

# Лекция 1

**Сопротивление материалов** - это дисциплина о прочности и устойчивости элементов конструкций.

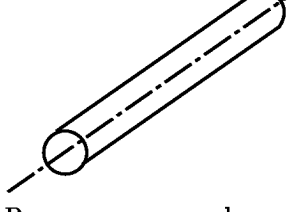
Первая книга о прочности конструкций была написана Галилеем в 1638 году.

## Основные гипотезы о свойствах материалов

- Гипотеза сплошности** - материал сплошь занимает объем всего тела. Размеры конструкций и их элементов значительно больше структурных элементов материалов.
- Гипотеза однородности** - свойства материалов не зависят от координат точек. Также рассматриваются только изотропные материалы - их свойства не зависят от направления.

## Формы тел в сопротивлении материалов

Самая простая математическая модель реальной конструкции - стержень (брус) - тело, один из размеров которого (длина) много больше других размеров.

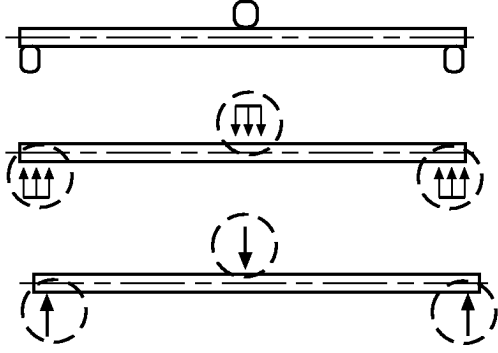


В зависимости от формы стержня, он может быть прямым, кривым, пространственным кривым.

## Силы внешние и внутренние

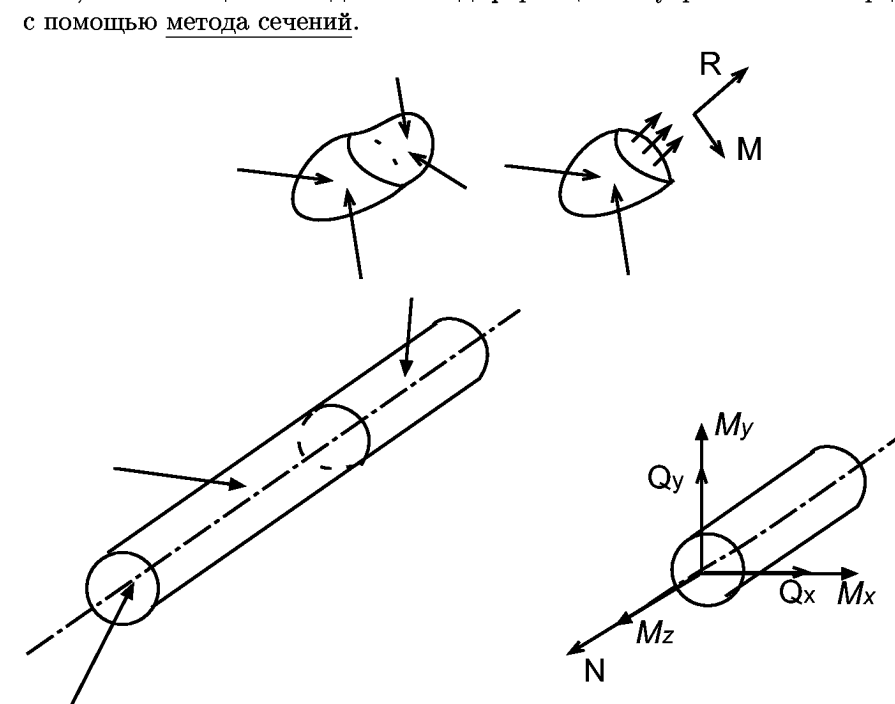
**Внешние силы** - могут быть распределенными и сосредоточенными.

**Принцип Сен-Венана:** Замена одной системы сил, распределенных по некоторой площадке статически эквивалентной системой сил, распределенных по той же площадке, влияет на состояние материала только в области, примыкающей к этой площадке и имеющей размеры порядка размеров этой площадки.



2

**Внутренние силы** - дополнительные силы взаимодействия между частицами тела, возникающими вследствие его деформации. Внутренние силы определяются с помощью метода сечений.



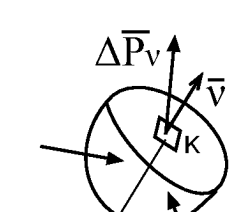
- $Q_z = N$  - нормальная сила
- $Q_x, Q_y$  - поперечные силы
- $M_z = M_k$  - крутящий момент
- $M_x, M_y = M_{mbox}$  - изгибающие моменты

**Принцип наложения (суперпозиции)** - Результат действия нескольких нагрузок равен сумме результатов действия каждой нагрузки в отдельности.

Внутренние силовые факторы определяют вид нагружения стержня. Если в поперечном сечении стержня не равна нулю только поперечная сила, то стержень находится в условиях растяжения-сжатия. Если не равен нулю только крутящий момент, то в условиях кручения. Если  $M_x$  и  $M_y \neq 0$  или  $M_x, M_y, Q_x, Q_y \neq 0$  то стержень находится в условиях изгиба.

## Напряжение

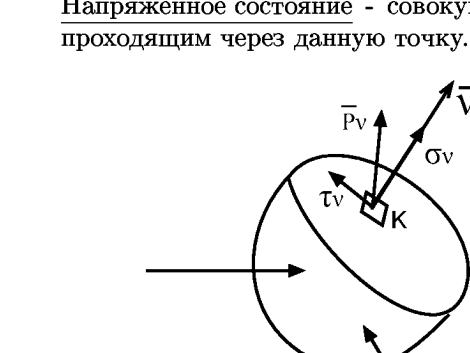
**Напряжение** - интенсивность внутренних сил.



$$P_v = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_v}{\Delta A} - \text{напряжение по площадке } \Delta A \text{ в точке K.}$$

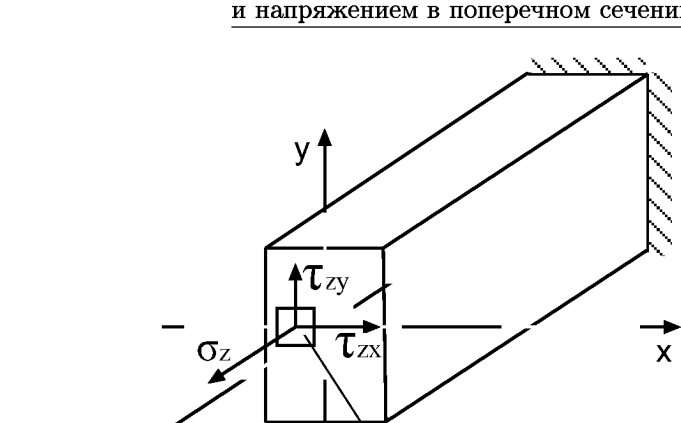
3

**Напряженное состояние** - совокупность напряжений по всем площадкам, проходящим через данную точку.



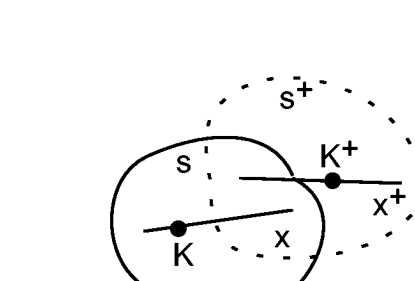
- $\sigma_v$  - нормальное напряжение
- $\tau_v$  - касательное напряжение

## Связь между внутренними силовыми факторами и напряжением в поперечном сечении стержня



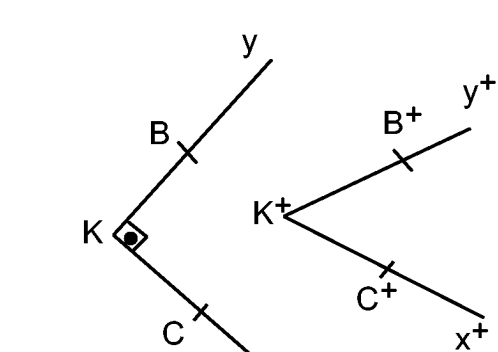
$$\begin{aligned} N &= \int_A \sigma_z dA \\ Q_x &= \int_A \tau_{zx} dA \\ Q_y &= \int_A \tau_{zy} dA \\ M_x &= \int_A \sigma_{zy} dA \\ M_y &= \int_A \sigma_{zx} dA \end{aligned}$$

## Деформация



$$\epsilon_x = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^+ - s}{s} - \text{линейная деформация}$$

4



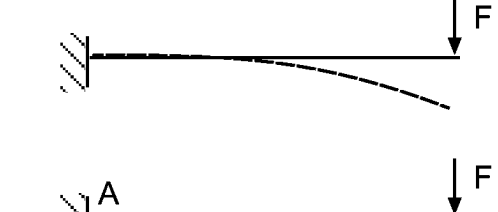
$$\lim_{\substack{BK \rightarrow 0 \\ CK \rightarrow 0}} (\angle BKC - \angle B^+K^+C^+) = \gamma_{xy}$$

- угловая деформация

**Деформированное состояние** - совокупность линейных и угловых деформаций по всем направлениям, проходящим через данную точку.

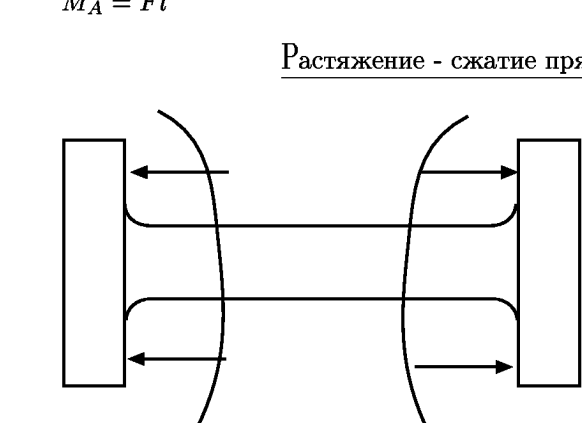
## Принцип начальных размеров

Уравнения равновесия записываются применительно к недеформированному состоянию тел.

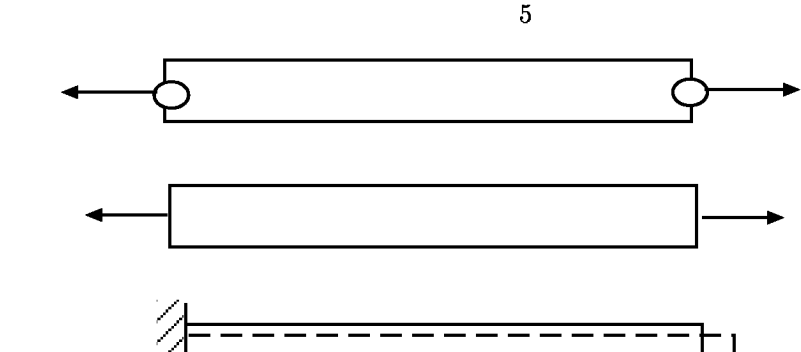


$$M_A = Fl$$

## Растяжение - сжатие прямого стержня



5



## Гипотеза круглых сечений

Поперечные сечения стержней, плоские до деформации, остаются плоскими и параллельными себе после деформации.