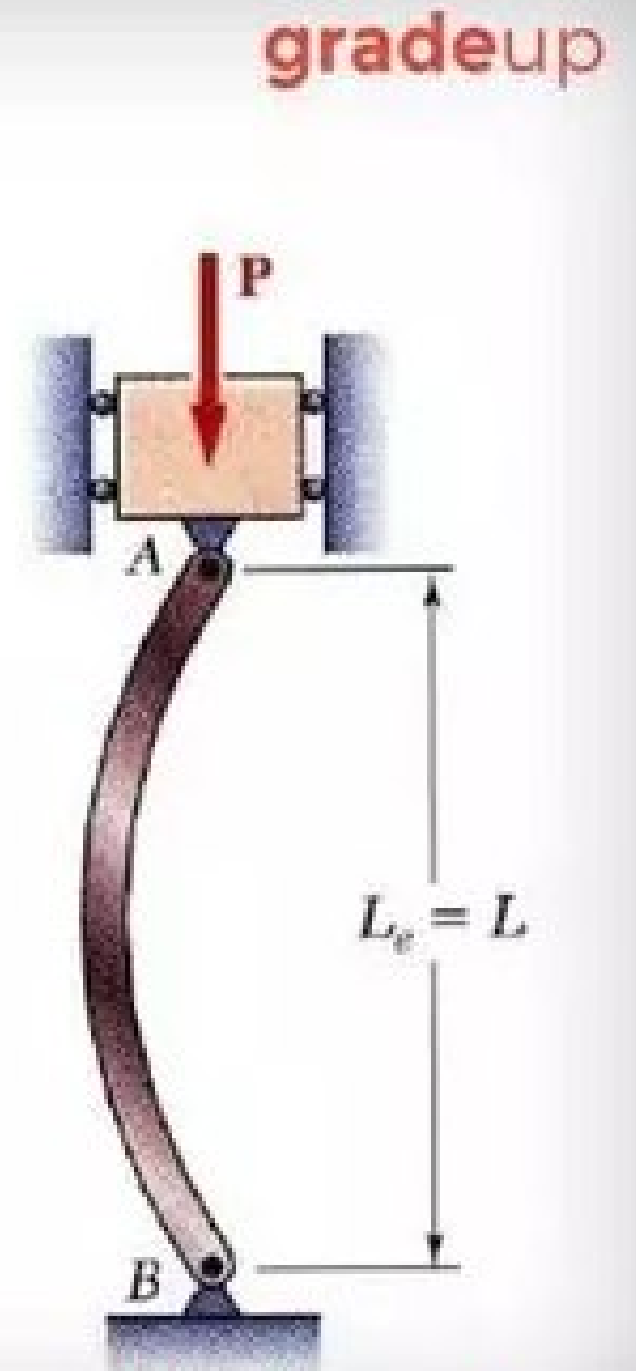


Вычисление расчетных длин сжатых стержней с учетом их совместной работы на примере плоских и пространственных систем

Расчетные длины

к.т.н. Святошенко А.Е.



vk.com/engineer_km

Предпосылки расчета несущей способности центрально сжатых стержней

2

СТ СЭВ 3972-83

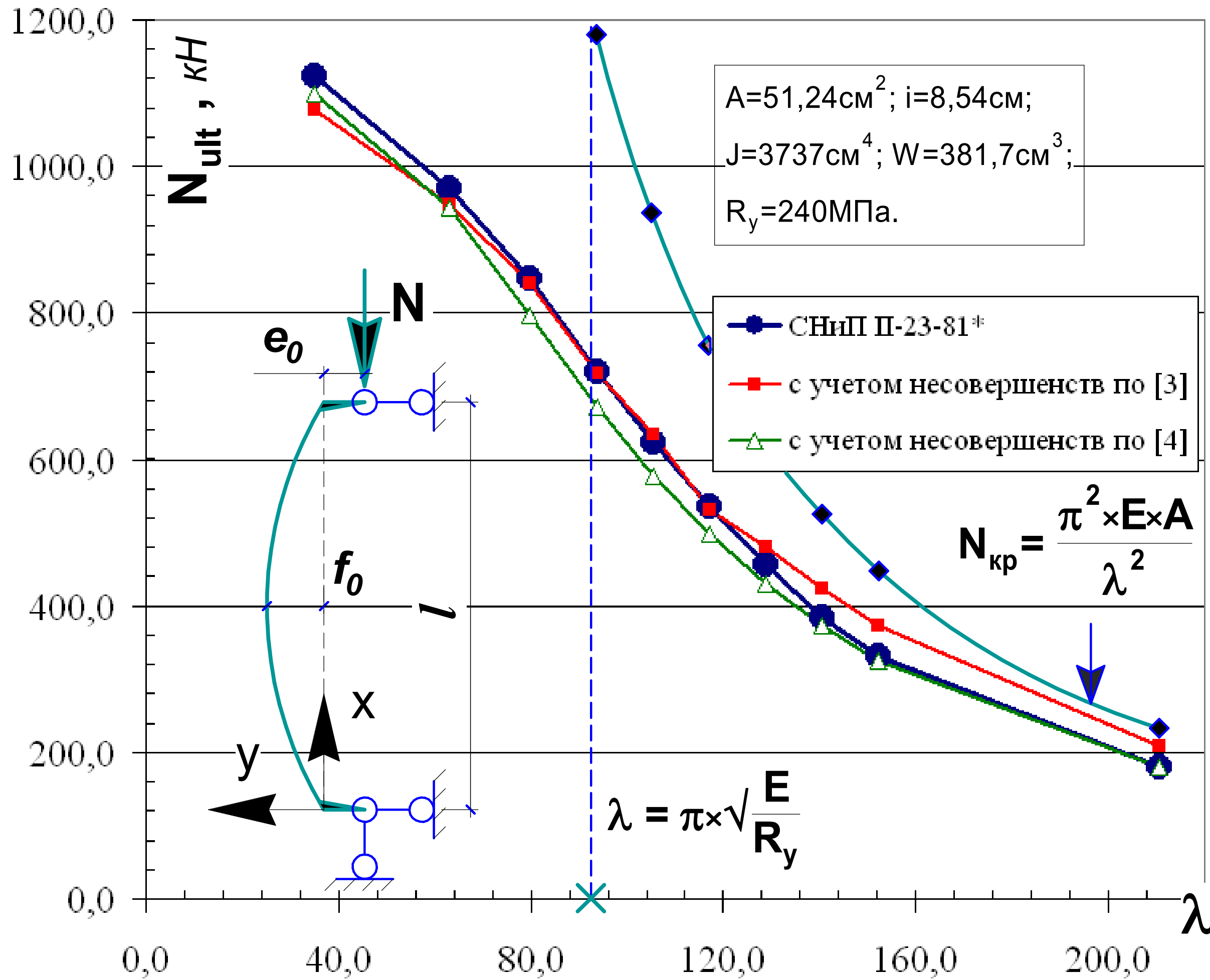
нормативное обоснование
СНиП II-23-81*

Надежность строительных конструкций и оснований
Конструкции стальные

1.2. Стальные конструкции следует рассчитывать как единые пространственные системы с учетом факторов, определяющих напряженное и деформированное состояние, геометрической и физической нелинейности.

1.3. При отсутствии точных теоретических методов расчета или проверенных ранее аналогичных решений допускается применять приближенные методы расчета, основанные на разделении единых пространственных систем на отдельные плоские системы и элементы и обеспечивающие общий уровень надежности конструкций; при этом следует учитывать особенности взаимодействия элементов стальных конструкций между собой.

1.4. **Разделение стержневых систем на отдельные элементы следует выполнять на основе использования эффективных (расчетных) длин стержней, которые необходимо устанавливать на основе метода Эйлера.**



λ	$\Delta\% N_{ult}$ [2]-МКЭ
1	2
35,1	4,0
63,2	2,2
79,6	0,7
93,7	0,2
105,4	1,8
117,1	0,7
128,8	5,3
140,5	10,1
152,2	12,8
210,8	15,3

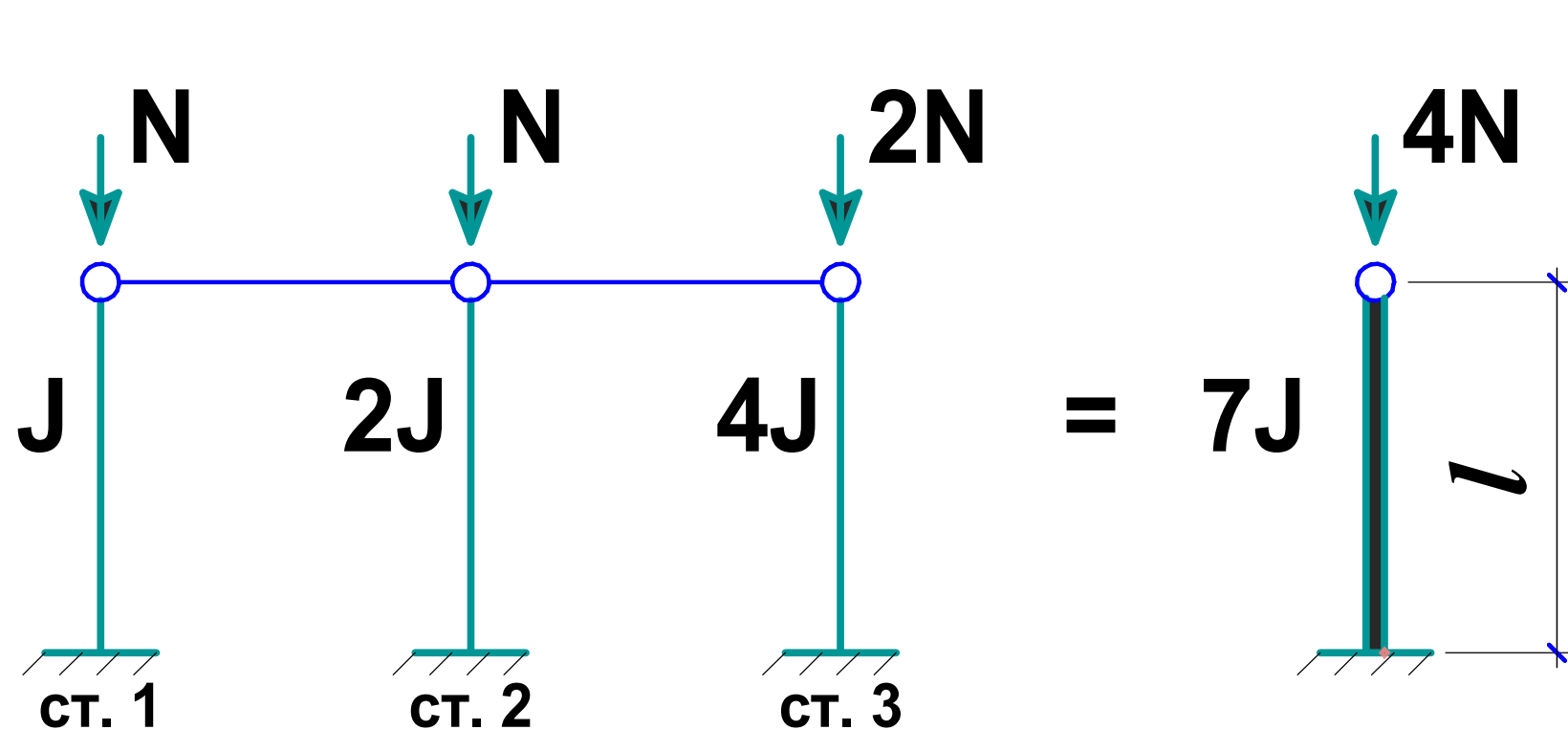
Зависимость несущей способности стержня N_{ult} от гибкости λ

Расчетные длины сжатых стержней

МЕТОД ЭКВИВАЛЕНТНОЙ КОЛОННЫ

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \times E \times J}{l_{ef}^2}, \quad \text{при } \mu = \frac{\pi}{\alpha} \quad \text{и} \quad l_{ef} = \mu \times l \quad \text{получим:}$$

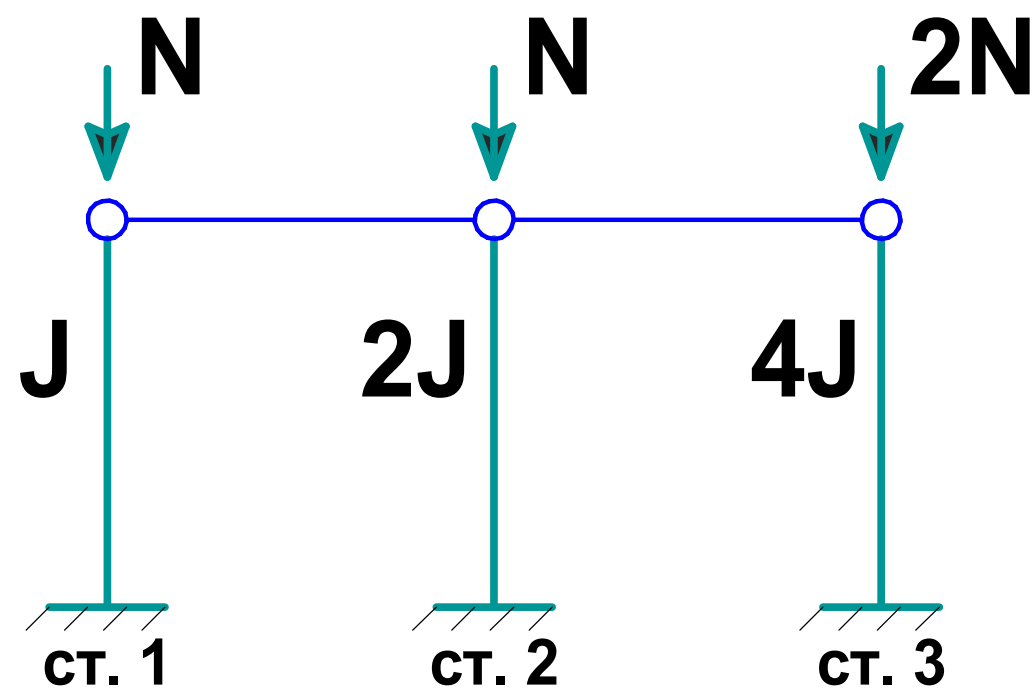
$$P_{кр} = \frac{\alpha^2 \times E \times J}{l^2} \quad \text{и} \quad \alpha = l \times \sqrt{\frac{P_{кр}}{E \times J}}.$$



$$P_{кр} = 4 \times N = \frac{\pi^2 \times 7 \times E \times J}{4 \times l^2}.$$

$$N = \frac{\pi^2 \times 7 \times E \times J}{16 \times l^2}.$$

Инженер-КМ



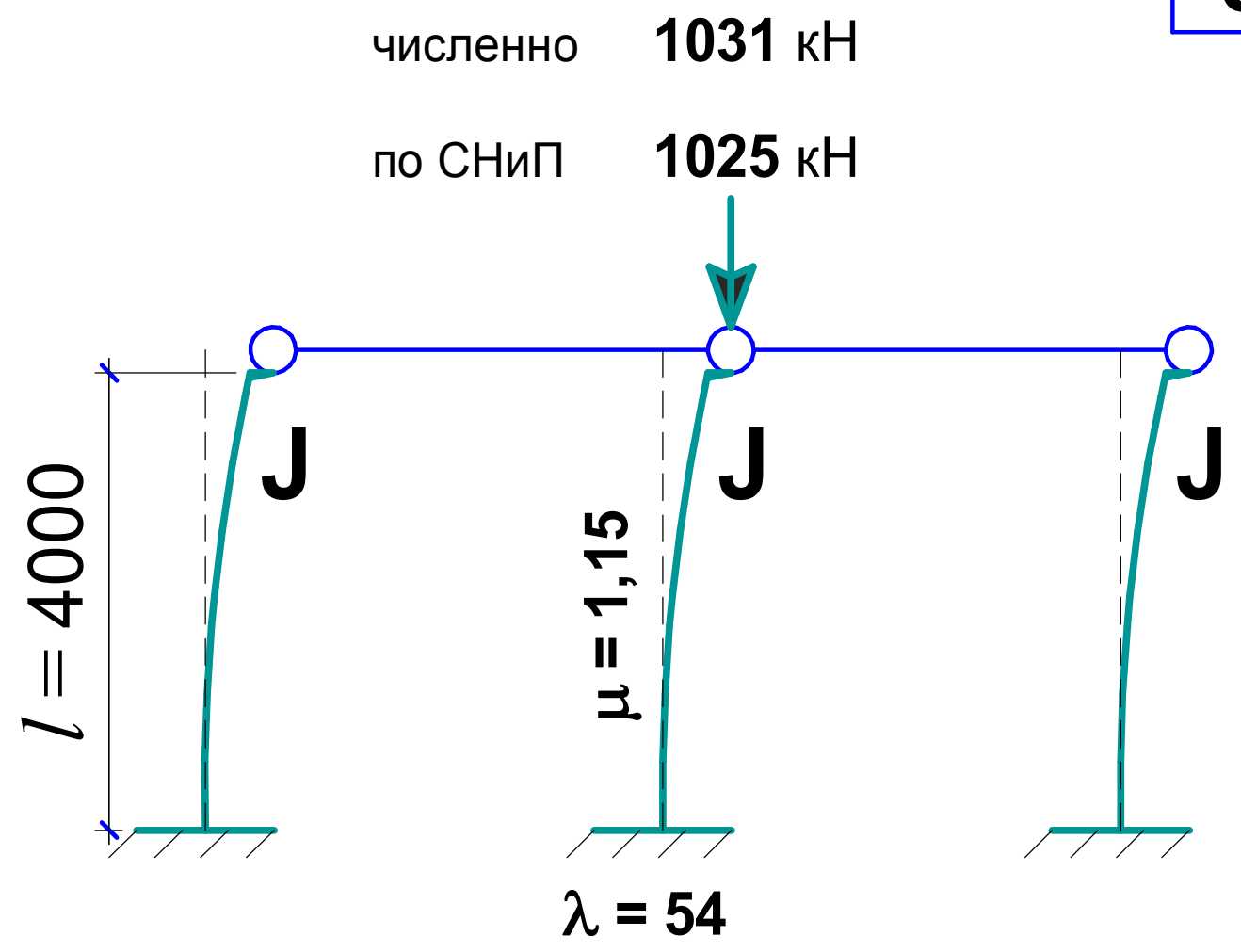
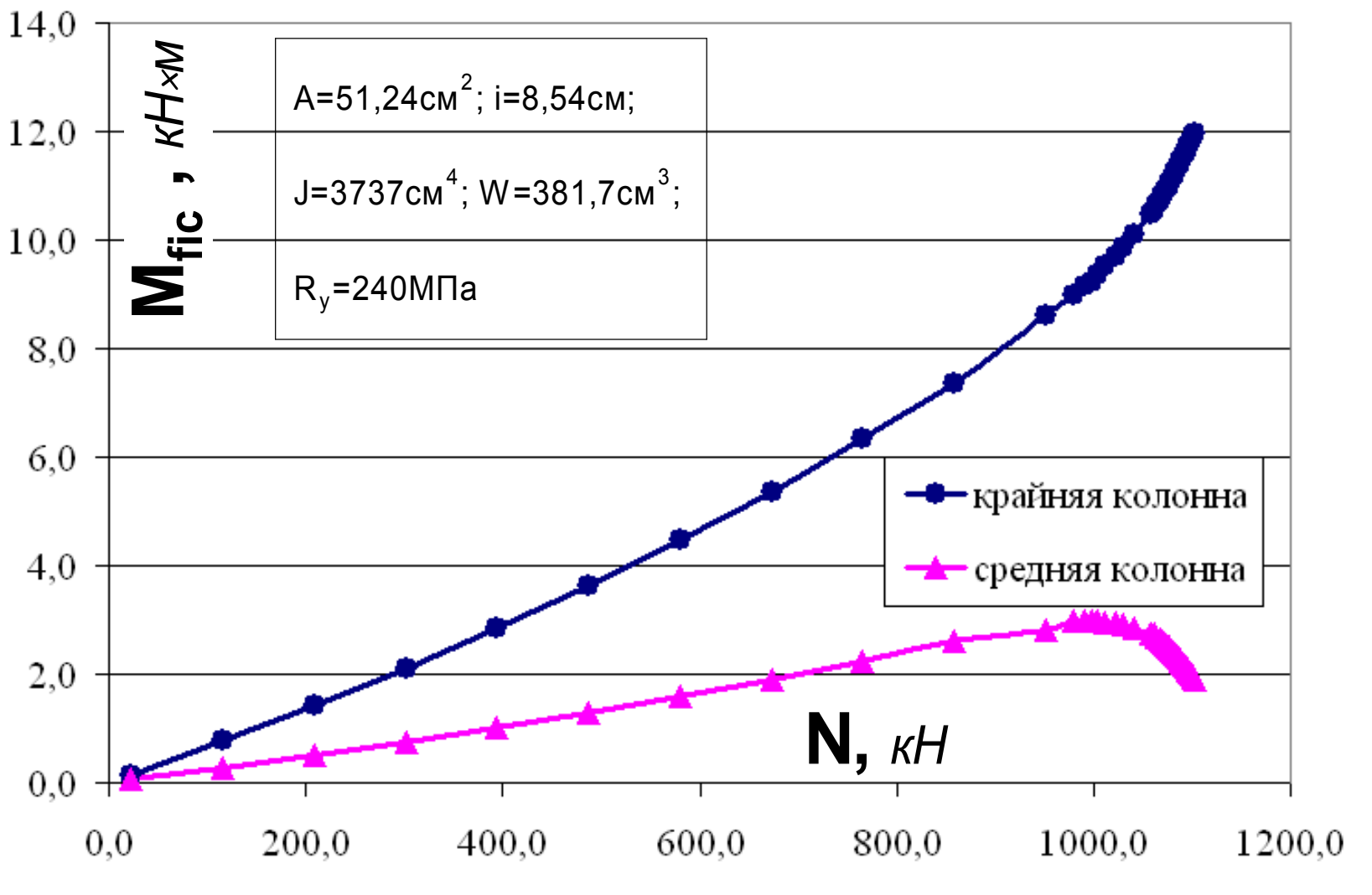
$$\mu_{\text{CT.1}} = \frac{\pi}{\alpha_{\text{CT.1}}} = 1,51.$$

$$\mu_{(\text{CT.2})\text{CT.3}} = \frac{\pi}{\alpha_{(\text{CT.2})\text{CT.3}}} = 2,14.$$

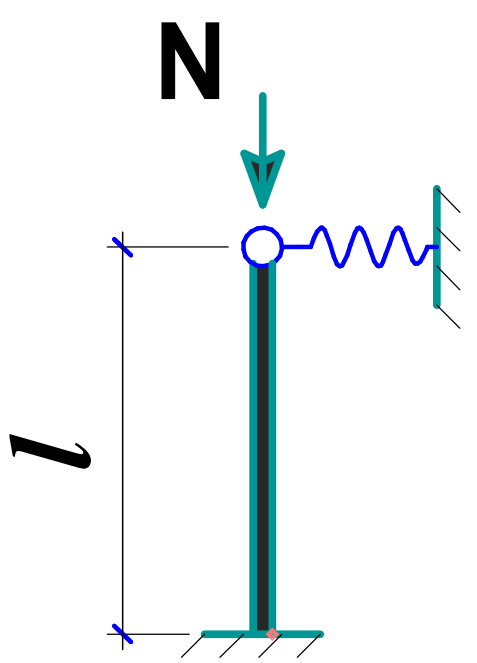
$$\alpha_{\text{CT.1}} = l \times \sqrt{\frac{N}{(E \times J)_{\text{CT.1}}}} = \pi \sqrt{\frac{7 \times E \times J}{16 \times E \times J}} = \pi \sqrt{\frac{7}{16}}.$$

$$\alpha_{\text{CT.2}} = l \times \sqrt{\frac{N}{(2 \times E \times J)_{\text{CT.2}}}} = \pi \sqrt{\frac{7 \times E \times J}{16 \times (2 \times E \times J)}} = \pi \sqrt{\frac{7}{32}}.$$

$$\alpha_{\text{CT.3}} = l \times \sqrt{\frac{2 \times N}{(4 \times E \times J)_{\text{CT.3}}}} = \pi \sqrt{\frac{2 \times (7 \times E \times J)}{16 \times (4 \times E \times J)}} = \pi \sqrt{\frac{14}{64}}.$$



$$N = \frac{\pi^2 \times 3 \times E \times J}{4 \times l^2}; \quad \alpha_{\text{ст.1}} = l \times \sqrt{\frac{N}{(E \times J)_{\text{ст.1}}}} = \pi \sqrt{\frac{3}{4}}$$



$$\mu_{\text{ст.1}} = \frac{\pi}{\alpha_{\text{ст.1}}} = 1,15.$$

Исходные данные:

Сечения колонн двутавр Γ

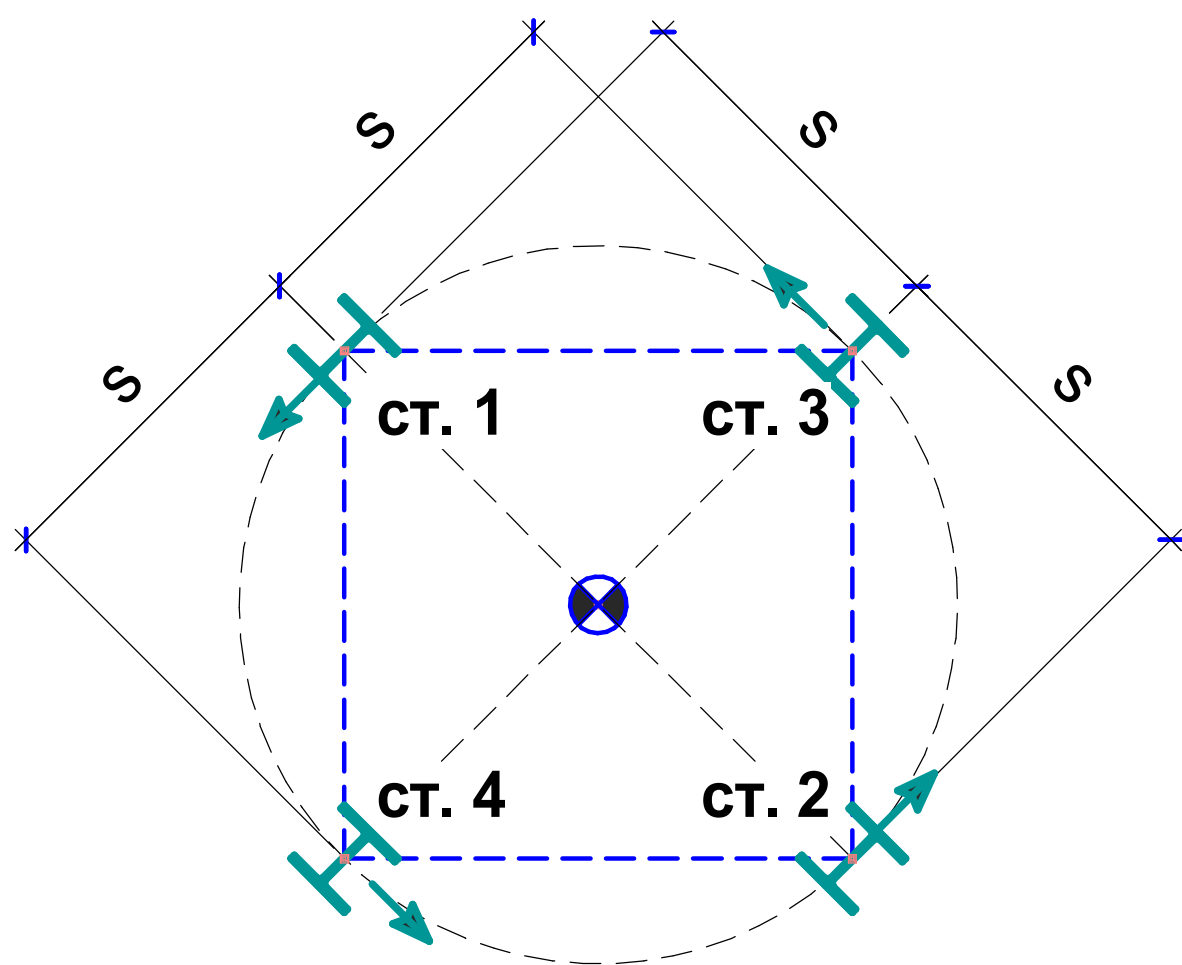
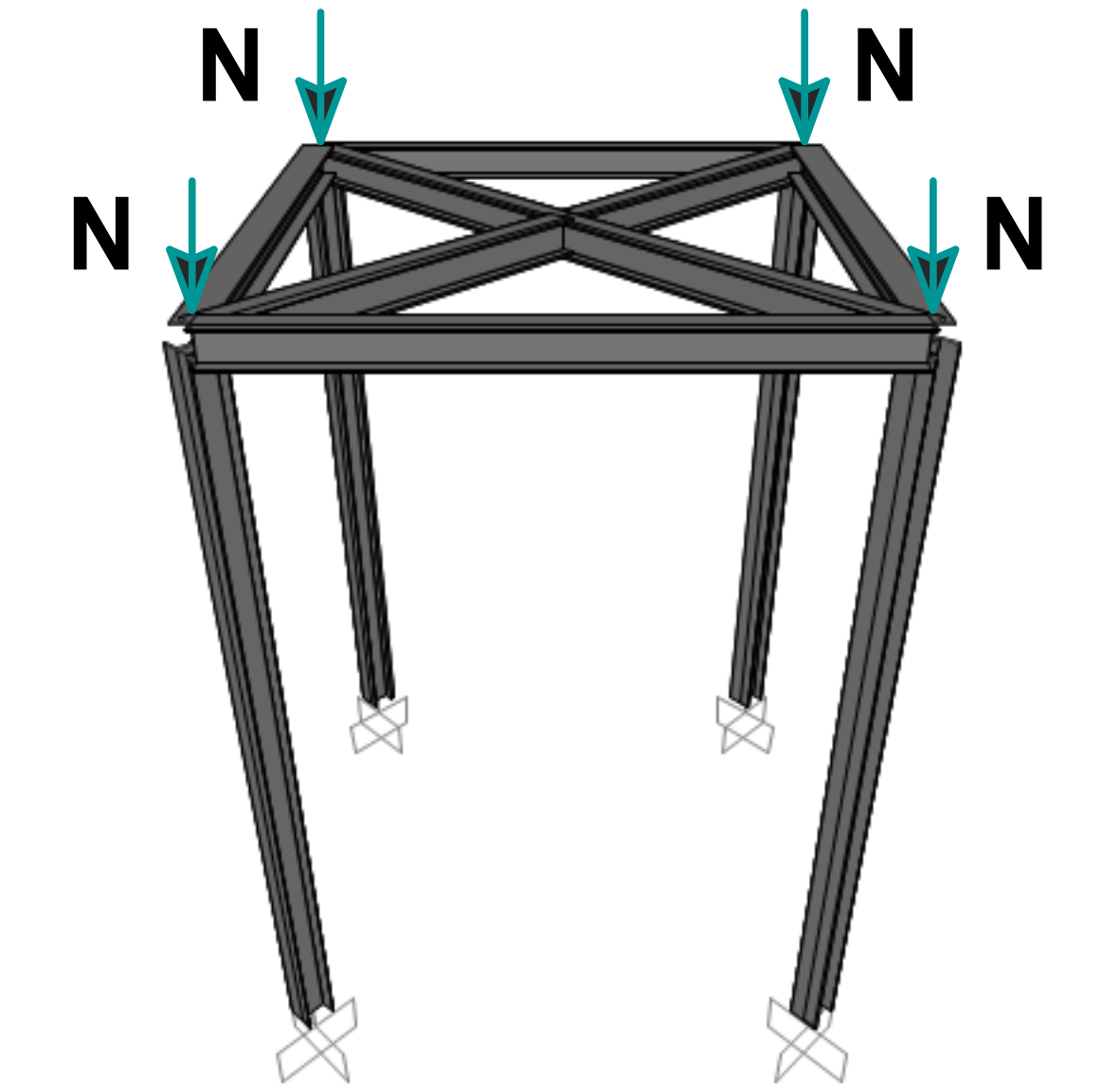
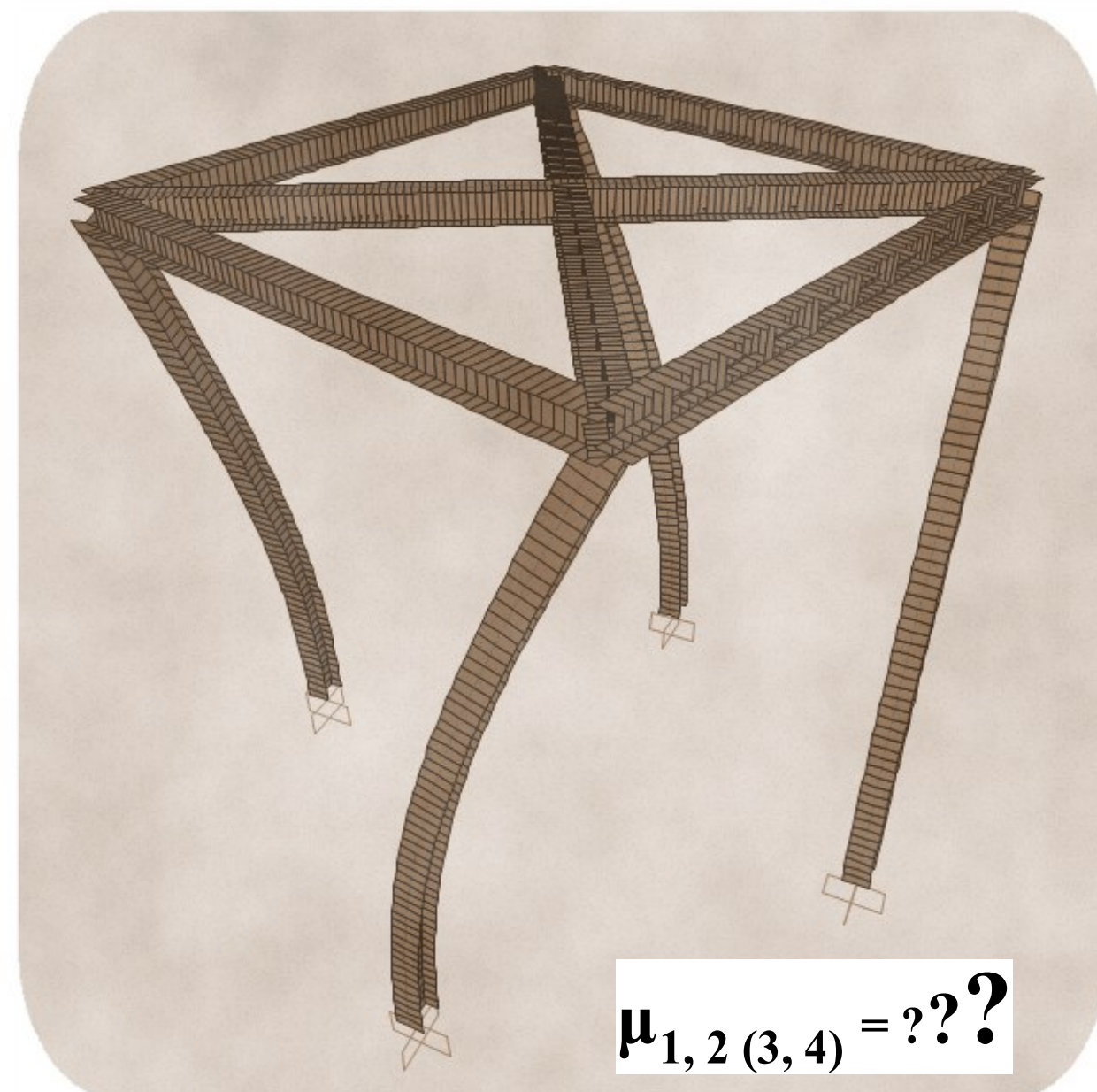
с характеристиками $J_z = 9465,7 \text{ см}^4$,

$J_y = 3126,8 \text{ см}^4$;

Сетка колонн $S \times S$;

Высоты колонн - l_k ;

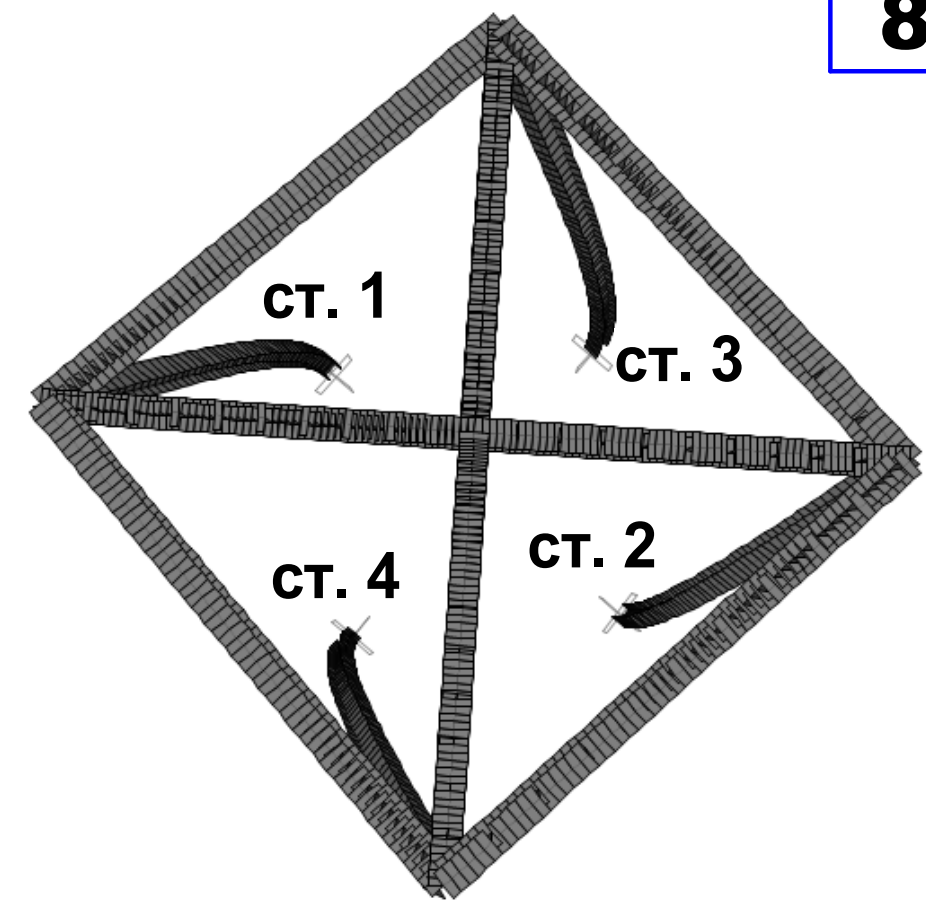
Модуль упругости $E = 2,06 \times 10^4 \text{ кН/см}^2$.



$$P_{кр} = 4 \times N = \frac{\pi^2 \times 2,66 \times E \times J}{4 \times l^2}.$$

$$\frac{J_y}{J_z} = 0,33$$

$$N = \frac{\pi^2 \times 2,66 \times E \times J}{16 \times l^2}.$$

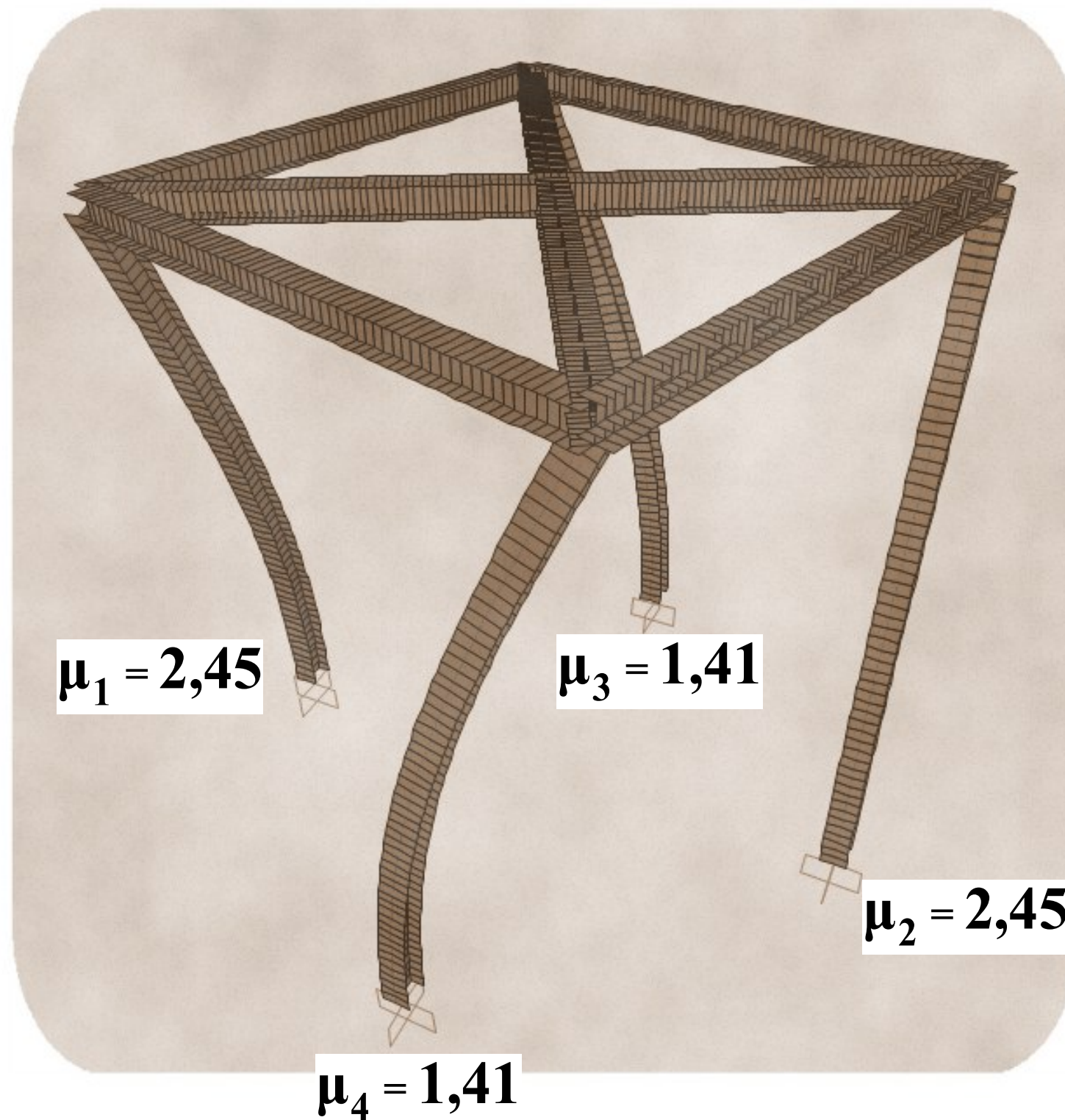
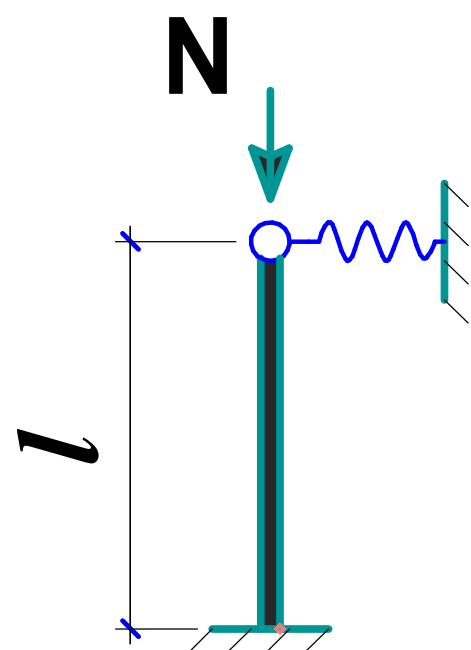
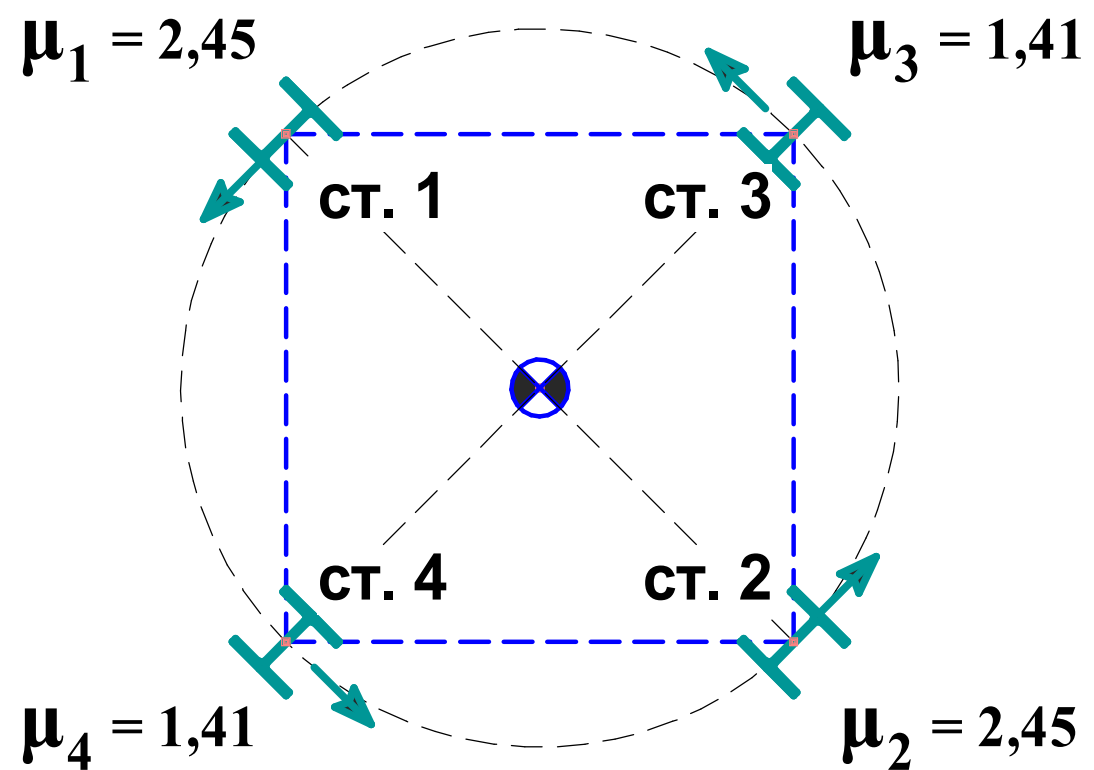


$$\alpha_{ст.1, 2} = l \times \sqrt{\frac{N}{(E \times J)_{ст.1}}} = \pi \sqrt{\frac{2,66 \times E \times J}{16 \times E \times J}} = \pi \sqrt{\frac{2,66}{16}}.$$

$$\alpha_{ст.3, 4} = l \times \sqrt{\frac{N}{(2 \times E \times J)_{ст.2}}} = \pi \sqrt{\frac{2,66 \times E \times J}{16 \times (0,33 \times E \times J)}} = \pi \sqrt{\frac{2,66}{5,28}}.$$

$$\mu_{ст.1, 2} = 2,45.$$

$$\mu_{ст.3, 4} = 1,41.$$



Расчетная схема для ст. 3 и ст. 4.

Спасибо за внимание

Более подробно

программа обучения "Инженерный курс"

<https://scadsoft.com/>

Инженерное сообщество

по расчетам

стальных строительных конструкций:

Инженер-КМ

vk.com/engineer_km

доклад подготовлен:

к.т.н. Святошенко А.Е.