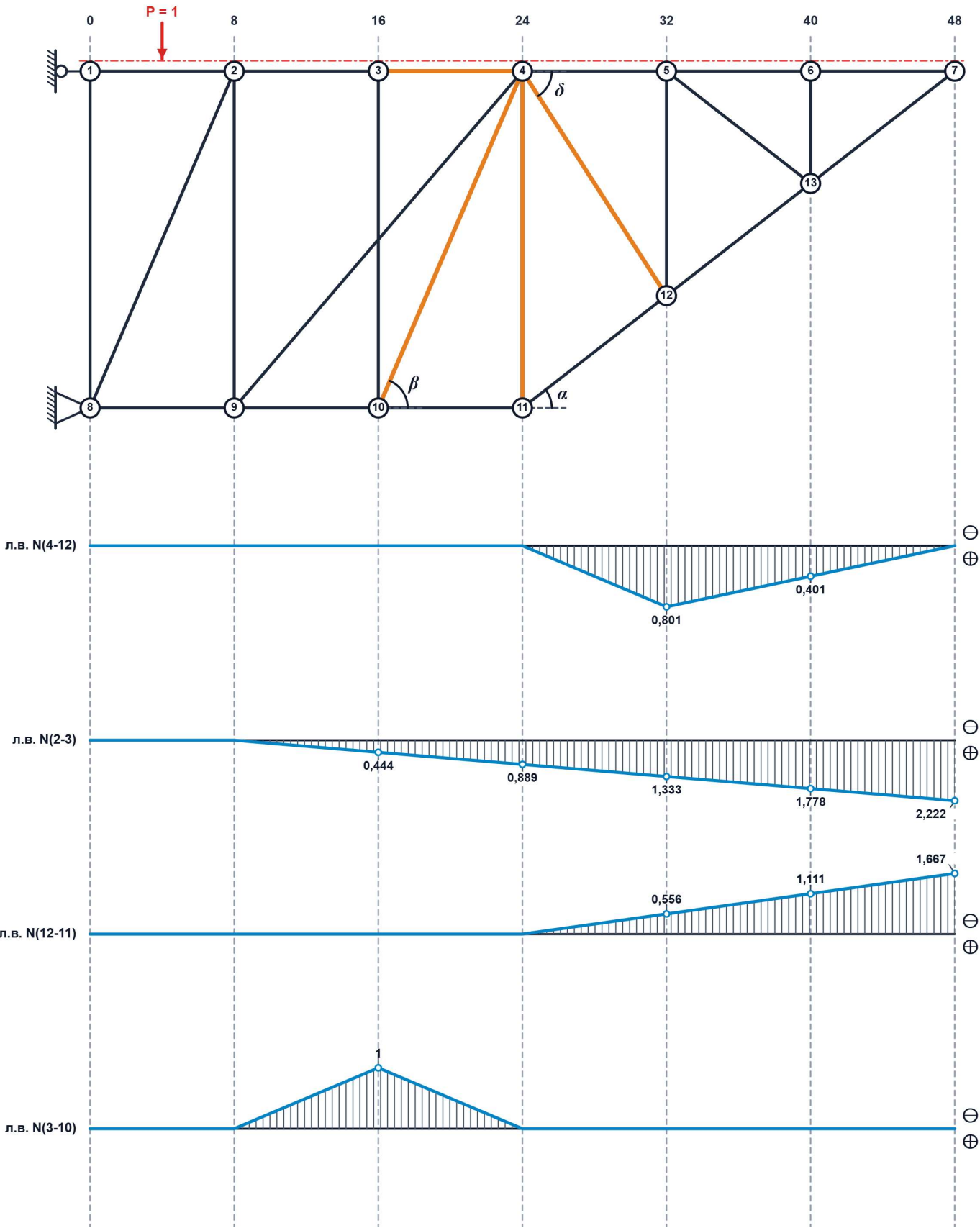
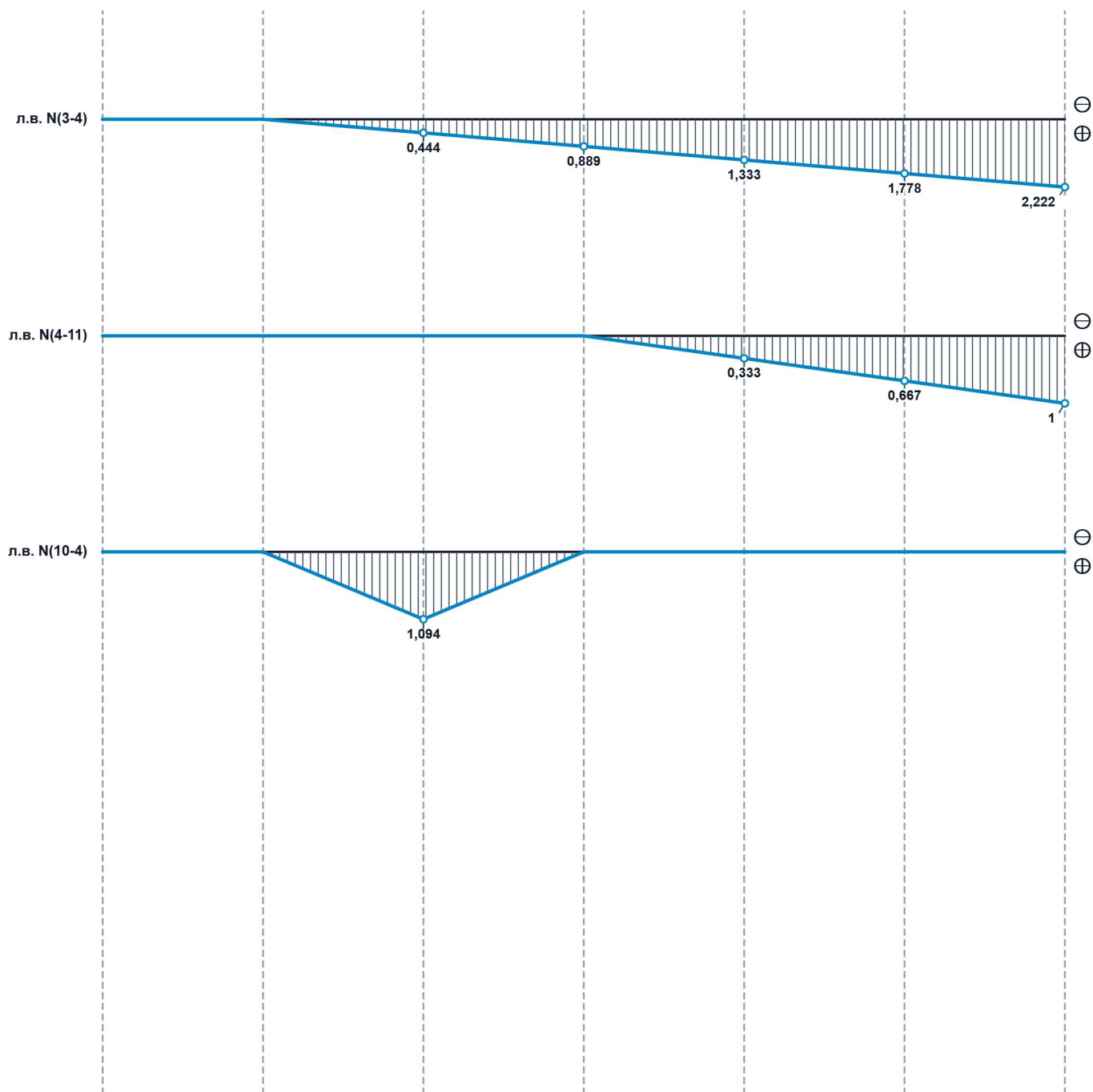


1. Схема фермы и синхронизированные эпюры линий влияния

Ездовой пояс: **Верхний пояс (езда поверху)**





2-3. Опорные реакции (Ферма консольного типа):

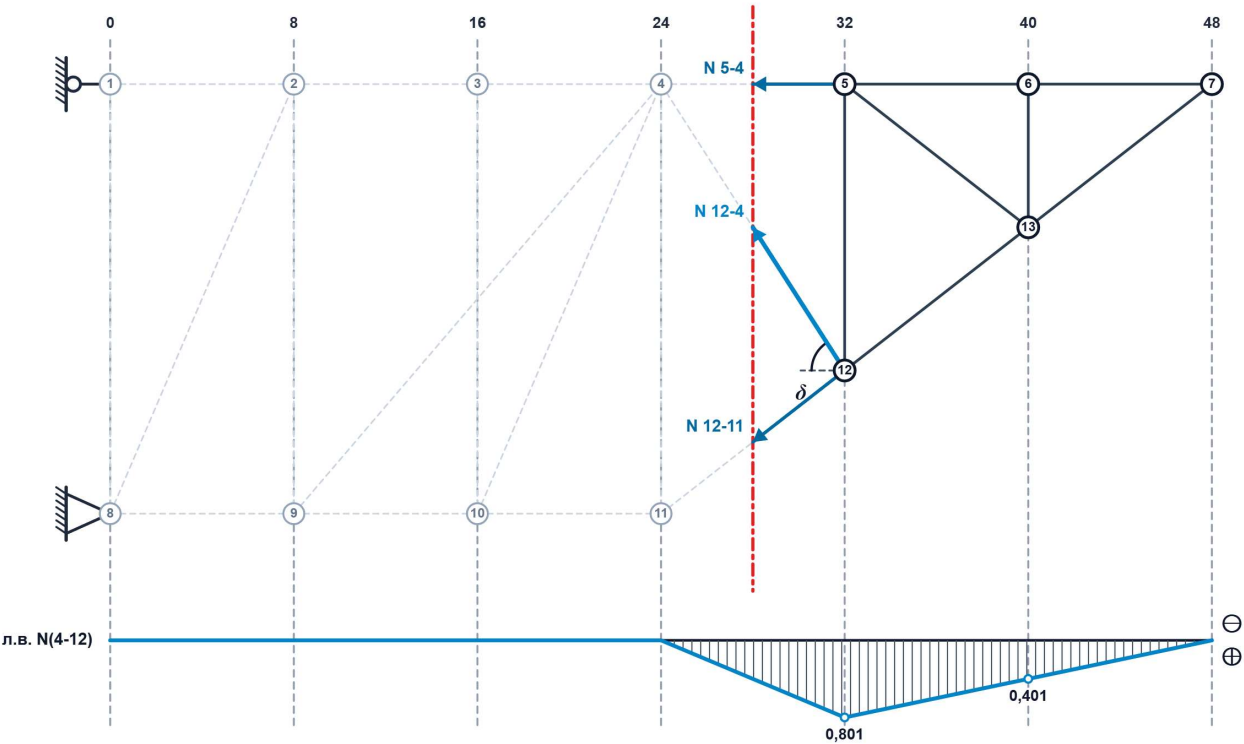
Опоры фермы расположены на одной вертикали (прикреплены к стене).

В таких консольных системах внутренние усилия всегда определяются из равновесия отсеченной свободной части фермы. Линии влияния внутренних усилий **абсолютно не зависят** от опорных реакций, поэтому расчет линий влияния реакций не требуется и опускается.

Параметр / Узел	1	2	3	4	5	6	7
z (м)	0	8	16	24	32	40	48

4. Аналитическое построение линий влияния усилий в стержнях

4.1. Линия влияния усилия N_{4-12}



Угол наклона к горизонту: $\operatorname{tg} \delta = \frac{12}{8} = 1,5$; $\delta = 56,3^\circ$ ($\cos \delta = 0,5547$; $\sin \delta = 0,8321$)

ГРУЗ В СЕЧЕНИИ И ПРАВЕЕ

$$\Sigma M_7^{\text{отсеч}} = 1 \cdot (48 - z) - N_{4-12} \cdot (\cos 56,3^\circ \cdot 12 + \sin 56,3^\circ \cdot 16) = 0$$

$$N_{4-12} = \frac{48 - z}{19,97}$$

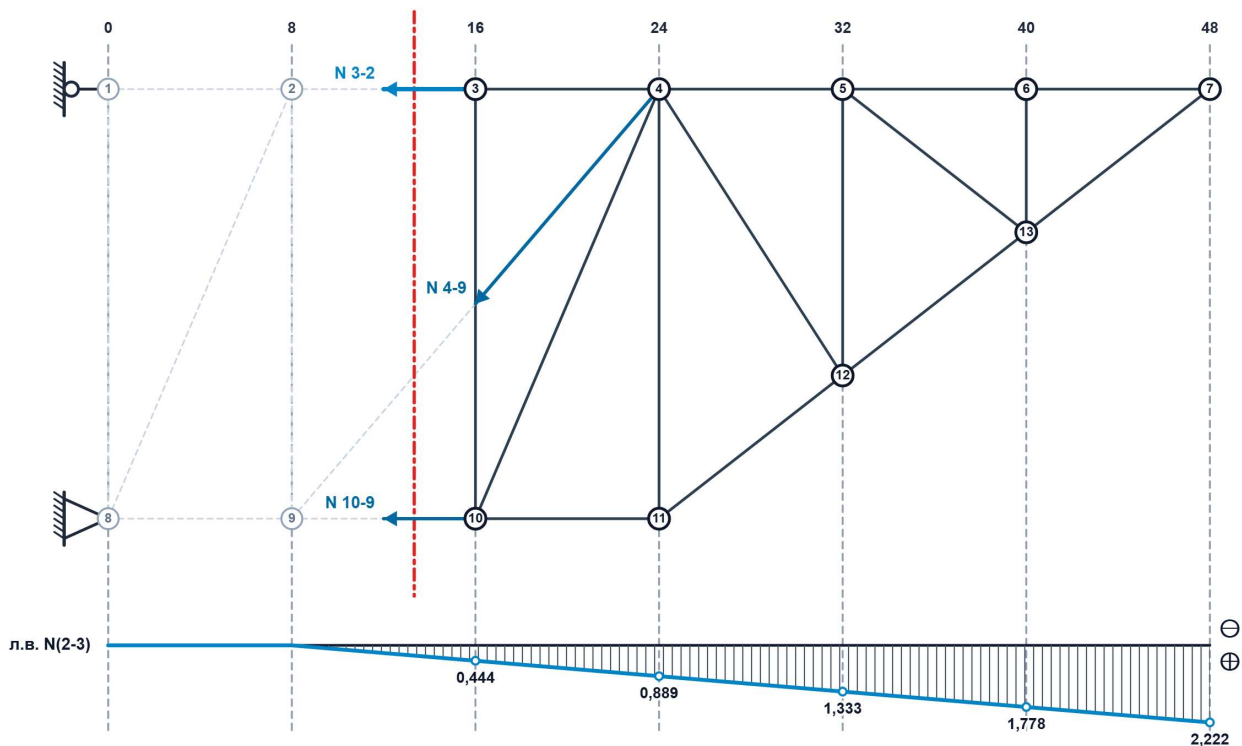
ГРУЗ ЛЕВЕЕ ПАНЕЛИ СЕЧЕНИЯ

На отсеченную часть консоли нагрузка не действует: $N_{4-12} = 0$

$$N_{4-12} = 0$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
N(4-12)	0	0	0	0	0,801	0,401	0

4.2. Линия влияния усилия N_{2-3} (предварительный расчет)



Вспомогательный расчет: Данный стержень рассчитан предварительно, так как усилие N_{2-3} необходимо для аналитического нахождения линии влияния стойки N_{3-4} через уравнение моментов узла.

ГРУЗ В СЕЧЕНИИ И ПРАВЕЕ

$$\Sigma M_9^{\text{отсеч}} = -1 \cdot (z - 8) + N_{2-3} \cdot 18 = 0$$
$$N_{2-3} = \frac{z - 8}{18}$$

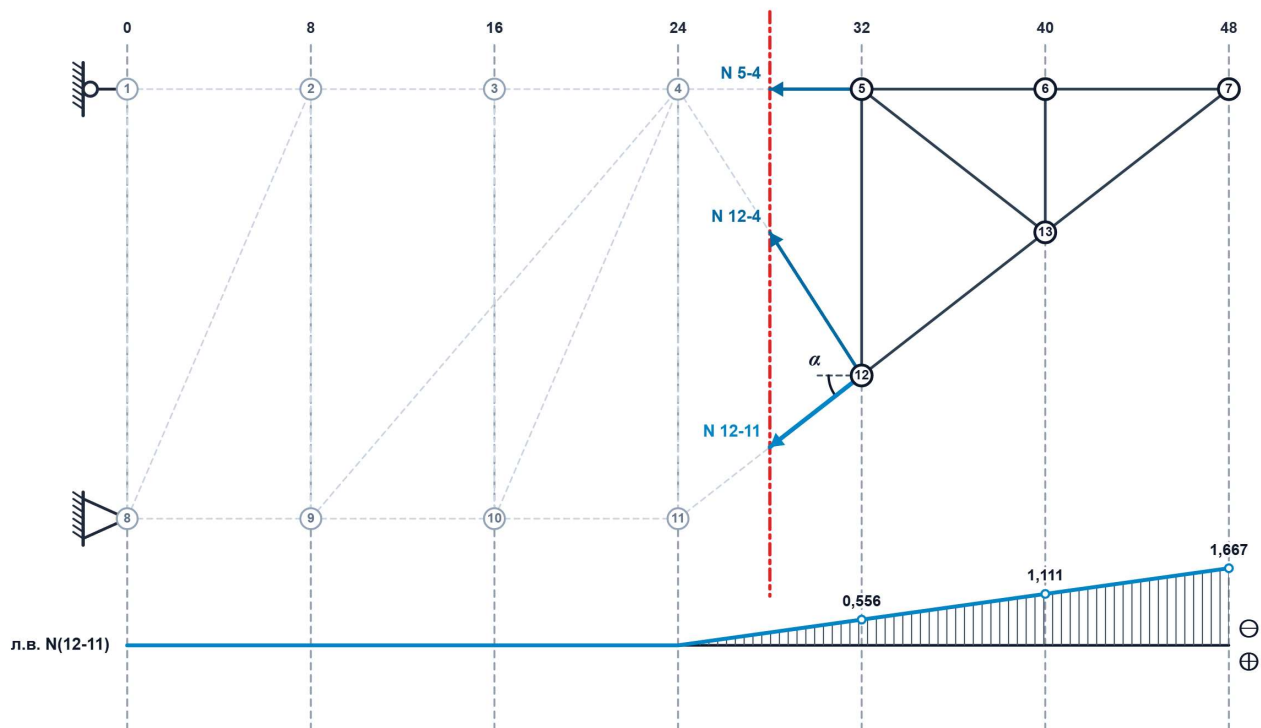
ГРУЗ ЛЕВЕЕ ПАНЕЛИ СЕЧЕНИЯ

На отсеченную часть консоли нагрузка не действует: $N_{2-3} = 0$

$$N_{2-3} = 0$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
$N(2-3)$	0	0	0,444	0,889	1,333	1,778	2,222

4.3. Линия влияния усилия N_{12-11} (предварительный расчет)



Вспомогательный расчет: Данный стержень рассчитан предварительно, так как усилие N_{12-11} необходимо для аналитического нахождения линии влияния стойки N_{4-11} через уравнение моментов узла.

Угол наклона к горизонту: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{6}{8} = 0,75$; $\alpha = 36,9^\circ$ ($\cos \alpha = 0,8$; $\sin \alpha = 0,6$)

ГРУЗ В СЕЧЕНИИ И ПРАВЕЕ

$$\Sigma M_4^{\text{отсеч}} = -1 \cdot (z - 24) - N_{12-11} \cdot (\cos 36,9^\circ \cdot 12 + \sin 36,9^\circ \cdot 8) = 0$$
$$N_{12-11} = \frac{24 - z}{14,4}$$

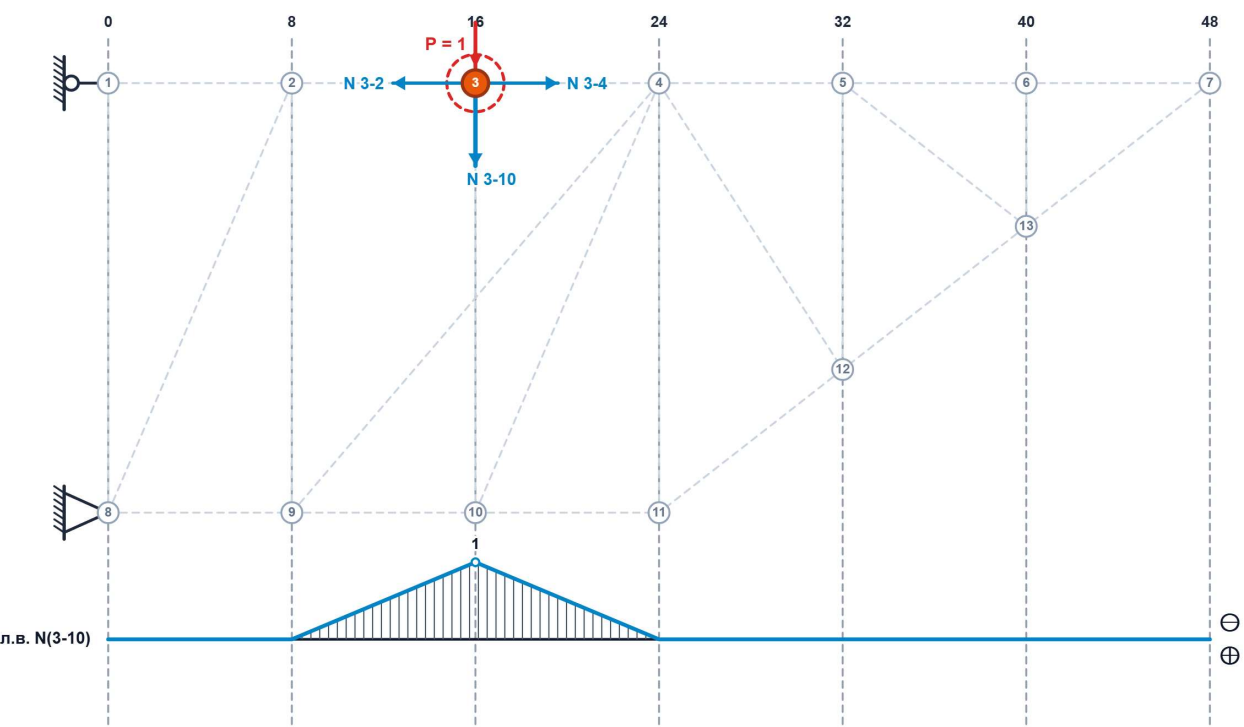
ГРУЗ ЛЕВее ПАНЕЛИ СЕЧЕНИЯ

На отсеченную часть консоли нагрузка не действует: $N_{12-11} = 0$

$$N_{12-11} = 0$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
N(12-11)	0	0	0	0	-0,556	-1,111	-1,667

4.4. Линия влияния усилия N_{3-10} (предварительный расчет)



Вспомогательный расчет: Данный стержень рассчитан предварительно, так как усилие N_{3-10} необходимо для аналитического нахождения линии влияния стойки N_{10-4} через уравнение моментов узла.

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ — РАВНОВЕСИЕ УЗЛА 3 ($\sum Y^{уз.3} = 0$):

Прямое сечение через стержень пересекает более 3-х элементов. Усилие находится из проекций сил в смежном узле 3, где остальные стержни уже рассчитаны на предыдущих шагах:

$$\sum Y^{уз.3} = -N_{3-10} = 0$$
$$N_{3-10} =$$

При $0 \leq z \leq 8$: $N_{3-10} = 0$

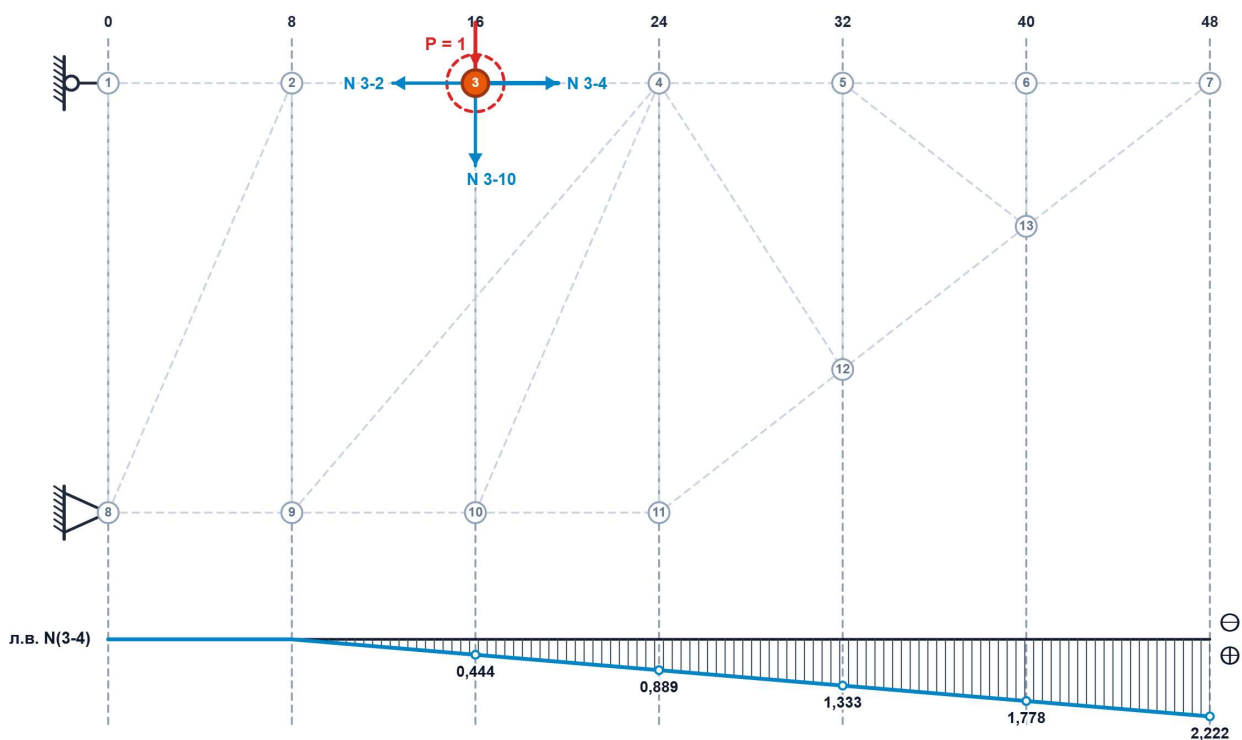
При $8 \leq z \leq 16$: $N_{3-10} = -\frac{z-8}{8}$

При $16 \leq z \leq 24$: $N_{3-10} = \frac{z-24}{8}$

При $24 \leq z \leq 48$: $N_{3-10} = 0$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
N(3-10)	0	0	-1	0	0	0	0

4.5. Линия влияния усилия N_{3-4}



МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ — РАВНОВЕСИЕ УЗЛА 3 ($\Sigma X^{y3.3} = 0$):

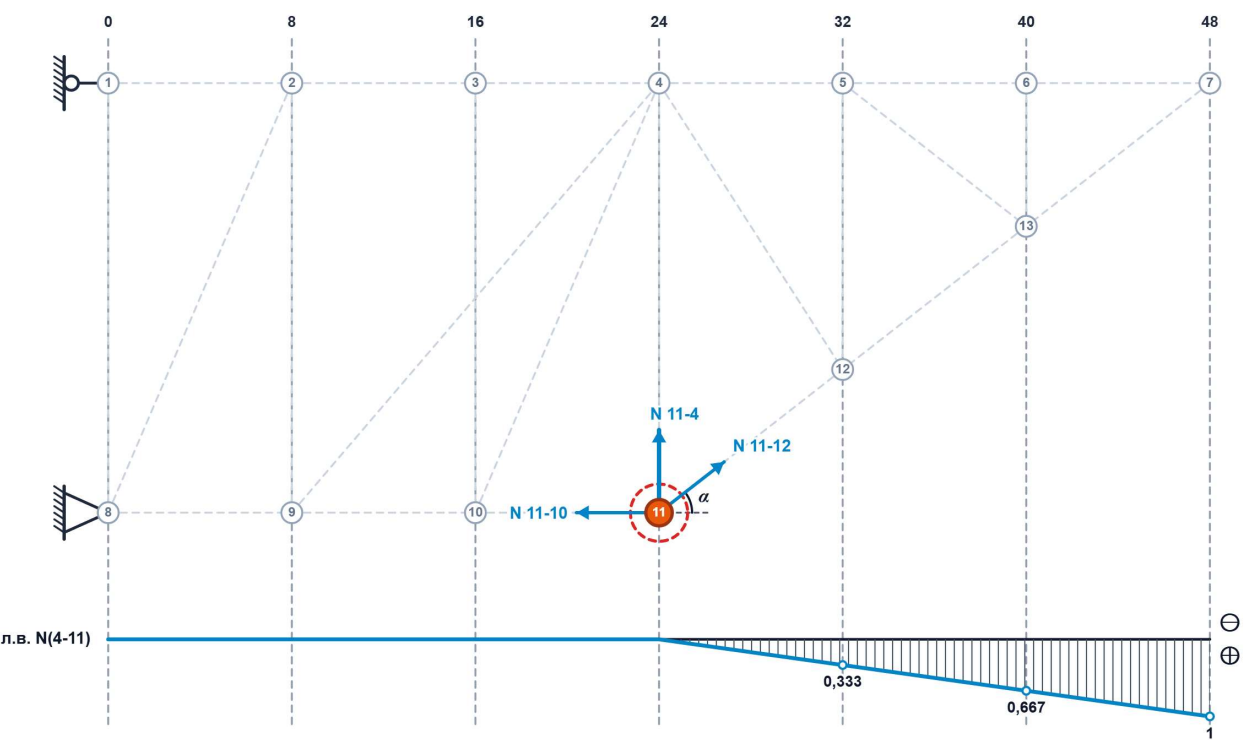
Прямое сечение через стержень пересекает более 3-х элементов. Усилие находится из проекций сил в смежном узле 3, где остальные стержни уже рассчитаны на предыдущих шагах:

$$\begin{aligned}\Sigma X^{y3.3} &= N_{3-4} - N_{2-3} = 0 \\ N_{3-4} &= N_{2-3}\end{aligned}$$

$$\text{При } 0 \leq z \leq 8 : \quad N_{3-4} = 0; \quad \text{При } 8 \leq z \leq 48 : \quad N_{3-4} = \frac{z - 8}{18}$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
N(3-4)	0	0	0,444	0,889	1,333	1,778	2,222

4.6. Линия влияния усилия N_{4-11}



Угол наклона к горизонту: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{6}{8} = 0,75$; $\alpha = 36,9^\circ$ ($\cos \alpha = 0,8$; $\sin \alpha = 0,6$)

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ — РАВНОВЕСИЕ УЗЛА 11 ($\Sigma Y^{y3.11} = 0$):

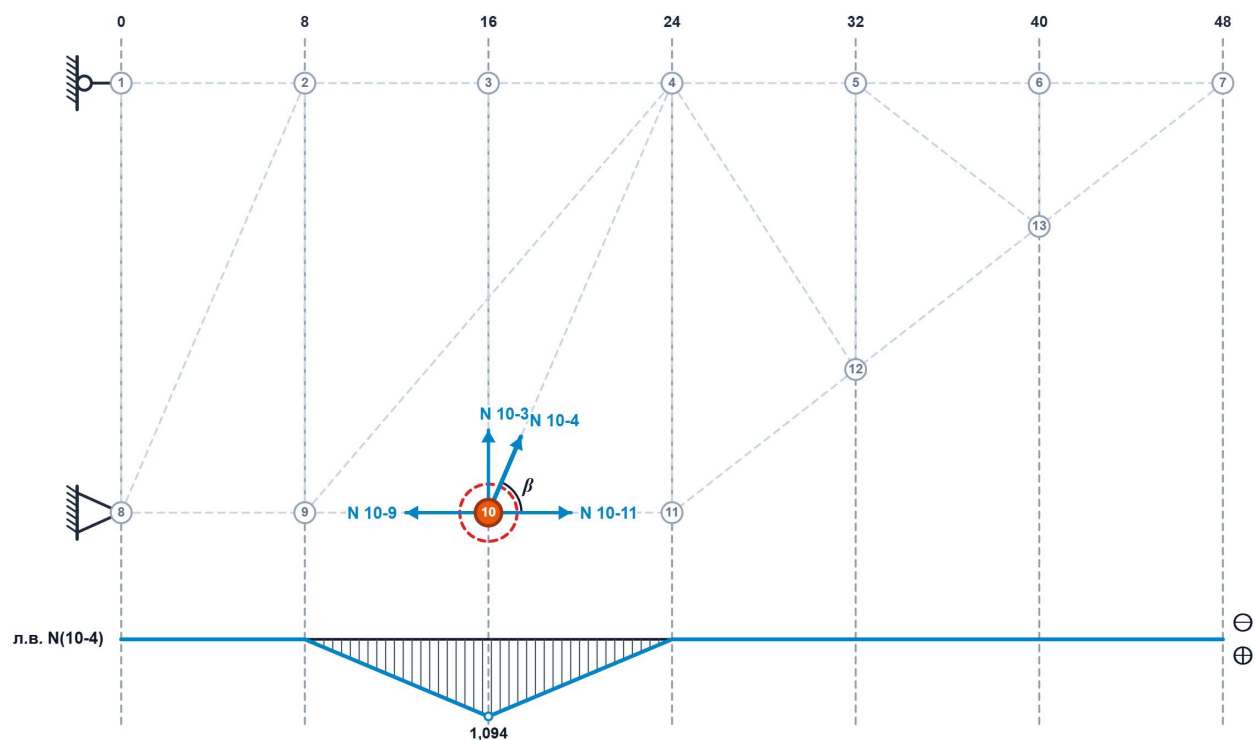
Прямое сечение через стержень пересекает более 3-х элементов. Усилие находится из проекций сил в смежном узле 11, где остальные стержни уже рассчитаны на предыдущих шагах:

$$\begin{aligned}\Sigma Y^{y3.11} &= N_{4-11} + N_{12-11} \cdot \sin 36,9^\circ = 0 \\ N_{4-11} &= -0,6 \cdot N_{12-11}\end{aligned}$$

$$\text{При } 0 \leq z \leq 24 : \quad N_{4-11} = 0; \quad \text{При } 24 \leq z \leq 48 : \quad N_{4-11} = \frac{z - 24}{24}$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
$N(4-11)$	0	0	0	0	0,333	0,667	1

4.7. Линия влияния усилия N_{10-4}



Угол наклона к горизонту: $\operatorname{tg} \beta = \frac{18}{8} = 2,25$; $\beta = 66^\circ$ ($\cos \beta = 0,4061$; $\sin \beta = 0,9138$)

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ — РАВНОВЕСИЕ УЗЛА 10 ($\Sigma Y^{y3.10} = 0$):

Прямое сечение через стержень пересекает более 3-х элементов. Усилие находится из проекций сил в смежном узле 10, где остальные стержни уже рассчитаны на предыдущих шагах:

$$\begin{aligned} \Sigma Y^{y3.10} &= N_{10-4} \cdot \sin 66^\circ + N_{3-10} = 0 \\ N_{10-4} &= \frac{-N_{3-10}}{\sin 66^\circ} = -1,094 \cdot N_{3-10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{При } 0 \leq z \leq 8 : \quad N_{10-4} &= 0 \\ \text{При } 8 \leq z \leq 16 : \quad N_{10-4} &= \frac{z - 8}{7,31} \\ \text{При } 16 \leq z \leq 24 : \quad N_{10-4} &= \frac{24 - z}{7,31} \\ \text{При } 24 \leq z \leq 48 : \quad N_{10-4} &= 0 \end{aligned}$$

z (м)	0	8	16	24	32	40	48
N(10-4)	0	0	1,094	0	0	0	0