

## РОЗРАХУНОК БАГАТОПОВЕРХОВОЇ КАРКАСНОЇ БУДІВЛІ НА СЕЙСМІЧНІ ВПЛИВИ ТА ДІЮ ВІТРУ

Розглянемо алгоритм розрахунку багатоповерхової каркасної будівлі на сейсмічні впливи та дію вітру за допомогою ПК ЛПРА. Це завдання виконується у якості самостійної роботи на практичних заняттях з динаміки споруд у комп'ютерному класі протягом семестру та оформлюється у вигляді розрахунково-графічної або контрольної роботи.

Вихідні дані:

- будівля багатоповерхова каркасна з монолітного залізобетону;
- кількість поверхів – 7;
- висота поверху – 4,2 м;
- ширина прольоту – 6,0 м;
- кількість прольотів – 3;
- шаг рам – 6,0 м;
- переріз колон – 60 x 60 см;
- переріз ригелів – 40 x 50 см;
- навантаження від перекриття – 4,8 кН/м<sup>2</sup>;
- навантаження від покриття – 4,0 кН/м<sup>2</sup>;
- навантаження від стінового заповнення – 1,6 кН/м<sup>2</sup>;
- корисне навантаження на перекриття – 1,5 кН/м<sup>2</sup>.
- район будівництва – м. Феодосія;
- нормативна сейсмічність району – 8 балів;
- тип місцевості – I;
- тип ґрунту за сейсмічними властивостями – I.

Необхідно визначити динамічну реакцію будівлі, отримати головні форми власних коливань та їх частоти, прискорення коливань або динамічні переміщення, а також розрахункові сполучення динамічних зусиль.

## Постійні навантаження на раму каркаса

1. Постійні навантаження від власної ваги колон:

$$q_k = q_k^H * h_{пов} * \gamma_{fm} * \gamma_n = 0,9 * 4,2 * 1,05 * 0,95 = 3,77 \text{ кН}$$

2. Постійні навантаження від власної ваги стінового огороження:

$$q_{ст} = q_{ст}^H * B * h_{пов} * \gamma_{fm} * \gamma_n = 1,6 * 6,0 * 4,2 * 1,1 * 0,95 = 46,56 \text{ кН}$$

3. Постійні навантаження від перекриття на ригель:

$$q_{пер} = q_{пер}^H * B * \gamma_{fm} * \gamma_n = 4,8 * 6,0 * 1,1 * 0,95 = 30,096 \text{ кН}$$

4. Постійні навантаження від покриття на ригель:

$$q_{пок} = q_{пок}^H * B * \gamma_n = 4 * 6,0 * 1 = 24 \text{ кН}$$

5. Момент стінового огороження:

$$M_{ст} = q_{ст} * e_{ст} = 46,56 * 0,4 = 18,62 \text{ кН}$$

де  $e_{ст} = (h_{кол} + b_{ст})/2 = (0,6 + 0,2)/2 = 0,4$

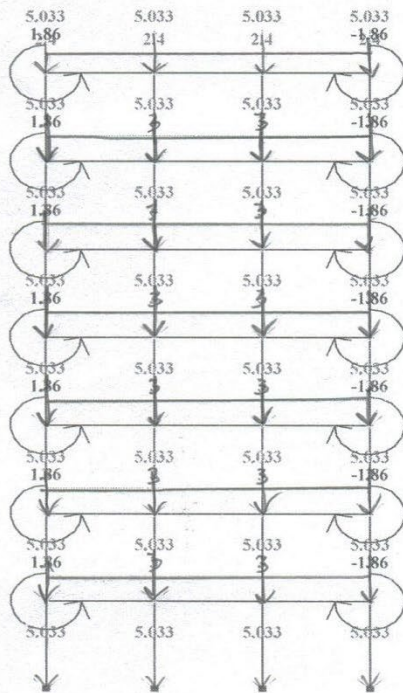


Рисунок 1 – Схема завантаження рами постійними навантаженнями.

6. Змінне навантаження від людей та устаткування на перекриття житлових та цивільних будівель:

$$q_{\text{кор}} = q_m * B * \gamma_{fm} * \gamma_n = 1,5 * 6,0 * 0,95 * 1,1 = 9.41 \text{кН}$$

При розрахунку розглядаємо завантаження рами через проліт та через поверх.

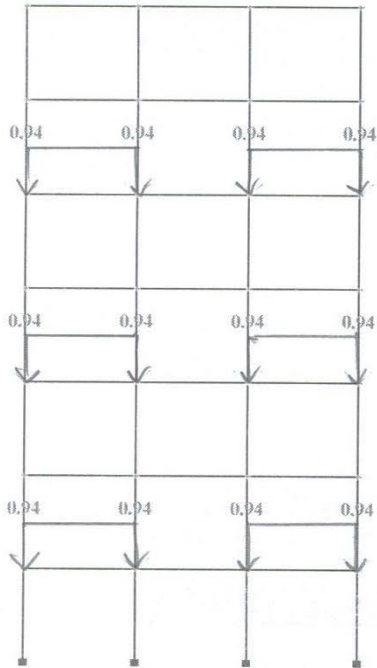


Рисунок 2 – Схема завантаження рами у крайніх прольотах по чотних поверхам навантаження від людей та устаткування.

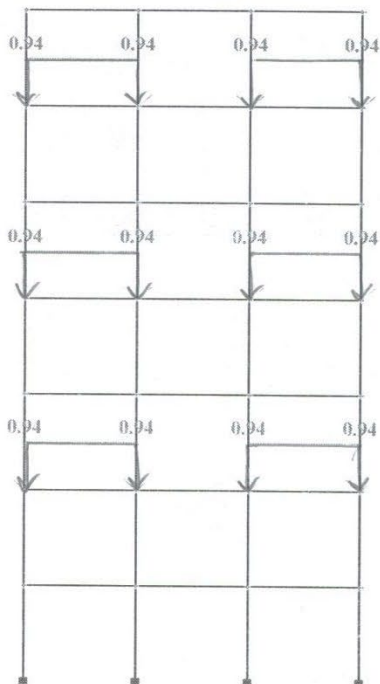


Рисунок 3 – Схема завантаження рами у крайніх прольотах по нечотних поверхам навантаження від людей та устаткування.

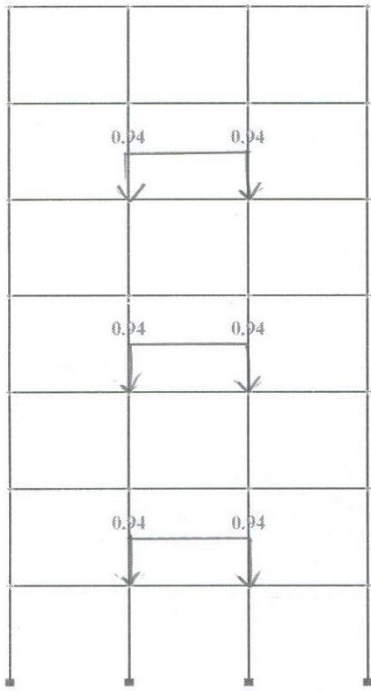


Рисунок 4 – Схема завантаження рами у середньому прольоті по чотних поверхам навантаження від людей та устаткування.

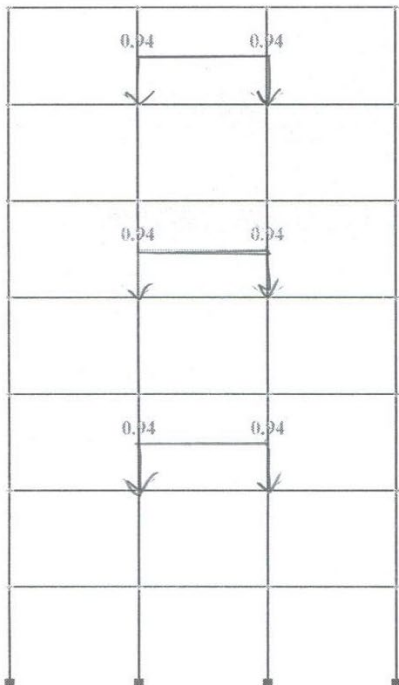


Рисунок 5 – Схема завантаження рами у середньому прольоті по нечотних поверхам навантаження від людей та устаткування.

### Снігове навантаження

$$S = S_0 * \mu * C_{alt} * C_e * B * \gamma_{fm} * \gamma_n = 1 * 1 * 1 * 1 * 6 * 1,14 * 1 = 6,84 \text{ кН/м}$$

де  $S_0$  – характеристичне значення снігового навантаження (табл.1, додаток 1),

$\gamma_{fm}$  – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження (табл.2, додаток 1),

$\mu = 1$  (покрівля без ухилу),

$C_{alt} = 1, C_e = 1.$

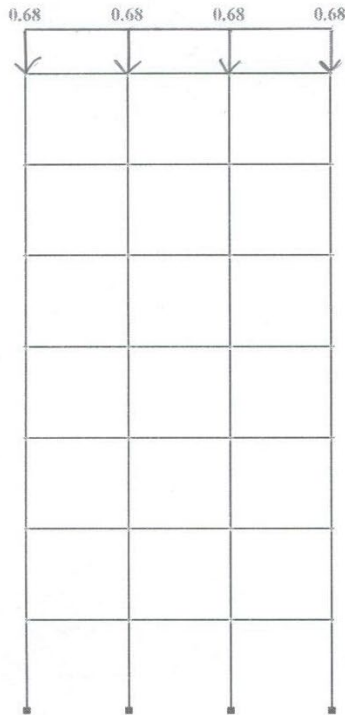


Рисунок 6 – Схема завантаження рами снігового навантаження.

## Вітрове навантаження

При розрахунку на вітрове навантаження міжповерхове перекриття приймаємо як тверді нестисливі у площинах диски, тому вітрове навантаження прикладаємо у кожен вузол каркасу будівлі. Навантаження приймаємо сумарним: активне та пасивне.

Зосереджені значення вітрового навантаження визначаємо за формулою:

$$W = W_0 * C_{aer} * C_d * C_{hi} * C_{alt} * C_{rel} * C_{dir} * B * h_i * \gamma_{fm} * \gamma_n$$

де  $W_0$  – характеристичне значення вітрового навантаження, приймається за табл.1 додаток 1.

$C_{aer}$  – аеродинамічний коефіцієнт.

$$C_{aer} = C_e + C_e' = 0,8 + 0,6 = 1,4;$$

$C_d$  – динамічний коефіцієнт, приймається за графіком (мал.1, додаток 1);

$C_{hi}$  – коефіцієнт, що враховує пере мінливість напору по висоті, приймається за табл.5 додаток 1;

$$C_{alt} = 1; C_{rel} = 1; C_{dir} = 1; C_d = 1.$$

де  $B$  – крок рам, м;

$h_i$  – висота вантажної зони для  $W_i$ ;

Проміжні значення  $C_h$  визначаємо за графіком.

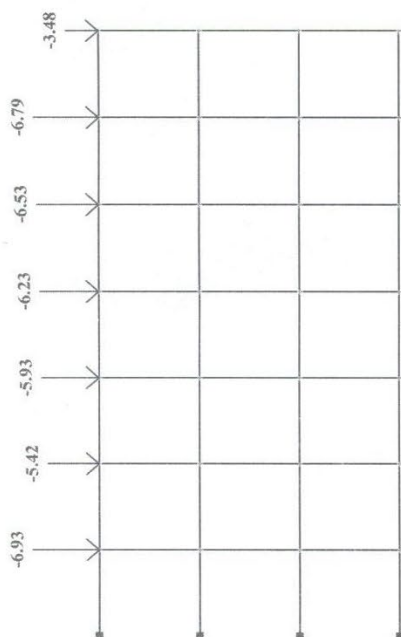


Рисунок 7 – Схема завантаження  
рами вітровим навантаженням.

Таблиця 1 – Значення вітрового навантаження залежно від висоти поверху у рамі каркасу.

$L_0$ , м	$h$ , м	$C_h$	$W_0$ , кН/м	$W_i$ , кН/м
4,2	6,3	2,3	0,5	69,37
8,4	4,2	2,7	0,5	54,29
12,6	4,2	2,95	0,5	59,32
16,8	4,2	3,1	0,5	62,34
21	4,2	3,25	0,5	65,36
25,2	4,2	3,38	0,5	67,97
29,4	2,1	3,47	0,5	34,89

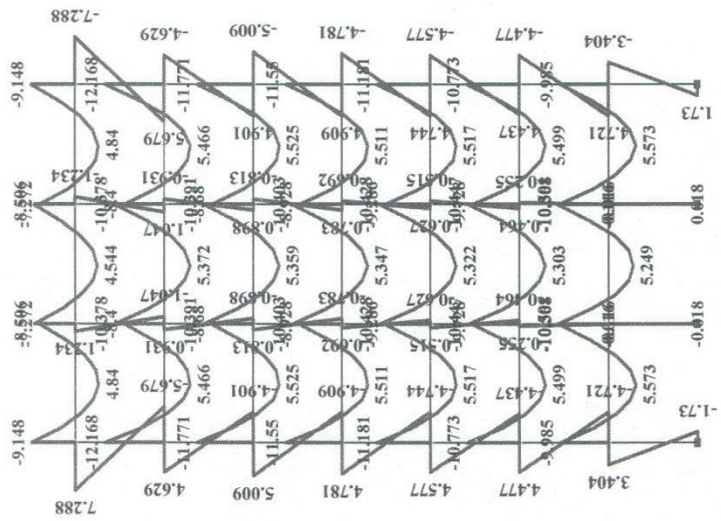


Схема 1 – Елора від постійних навантажень

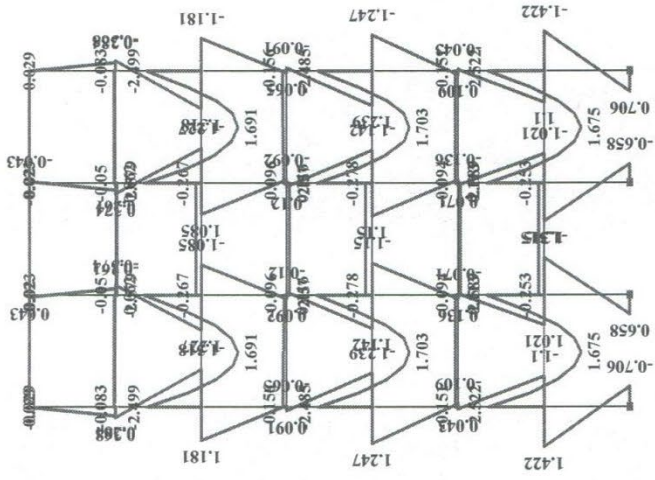


Схема 2 – Елора у крайніх прольотах по чотним

поверхам навантаження від людей та устаткування





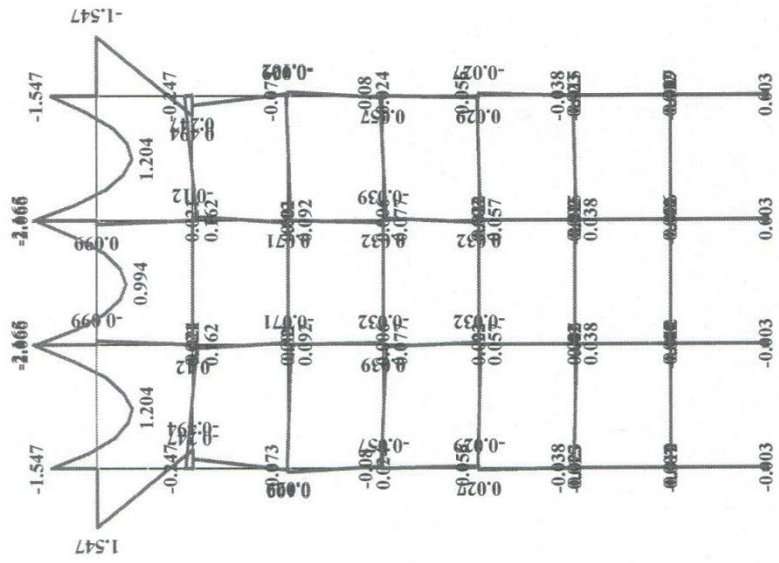


Схема 6 – Епюра від снігового навантаження

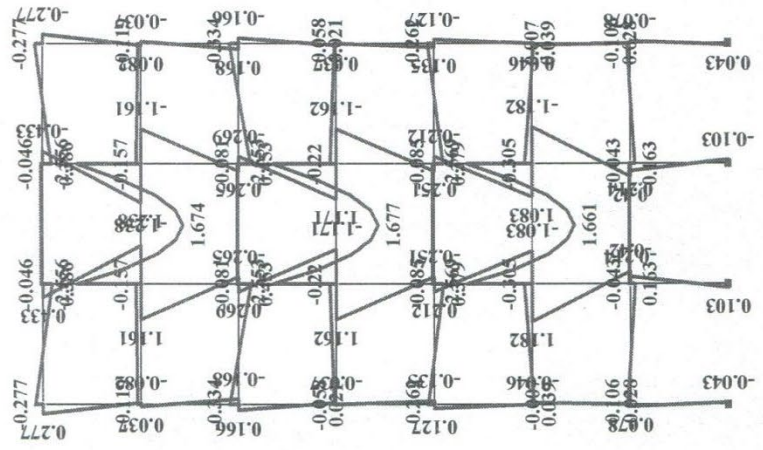


Схема 5 – Епюра у середньому прольоті по нечотним

поверхам навантаження від людей та  
устаткування



### Збір навантажень

Розрахунок зосереджених мас, вказаних на схемі:

$$G_1 = G_{\text{кк}} + G_{\text{пн}} = 799,75 + 112,86 = 912,61 \text{ кН},$$

$$G_{\text{кк}} = 3F_{\text{к}} + F_{\text{п}} + 2F_{\text{ст}} = 3 * 15,83 + 361,15 + 2 * 195,55 = 799,75 \text{ кН},$$

$$F_{\text{п}} = q_{\text{п}} * 2 * L = 30,096 * 2 * 6 = 361,15 \text{ кН},$$

$$F_{\text{ст}} = q_{\text{см}} * h_{\text{см}} = 46,56 * 4,2 = 195,55 \text{ кН},$$

$$F_{\text{к}} = q_{\text{к}} * h_{\text{ем}} = 3,77 * 4,2 = 15,83 \text{ кН},$$

$$G_{\text{пн}} = q_{\text{пол}} * 2 * L = 9,405 * 2 * 6 = 112,86 \text{ кН},$$

$$G_2 = G_{\text{кк}} + G_{\text{пн}} + G_{\text{сн}} = 799,75 + 112,86 + 82,08 = 994,69 \text{ кН},$$

$$G_{\text{сн}} = q_{\text{см}} * 2 * L = 6,84 * 2 * 6 = 82,08 \text{ кН}$$

Складаємо умовне завантаження, що відповідає особливому сполученню навантажень: постійне навантаження, навантаження від металу із коефіцієнтом 0,95 та тимчасове із коефіцієнтом 0,5.

$$\begin{aligned} G_1 &= 0,95 * q_{\text{к}} + 0,9 * q_{\text{см}} + 0,95 * q_{\text{пер}} * B/2 + 0,5 * q_{\text{нок}} * B/2 = \\ &= 0,95 * 0,377 + 0,9 * 4,656 + 0,95 * 3,009 * 6/2 + 0,5 * 2,4 * 6/2 = 16,72 \text{ м м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_2 &= 0,95 * q_{\text{к}} + 0,95 * q_{\text{пер}} * B + 0,5 * q_{\text{нок}} * B = \\ &= 0,95 * 0,377 + 0,95 * 3,009 * 6 + 0,5 * 2,4 * 6 = 21,11 \text{ м м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_3 &= 0,95 * q_{\text{к}} + 0,9 * q_{\text{см}} + 0,95 * q_{\text{пер}} * B/2 + 0,5 * q_{\text{см}} * B/2 = \\ &= 0,95 * 0,377 + 0,9 * 4,656 + 0,95 * 3,009 * 6/2 + 0,5 * 0,684 * 6/2 = 14,15 \text{ м м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_4 &= 0,95 * q_{\text{к}} + 0,95 * q_{\text{пер}} * B + 0,5 * q_{\text{см}} * B/2 = \\ &= 0,95 * 0,377 + 0,95 * 3,009 * 6 + 0,5 * 0,684 * 6/2 = 18,53 \text{ м м} \end{aligned}$$

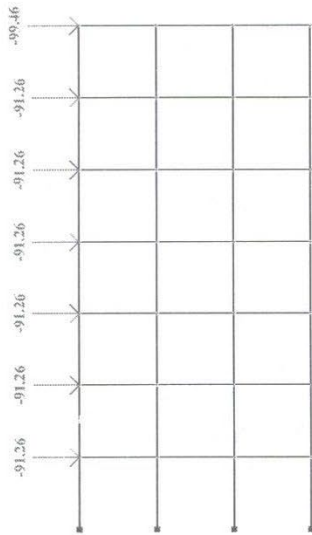


Рисунок 1 – Схема завантаження рами вітровим навантаженням динамічної складової.

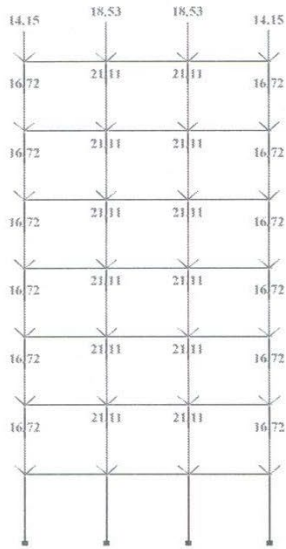


Рисунок 2 – Схема завантаження рами сейсмічним навантаженням у вертикальній площині.

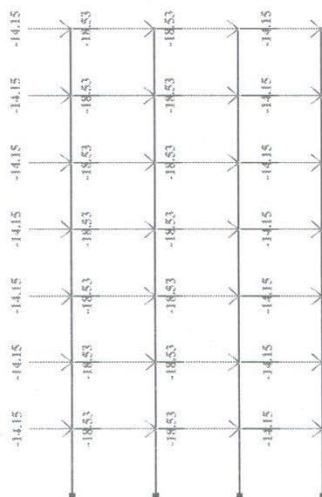


Рисунок 3 – Схема завантаження рами сейсмічним навантаженням у горизонтальній площині.

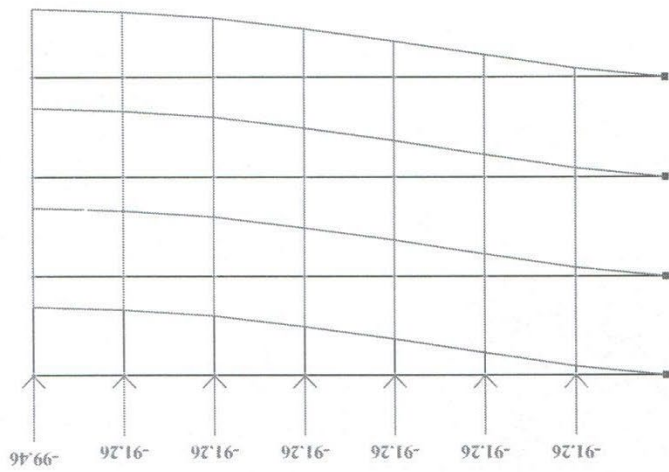


Схема 8.1 – Елора від вігрового навантаження динамічної складової першої форми коливань

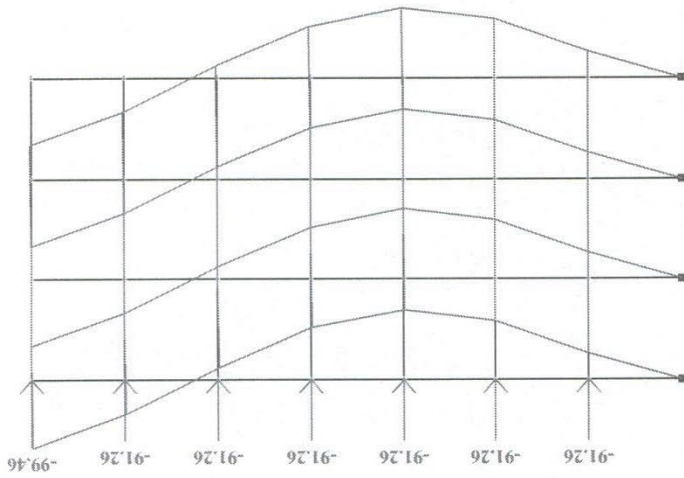


Схема 8.2 – Елора від вігрового навантаження динамічної складової другої форми коливань

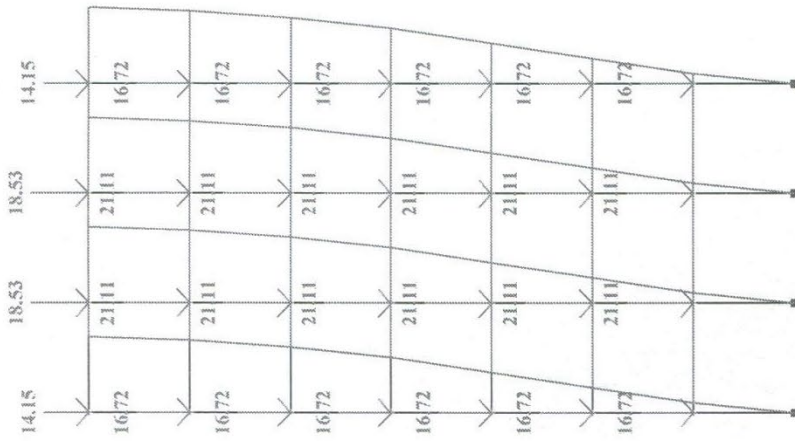


Схема 9.1 – Елора вертикальних переміщень  
першої форми коливань

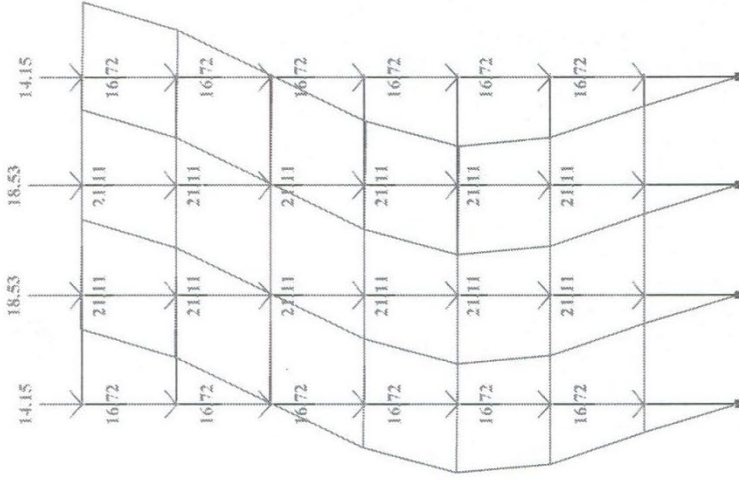


Схема 9.2 – Елора вертикальних переміщень  
другої форми коливань

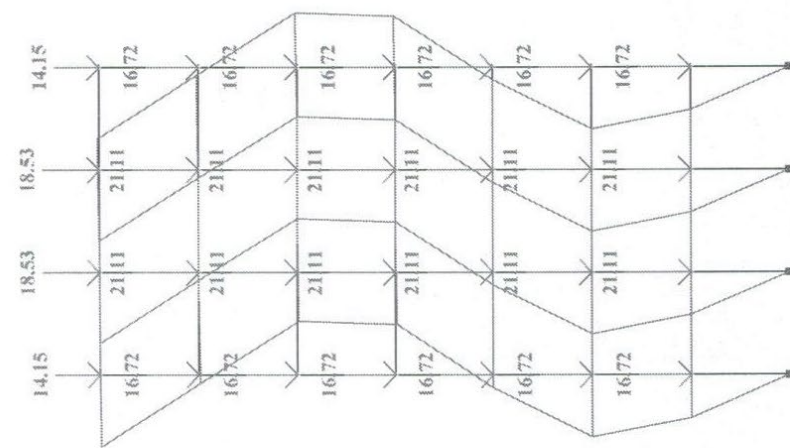


Схема 9.3 – Епора вертикальних переміщень

третьої форми коливань

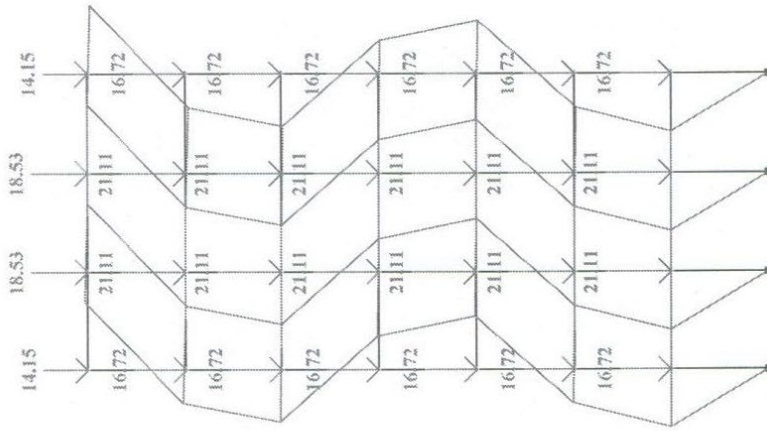


Схема 9.4 – Епора вертикальних переміщень

четвертої форми коливань



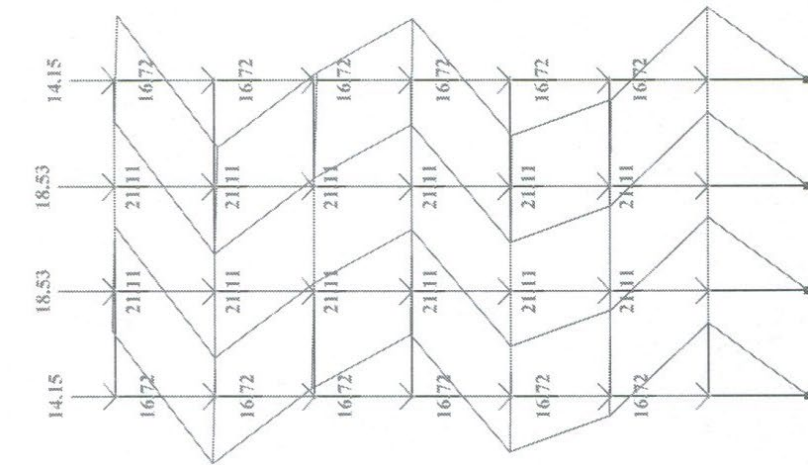


Схема 9.5 – Елюра вертикальних переміщень  
п'ятої форми коливань

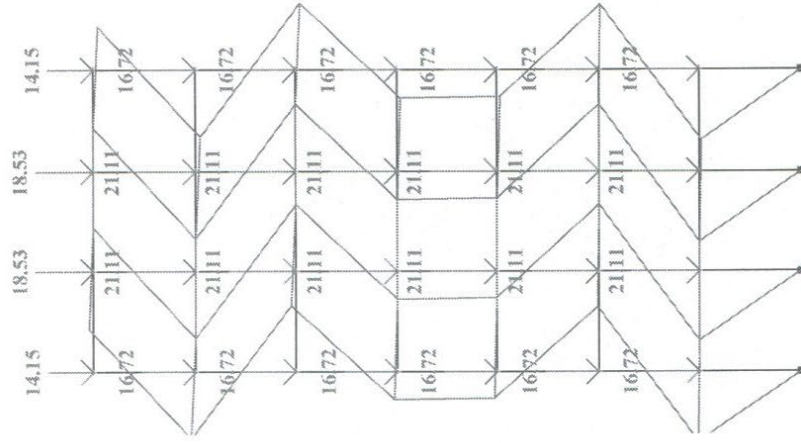


Схема 9.6 – Елюра вертикальних переміщень  
шостої форми коливань

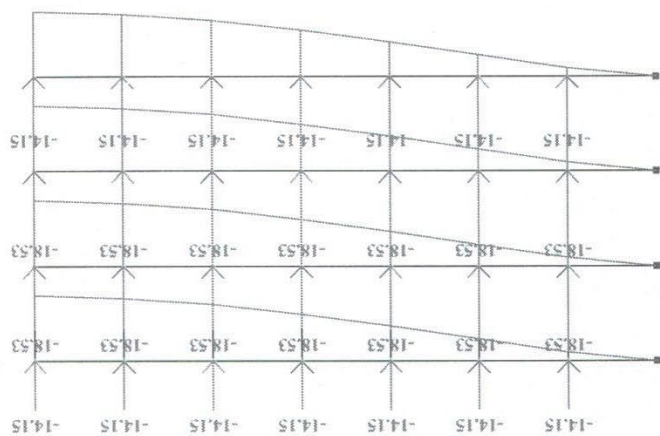


Схема 10.1 – Елюра горизонтальних переміщень  
першої форми коливань

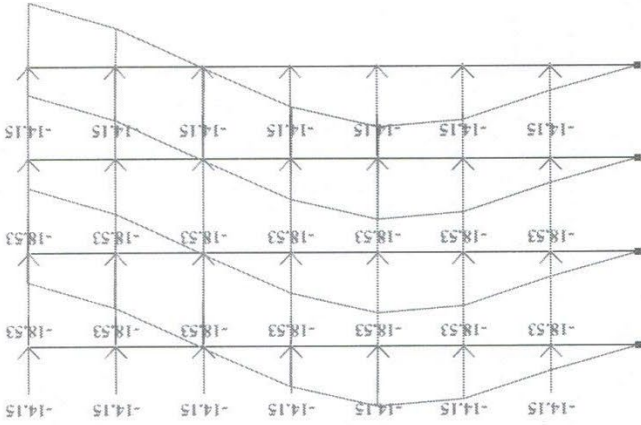


Схема 10.2 – Елюра горизонтальних переміщень  
другої форми коливань

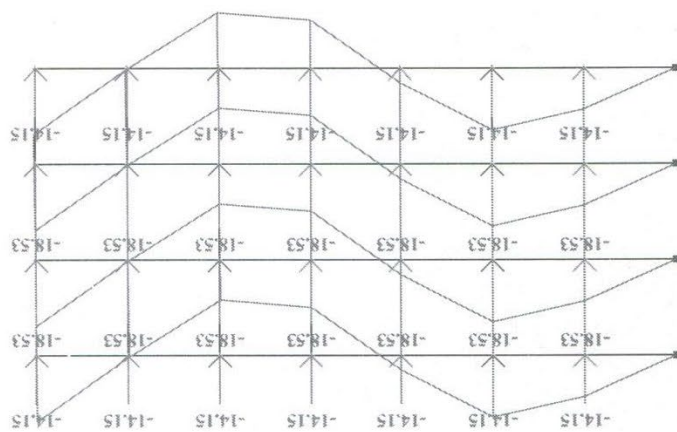


Схема 10.3 – Елюра горизонтальних переміщень  
третньої форми коливань

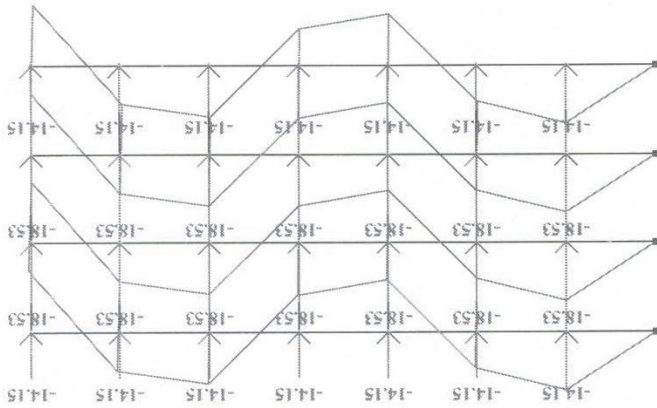


Схема 10.4 – Елюра горизонтальних переміщень  
четвертої форми коливань

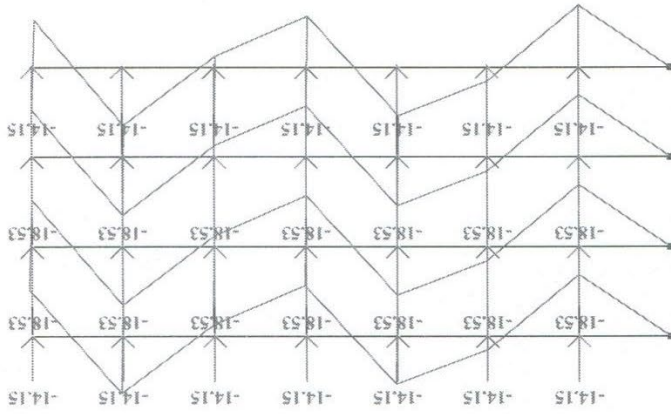


Схема 10.5 – Елюра горизонтальних переміщень  
п'ятої форми коливань

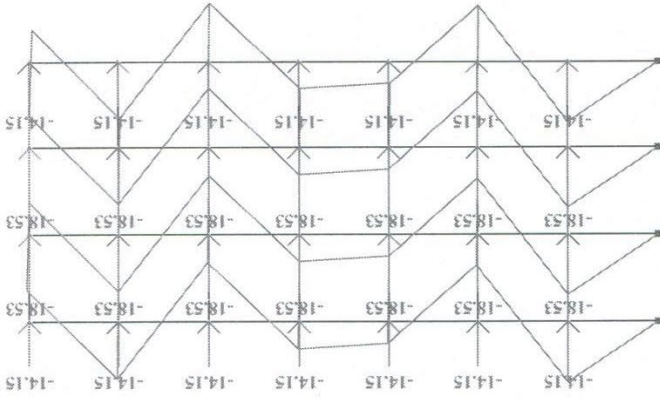


Схема 10.6 – Елюра горизонтальних переміщень  
шостої форми коливань