

Расчёт стержневки определитной многопролетной балки.

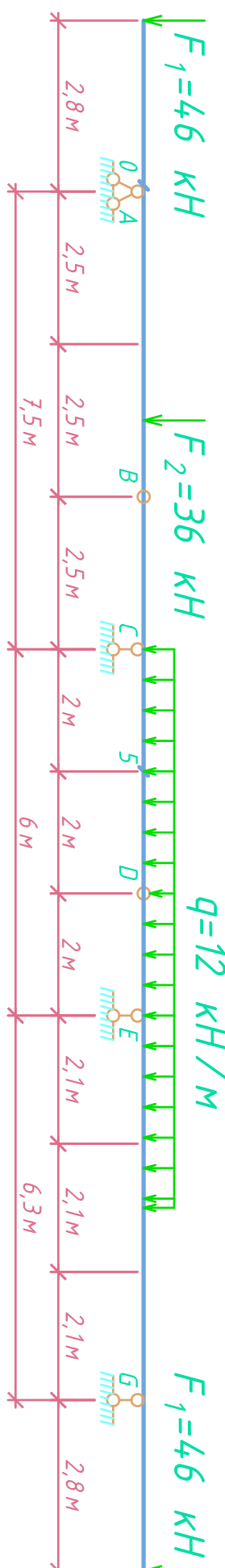
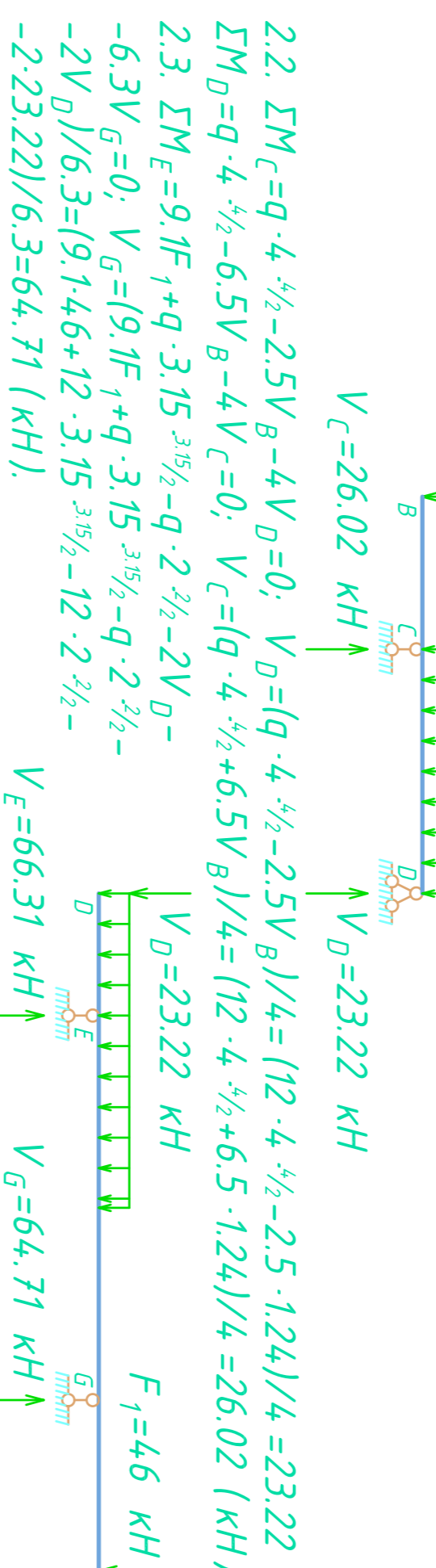
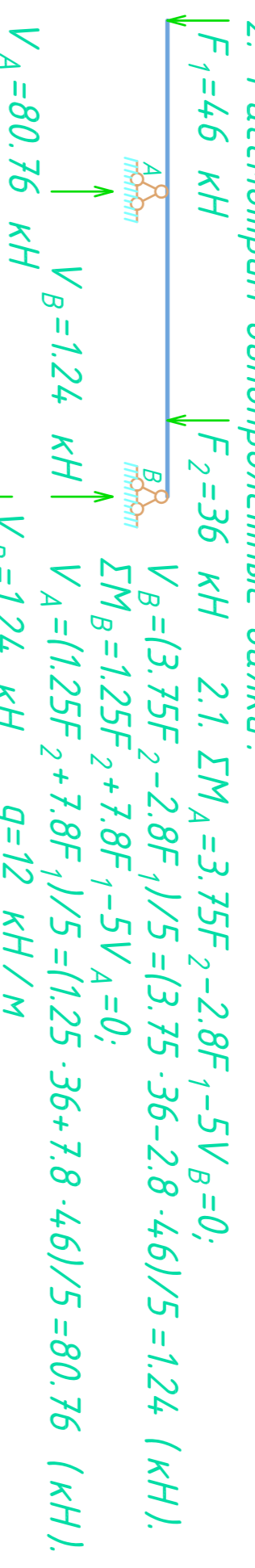


Рисунок 1. Расчётная схема балки.

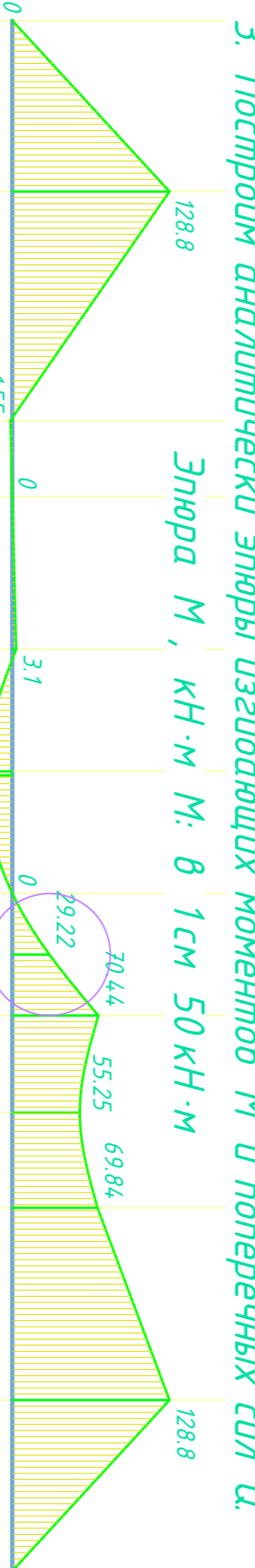
1. Кинематический анализ системы.
- 1.1. Определим число степеней свободы. $M=3D-2Ш-C_0=3\cdot3-2\cdot2-5=0$.
- 1.2. Построим эластичную схему балки и укажем порядок расчёта.



Рисунок 2. Эластичная схема балки.
Вывод: система стержневки определена и геометрически неизменяема.



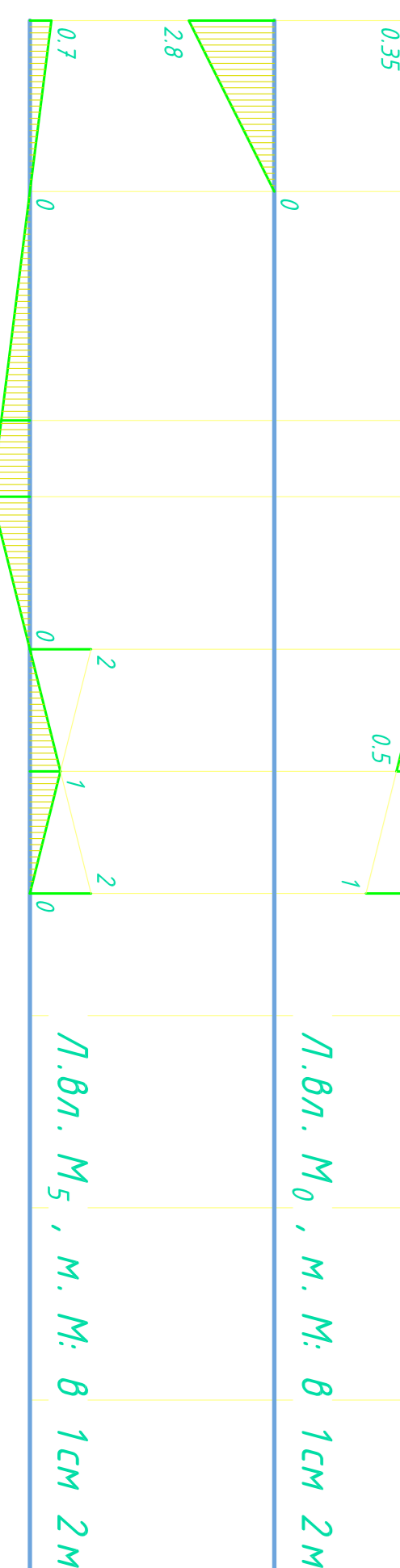
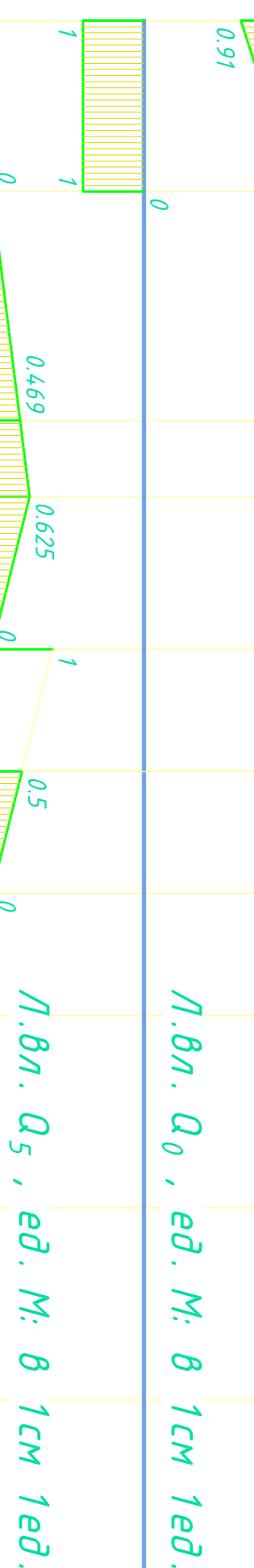
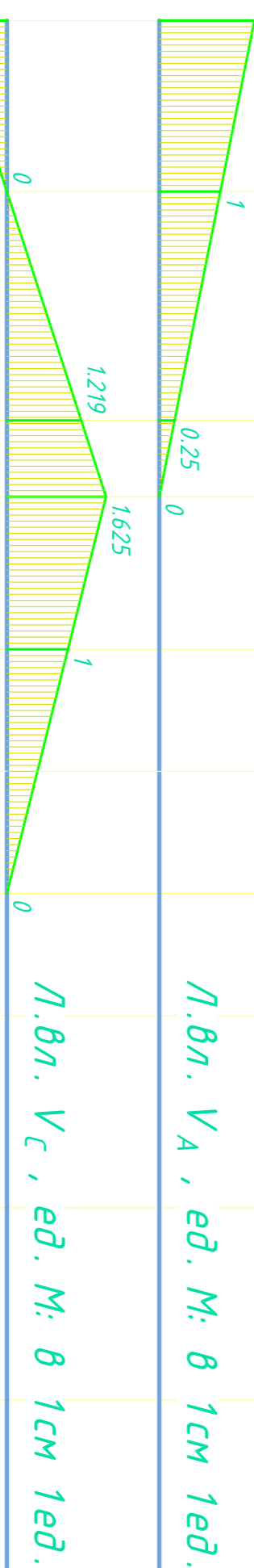
Эюры M, кН·м. θ 1см 50 кН·м



Эюры Q, кН. θ 1см 20 кН



4. Построим линии влияния усилий.



5. Определим усилия по соответствующим линиям влияния.
 $M_5=(0.5\cdot4\cdot1\cdot q-0.938\cdot F_2+0.7\cdot F_1)=(0.5\cdot4\cdot1\cdot12-0.938\cdot36+0.7\cdot46)=22.43$ (кН·м).
Аналитически получили $M_5=22.46$ (кН·м).
Расчёт стержневки неопределимой рамы методом сил.

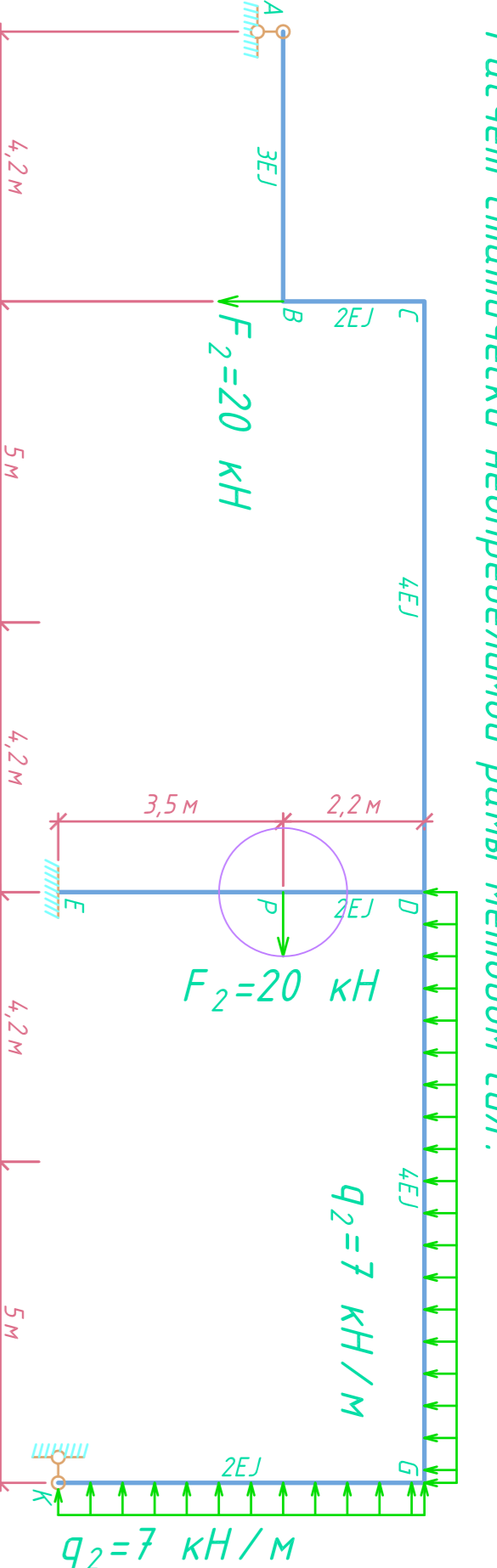


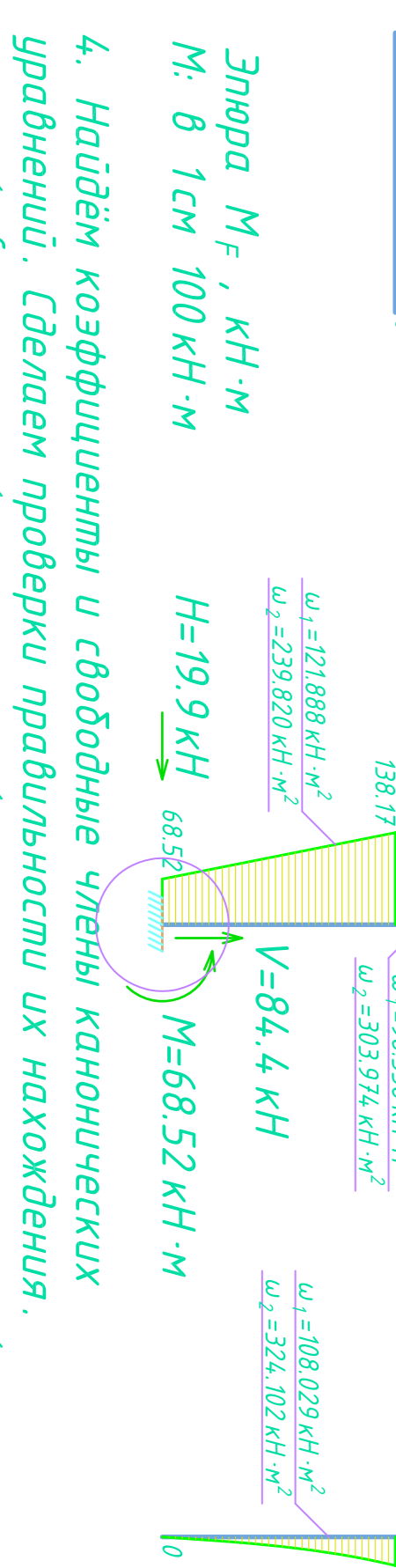
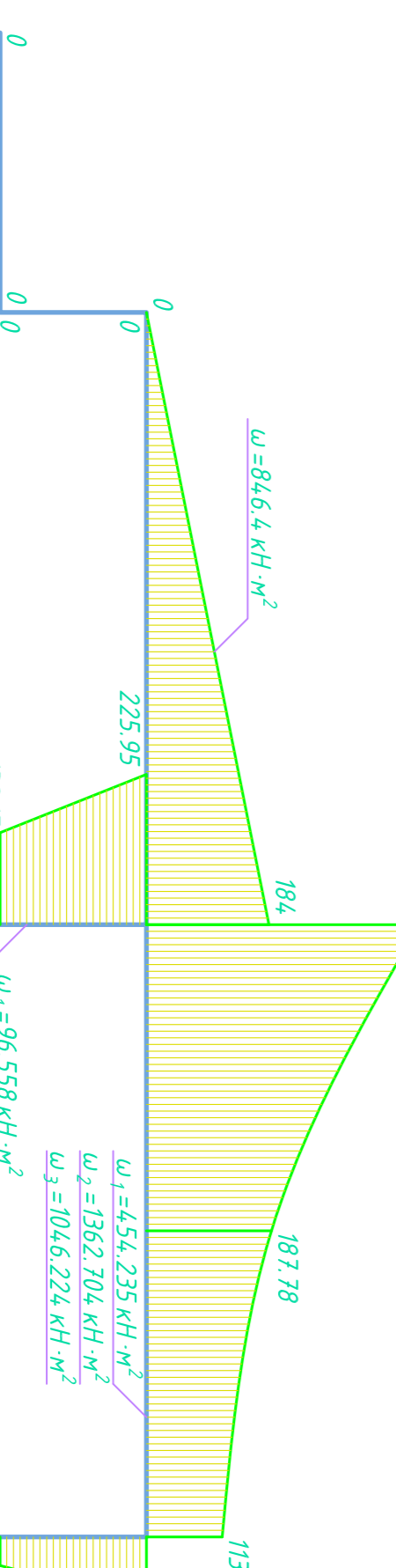
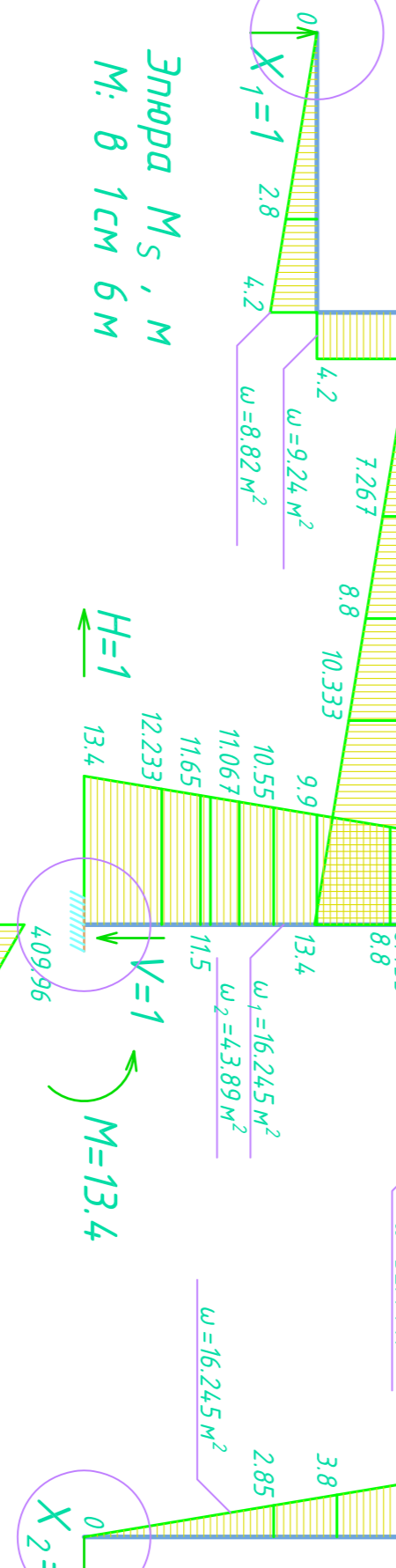
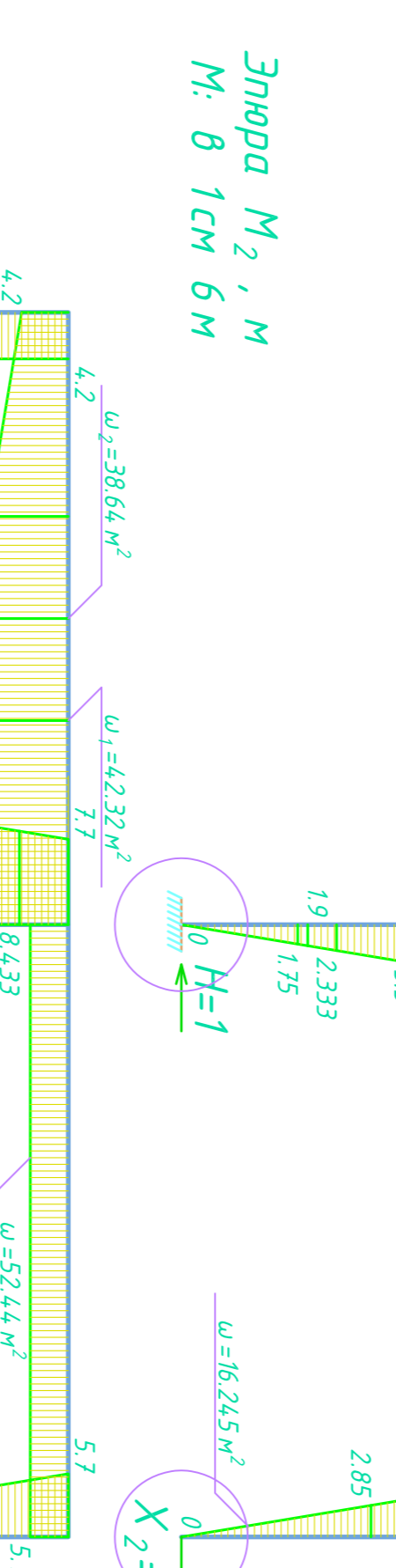
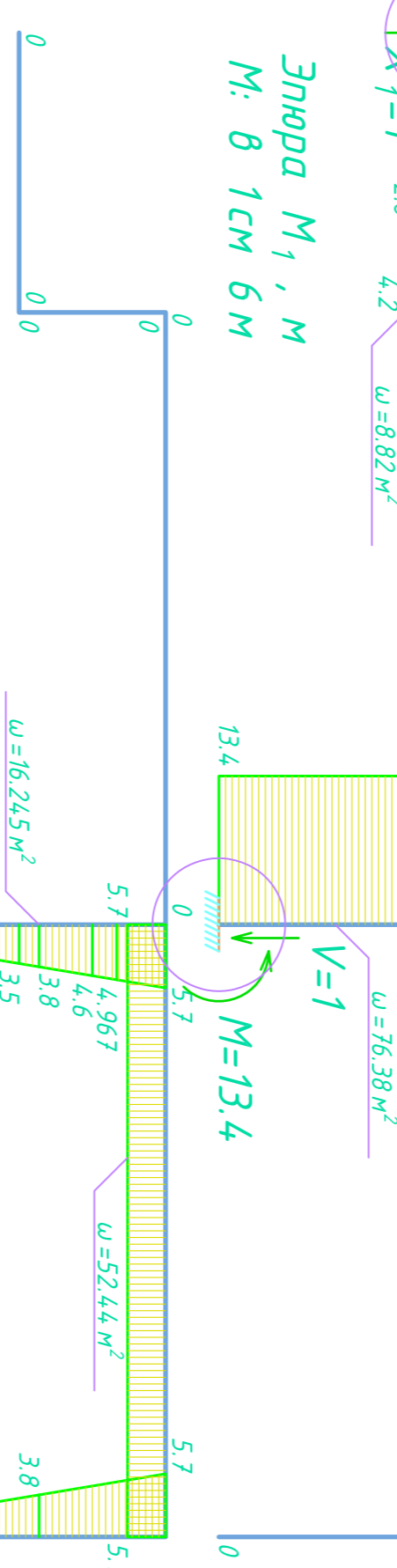
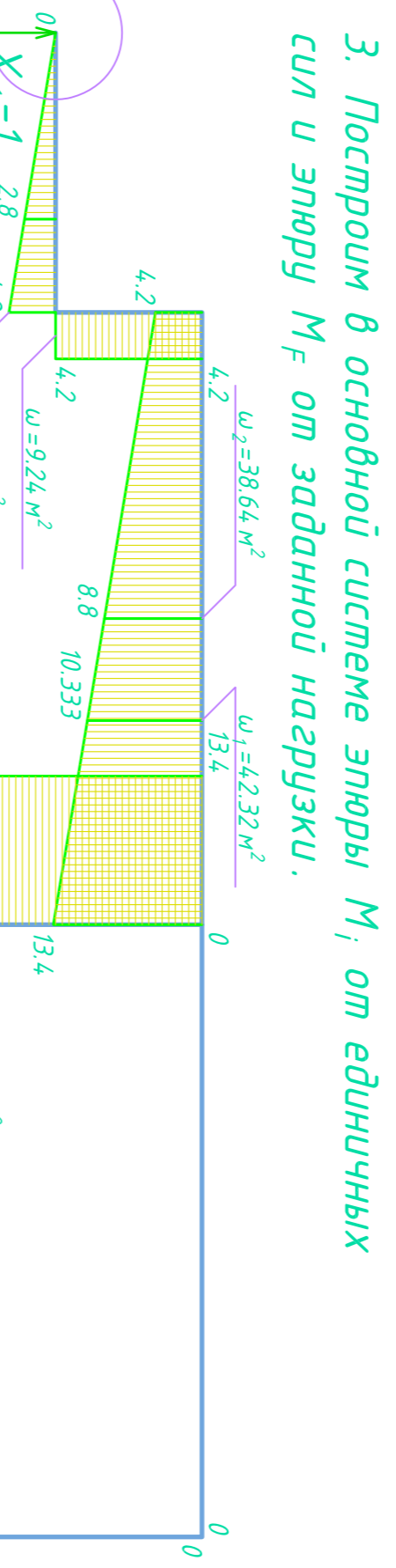
Рисунок 3. Расчётная схема рамы.

1. Кинематический анализ системы.
- 1.1. Установим степень статической неопределимости. $M=3D-2Ш-C_0=3\cdot1-2\cdot0-5=-2$.
- 1.2. Выберем основную систему.



Рисунок 4. Основная система метода сил.

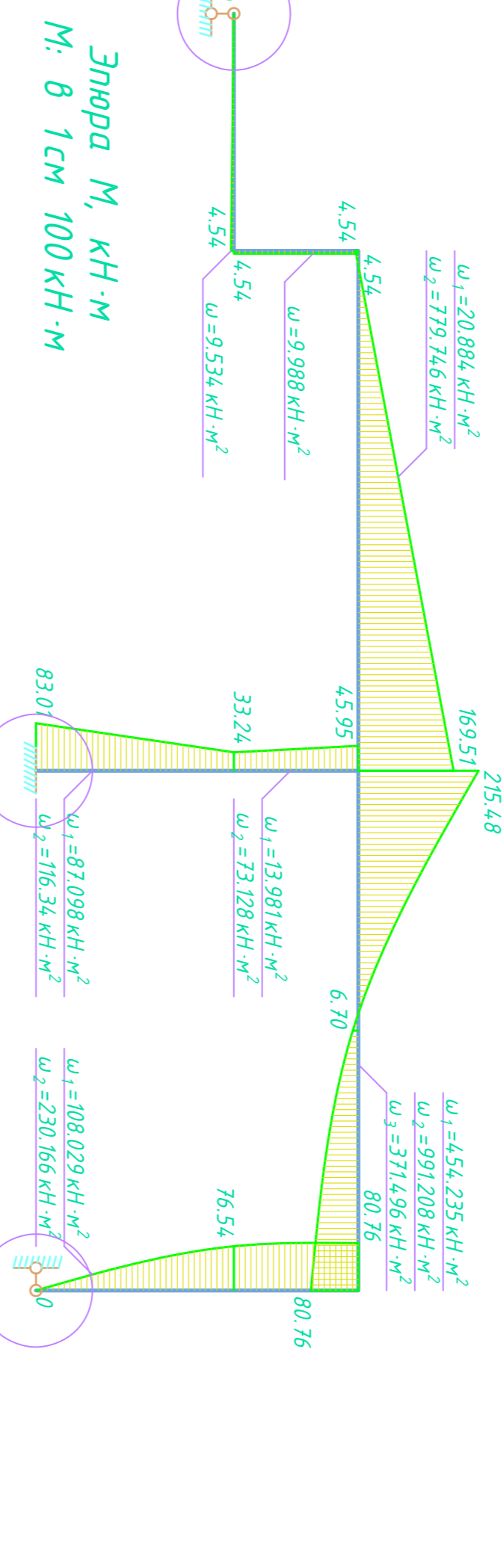
2. Напишем канонические уравнения в общем виде.
 $\delta_{11}\cdot X_1 + \delta_{12}\cdot X_2 + \Delta_{1F} = 0$;
 $\delta_{21}\cdot X_1 + \delta_{22}\cdot X_2 + \Delta_{2F} = 0$.
3. Построим в основной системе эюры M_i от единичных сил и эюры M_F от заданной нагрузки.



$\delta_{12} = \delta_{21} = \int M_1 \cdot M_2 dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (-13.4 \cdot 16.245) dx = -\int_{-13.4}^{-16.245} 108.842 dx$
 $\delta_{22} = \int M_2^2 dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (3.8 \cdot 16.245)^2 dx + \int_{-16.245}^{-20} (5.7 \cdot 52.44)^2 dx = \int_{-13.4}^{-16.245} 136.458 dx$
 $\Delta_{1F} = \int M_1 \cdot M_F dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (-10.333 \cdot 84.6 \cdot 4) dx + \int_{-16.245}^{-20} (13.4 \cdot 76.2 \cdot 2.4) dx = \int_{-13.4}^{-16.245} -864.432 dx + \int_{-16.245}^{-20} 1011.84 dx$
 $\Delta_{2F} = \int M_2 \cdot M_F dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (5.7 \cdot 4.54 \cdot 2.35 \cdot 5.7 \cdot 136.2 \cdot 70.4 \cdot 5.7 \cdot 104.6 \cdot 2.24) dx + \int_{-16.245}^{-20} (1.75 \cdot 239.820 \cdot -2.333 \cdot 121.888 \cdot 4.6 \cdot 303.974 \cdot 4.967 \cdot 96.558 \cdot 2.85 \cdot 108.029 \cdot -3.8 \cdot 324.102) dx = -\int_{-13.4}^{-16.245} 4538.257 dx - \int_{-16.245}^{-20} 2333.121888 dx$
 $\int M_1 \cdot M_F dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (2.8 \cdot 8.82) dx + \int_{-16.245}^{-20} (4.2 \cdot 9.24 + 11.5 \cdot 16.245 + 10.55 \cdot 4.3 \cdot 89 \cdot 3.8 \cdot 16.245) dx + \int_{-20}^{-22.5} (8.8 \cdot 38.64 + 10.333 \cdot 4.2 \cdot 32.5 \cdot 7.52 \cdot 4.4) dx = \int_{-13.4}^{-16.245} 24.816 dx + \int_{-16.245}^{-20} 165.2488 dx + \int_{-20}^{-22.5} 448.8 dx$
 $\delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{22} = \int_{-13.4}^{-16.245} (733.713 - 108.842 - 108.842 + 136.458) dx + \int_{-16.245}^{-20} (4538.257 - 0) dx = \int_{-13.4}^{-16.245} 598.029 dx + \int_{-16.245}^{-20} 4538.257 dx$
 $\int M_2 \cdot M_F dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (11.65 \cdot 239.820 + 11.067 \cdot 121.888 + 8.303 \cdot 974.4 \cdot 8.433 \cdot 96.558 \cdot 2.85 \cdot 108.029 - 3.8 \cdot 324.102) dx + \int_{-16.245}^{-20} (10.333 \cdot 84.6 \cdot 4 + 5.7 \cdot 4.54 \cdot 2.35 \cdot 5.7 \cdot 136.2 \cdot 70.4 \cdot 5.7 \cdot 104.6 \cdot 2.24) dx = \int_{-13.4}^{-16.245} 1617.712 dx + \int_{-16.245}^{-20} 1617.712 dx$

5. Решим систему канонических уравнений. Сделаем проверку решения.
 $\int_{-13.4}^{-16.245} 733.713 \cdot X_1 - \int_{-13.4}^{-16.245} 108.842 \cdot X_2 + \int_{-13.4}^{-16.245} 2920.545 = 0$;
 $-\int_{-13.4}^{-16.245} 108.842 \cdot X_1 + \int_{-13.4}^{-16.245} 136.458 \cdot X_2 - \int_{-13.4}^{-16.245} 4538.257 = 0$. $X_1 = 1.081$ (кН), $X_2 = 34.120$ (кН).
 $\int_{-13.4}^{-16.245} 733.713 \cdot 1.081 - \int_{-13.4}^{-16.245} 108.842 \cdot 34.120 + \int_{-13.4}^{-16.245} 2920.545 = 0$;
 $-\int_{-13.4}^{-16.245} 108.842 \cdot 1.081 + \int_{-13.4}^{-16.245} 136.458 \cdot 34.120 - \int_{-13.4}^{-16.245} 4538.257 = -\int_{-13.4}^{-16.245} 0.032 dx$.

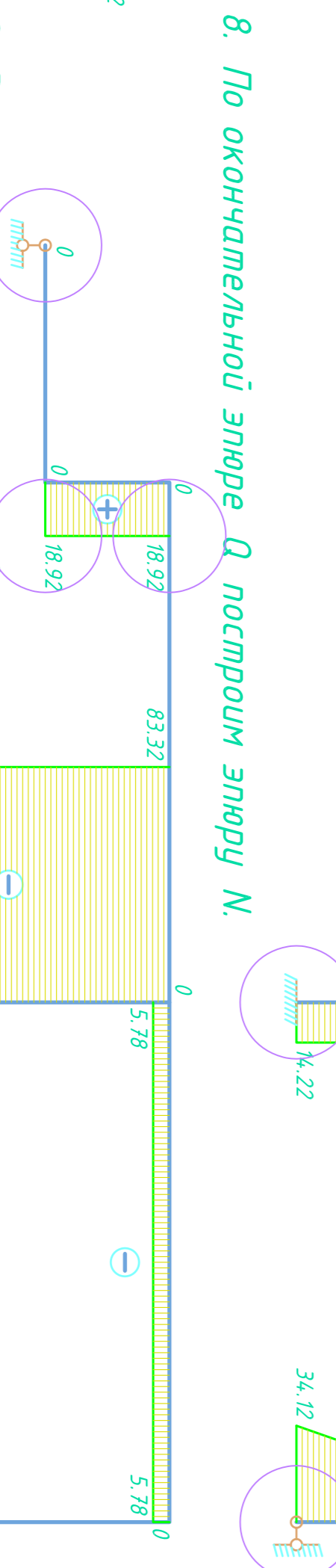
6. Построим окончательную эюру M. Выполним статическую и кинематическую проверки эюры M.



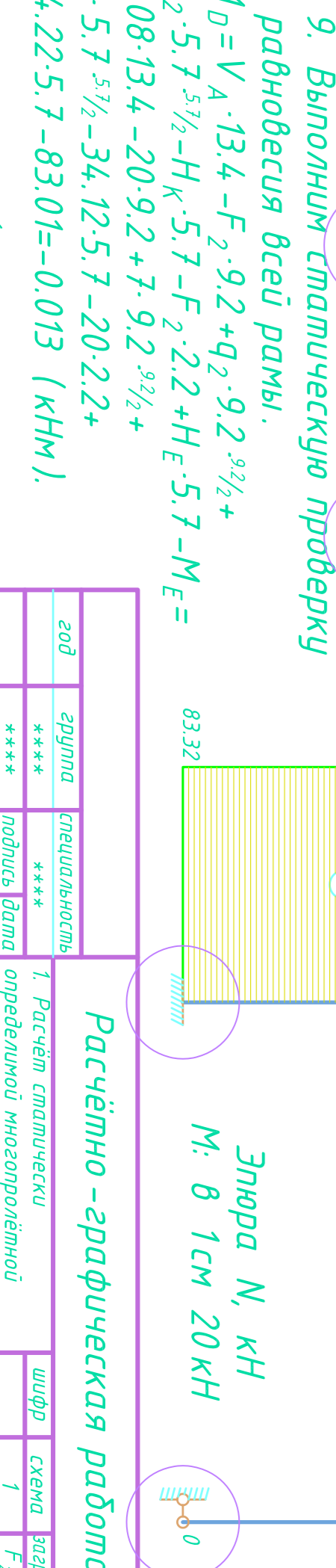
6.1. Кинематическая проверка.
 $\int M_S \cdot M dx = \int_{-13.4}^{-16.245} (2.8 \cdot 9.534) dx + \int_{-16.245}^{-20} (4.2 \cdot 9.988 + 11.65 \cdot 16.34 + 12.233 \cdot 87.098 + 8.8 \cdot 73.128 + 8.433 \cdot 13.981 + 2.85 \cdot 108.029 + 3.8 \cdot 230.166) dx + \int_{-20}^{-22.5} (7.267 \cdot 20.884 - 10.333 \cdot 779.746 + 5.7 \cdot 4.54 \cdot 2.35 - 5.7 \cdot 991.208 + 5.7 \cdot 371.496) dx = \int_{-13.4}^{-16.245} 24.816 dx + \int_{-16.245}^{-20} 3426.867111 dx + \int_{-20}^{-22.5} 169.51 dx = 169.51 + 3426.867111 = 3596.377111$
 $\mu = \frac{0.051943}{3596.377111} \cdot 100\% = 0.001516\%$

6.2. Статическая проверка.
 $\Sigma M_B = 4.54 - 4.54 = 0$;
 $\Sigma M_C = 4.54 - 4.54 = 0$;
 $\Sigma M_D = 169.51 - 215.48 + 4.54 \cdot 95 = -0.02$ (кН·м);
 $\Sigma M_G = 80.76 - 80.76 = 0$;
 $\Sigma \Sigma X = F_2 - q_2 \cdot 5.7 + H_K - H_E = 20 - 7.5 \cdot 7.34 \cdot 12 - 14.22 = 0$;
 $\Sigma \Sigma Y = V_A - F_2 + V_E - q_2 \cdot 9.2 = 1.08 - 20 + 83.32 - 7.9 \cdot 2 = 0$;

7. По окончательной эюре M построим эюру Q.



8. По окончательной эюре Q построим эюру N.



год	группа	специальность	1. Расчёт стержневки определитной многопролетной балки	шафр	схема	вариант
	****	****	****		1	F2-Q2
Выполнил			Проверил	****		
2. Расчёт стержневки неопределимой рамы методом сил.						