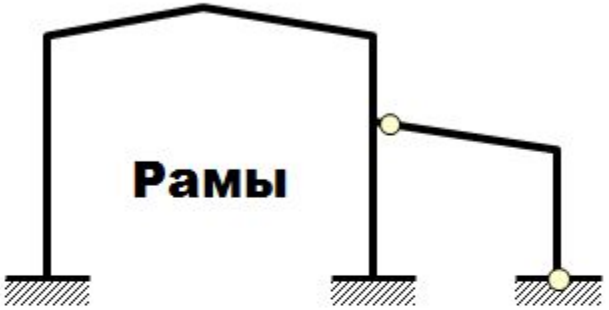


Основные типы плоских стержневых систем

Балки

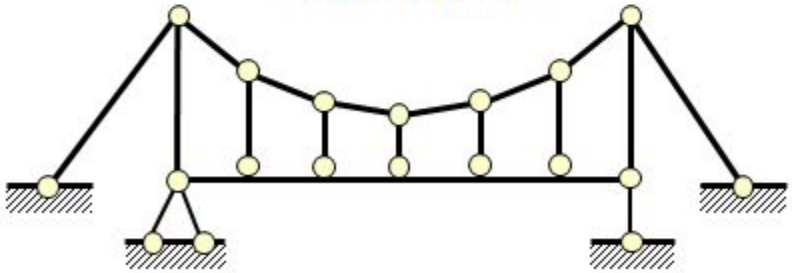
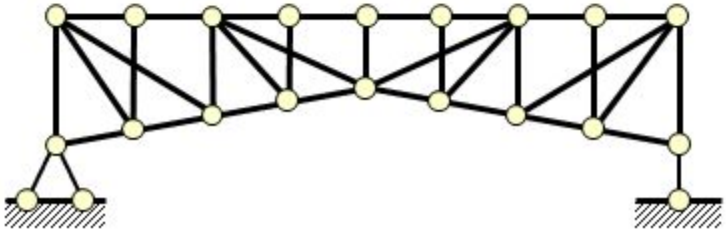


Рамы



Арки

Комбинированные системы



Фермы