

# Практические занятия по курсу Сопротивление материалов

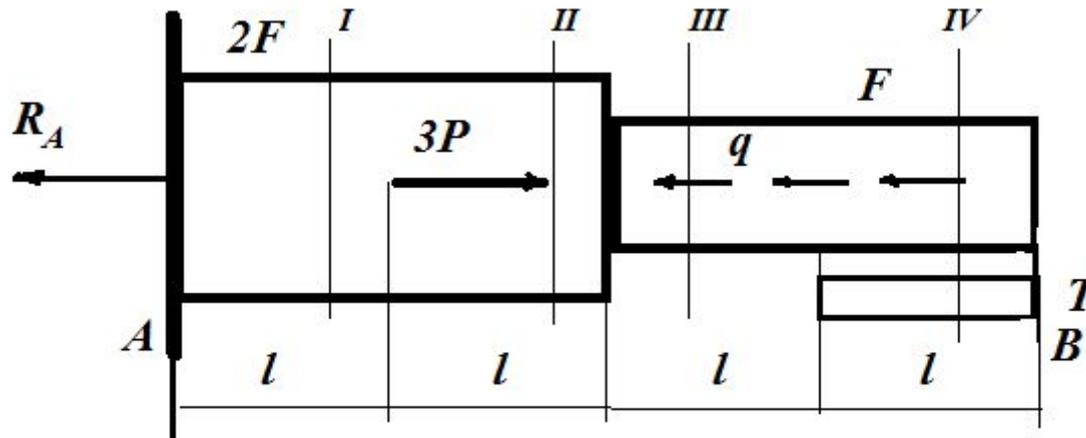
Подготовил

Гольцев Владимир Юрьевич

# Растяжение-сжатие прямого бруса

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

Брус жестко зашце́млен в стенке  $A$ , нагружен сосредоточенной силой  $3P$ , распределенной нагрузкой  $q$ , на конечном участке нагревается на  $T^\circ\text{K}$ . Определить опорную реакцию и построить эпюры нормальной силы  $N_x$ , напряжения  $\sigma_x$ , относительной деформации  $\epsilon_x$  и перемещения сечений  $U_x$  при усло



# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

- 1. Определение опорной реакции. Направление опорной реакции выбирается произвольно и записывается уравнение равновесия

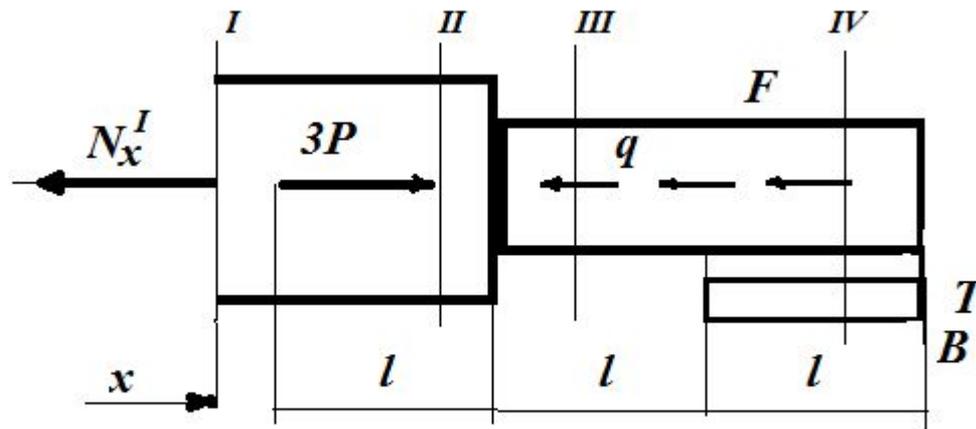
$$\sum X = -R_A + 3P - 2P = 0 \quad R_A = P$$

- 2. Все внешние силы, действующие на брус, известны. Разбиваем брус на силовые участки, проводим сечения и на каждом участке определяем внутренние силовые факторы  $N_x$ .

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

Выполняем серию операций РОЗУ (рассекаем,  
отбрасываем, заменяем, уравниваем) на каждом  
участке.

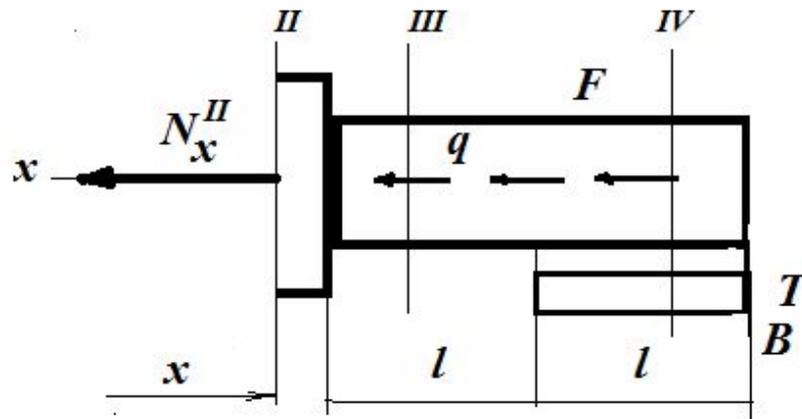
Первое



$$\sum X = 0 \quad N_x^I - 3P + 2P = 0 \quad N_x^I = P$$

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

- Второе сечение

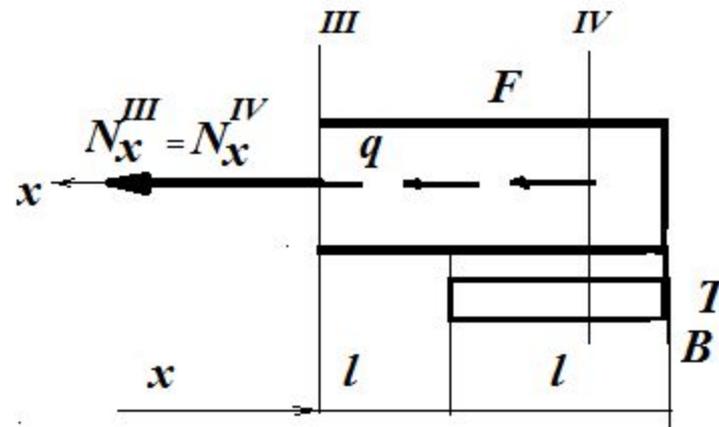


$$\sum X = 0 \quad N_x^{II} + 2P = 0 \quad N_x^{II} = -2P$$

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса

(стержня)

- Третье и четвертое сечения

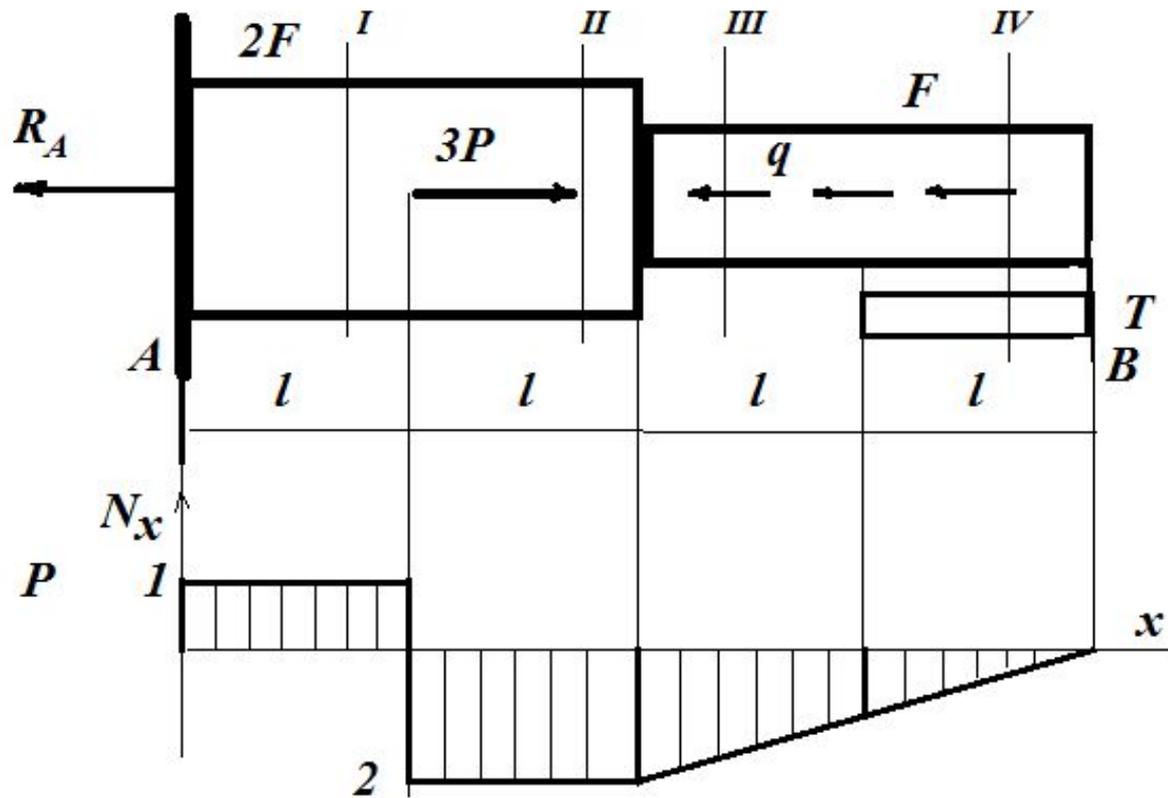


$$\sum X = 0 \quad N_x^{III} + q(4l - x) = 0$$

$$N_x^{III} = N_x^{IV} = -q(4l - x)$$

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

## 3. Построение эпюры нормальных сил



# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса

(стереть)

Нормальные напряжения

$$\sigma_x^i = \frac{N_x^i}{F_i}$$

$$\sigma_x^I = \frac{P}{2F} \quad \sigma_x^{II} = \frac{-2P}{2F} \quad \sigma_x^{III} = \sigma_x^{IV} = \frac{-q(4l - x)}{F}$$

Относительные деформации

$$\varepsilon_x^i = \frac{\sigma_x^i}{E} + \alpha T$$

$$\varepsilon_x^I = \frac{P}{2EF} \quad \varepsilon_x^{II} = \frac{-P}{EF} \quad \varepsilon_x^{III} = \frac{-q(4l - x)}{EF}$$

$$\varepsilon_x^{IV} = \frac{-q(4l - x)}{EF} + \alpha T$$

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса

• Перемещение сечений  $U_x^I = \int_0^x \varepsilon_x^I dx$   $U_l^I = \frac{Pl}{2EF}$

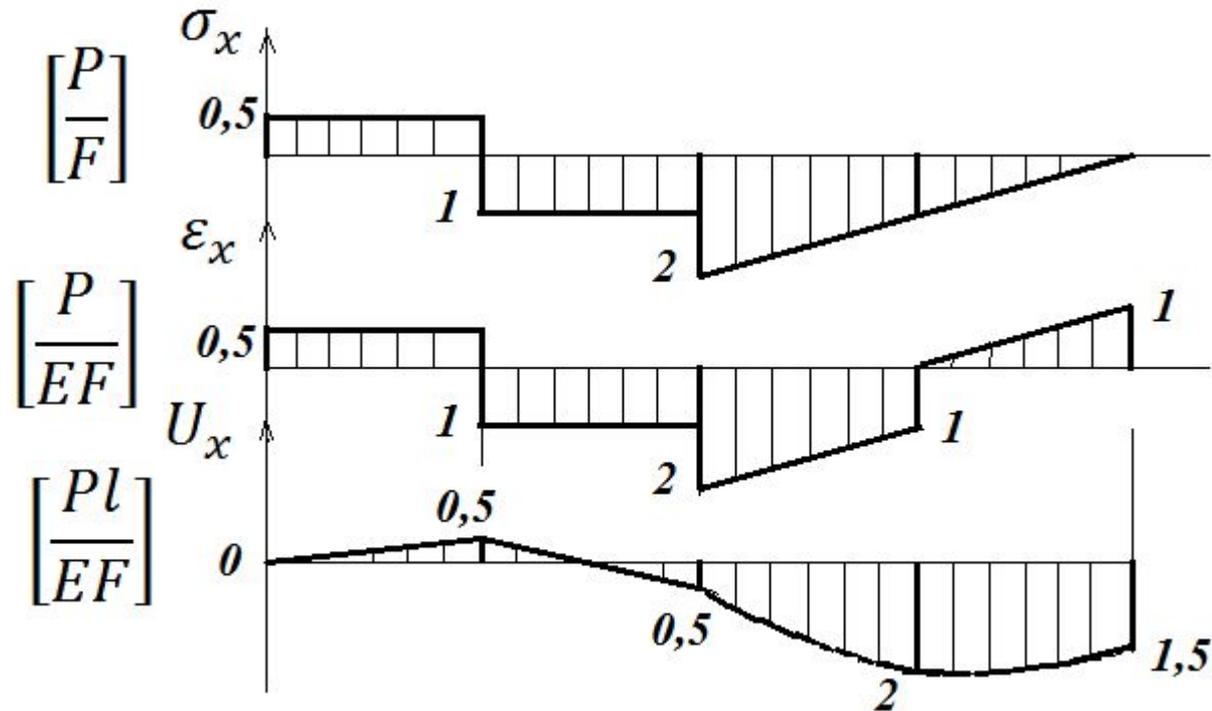
$$U_x^{II} = \frac{Pl}{2EF} + \int_l^x \varepsilon_x^{II} dx \quad U_{2l}^{II} = \frac{-Pl}{2EF}$$

$$U_x^{III} = \frac{-Pl}{2EF} + \int_{2l}^x \varepsilon_x^{III} dx \quad U_{3l}^{III} = \frac{-2Pl}{EF}$$

$$U_x^{IV} = \frac{-2Pl}{EF} + \int_{3l}^x \varepsilon_x^{IV} dx \quad U_B = \frac{-1,5Pl}{EF}$$

# Определение нормальной силы, напряжения, относительной деформации и перемещения в сечениях бруса (стержня)

- 4. Эпюры напряжений, относительных деформаций и перемещений



# Расчет бруса (стержня) на прочность и жесткость

Расчет на прочность

$$|\sigma_{xmax}| = \sigma_{2l}^{III} = \frac{2P}{F} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{пред}}{n} = \frac{\sigma_T}{n_T}$$

Расчет на жесткость

$$\varepsilon_x^i \leq [\varepsilon] \quad \text{ил} \quad U_x^i \leq [U]$$

и

Значения  $[\varepsilon]$  и  $[U]$  задаются Техническими условиями