

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО
НЕВИЗНАЧУВАНИХ РАМ
МЕТОДОМ ПЕРЕМІЩЕНЬ**

Методичні вказівки та індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво»

Київ 2026

УДК 624.01/07

P58

Укладачі: В.П. Андрієвський, канд.техн. наук, доцент;

А.А. Козак, канд.техн. наук, доцент

Рецензент Г.М. Іванченко, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск: П.П. Лізунов, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки,
протокол №5 від 19 лютого 2026 року.*

В авторській редакції.

Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень
P58 [електронний ресурс]: методичні вказівки та індивідуальні завдання до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: В.П. Андрієвський, А.А. Козак. – Київ: КНУБА, 2026. – 78 с.

Містять короткі теоретичні відомості, в яких висвітлено теоретичний матеріал; приклади виконання розрахунку статично невизначуваних систем методом переміщень з поетапними поясненнями і рисунками, та індивідуальні завдання.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво».

© КНУБА, 2026

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Короткі теоретичні відомості	5
Приклад 1. Розрахунок статично невизначуваної рами методом переміщень.....	14
Приклад 2. Розрахунок симетричної статично невизначуваної рами методом переміщень.....	29
Список літератури	40
Завдання для виконання розрахунково-графічної роботи.....	41

Загальні положення

Будівельна механіка є однією з базових навчальних дисциплін, необхідних для повноцінної підготовки фахівців будівельної галузі, адже саме вона охоплює методи розрахунку будівель і споруд на міцність, жорсткість і стійкість. Спираючись на знання, здобуті під час вивчення вищої математики, фізики, теоретичної механіки та опору матеріалів, дана дисципліна формує у здобувачів уявлення про основні підходи до розрахунку конструкцій за дії статичних навантажень і динамічних впливів. Надалі отримані знання та практичні навички широко застосовуються під час вивчення курсів будівельних конструкцій, а також при виконанні курсових проєктів і атестаційних робіт.

Для якісного засвоєння навчального матеріалу, окрім опрацювання теоретичних положень, здобувачі повинні самостійно виконувати розрахунково-графічні роботи (РГР), одна з яких присвячена використанню методу переміщень. Дані методичні вказівки призначені для надання допомоги та роз'яснень здобувачам спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво» під час виконання РГР з дисципліни «Будівельна механіка» на тему «Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень». Перед початком виконання роботи рекомендується ознайомитися з відповідним теоретичним матеріалом, наведеним у підручнику [1] та навчальному посібнику [2].

Завдання складається з статично невизначуваної рами для якої задані геометричні розміри та прикладене навантаження. Потрібно визначити ступень кінематичної невизначуваності системи (кількості невідомих методу переміщень), утворити основну систему для розрахунку за методом переміщень, скласти систему канонічних рівнянь методу переміщень, провести визначення коефіцієнтів та вільних членів рівнянь як реакцій у додаткових в'язях основної системи, провести визначення внутрішніх зусиль в заданій статично невизначуваній рамі з побудовою епюр внутрішніх зусиль M , N , Q , виконати перевірку правильності побудови епюр та перевірити рівновагу всієї конструкції.

Розрахунково-графічну роботу необхідно оформляти охайно на аркушах паперу формату А4. Титульний лист є першим аркушем роботи. У РГР після титульного листа вкладається видане завдання, після чого всі аркуші роботи скріпляються з лівого боку двома скобами.

Короткі теоретичні відомості

Метод переміщень належить до найбільш уживаних класичних способів розрахунку статично невизначуваних стержневих систем і широко застосовується в інженерній практиці. Його популярність, зокрема, пояснюється меншою трудомісткістю виконання ручних розрахунків порівняно з методом сил. Цей підхід є самостійним розрахунковим методом, водночас він становить основу сучасних автоматизованих методів аналізу конструкцій, зокрема методу скінченних елементів. У межах навчальної дисципліни «Будівельна механіка» вивченню методу переміщень приділяється значна увага та відводиться суттєвий обсяг навчального часу.

З метою засвоєння методу переміщень і формування практичних навичок його застосування, відповідно до робочої програми курсу, передбачено визначення внутрішніх зусиль і побудову відповідних епюр для плоскої статично невизначуваної рами довільної форми та плоскої статично невизначуваної симетричної рами з симетричним чи косиметричним навантаженням.

Перед виконанням розрахунково-графічної роботи необхідно ознайомитися та детально опрацювати питання, наведені в літературних джерелах [1–5], а саме:

- визначення ступеня кінематичної невизначуваності конструкції (кількості невідомих методу переміщень);
- формування основної системи для розрахунку методом переміщень;
- складання системи канонічних рівнянь;
- обчислення коефіцієнтів і вільних членів рівнянь у вигляді реакцій у додаткових в'язях основної системи;
- визначення внутрішніх зусиль у заданій статично невизначуваній рамі з подальшою побудовою епюр;
- перевірка правильності побудови епюр внутрішніх зусиль та перевірка рівноваги всієї конструкції.

Під час розрахунку рам і балок методом переміщень з метою скорочення кількості невідомих зазвичай приймаються припущення про відсутність поздовжніх деформацій стержнів та деформацій зсуву. Крім того, як правило, не враховуються зближення кінців стержнів при згині. Зазначені допущення зумовлені незначною величиною переміщень, що виникають унаслідок пружних деформацій, порівняно з геометричними розмірами реальних конструкцій.

Основна система, що використовується для подальшого розрахунку, формується шляхом введення до вихідної розрахункової схеми додаткових в'язей. До таких в'язей належать:

- **плаваючі затиснення**, які встановлюються у всіх жорстких внутрішніх (неопорних) вузлах початкової рами, зокрема в місцях зміни жорсткості стержнів або приєднання одного чи кількох стержнів до існуючого стержня або жорсткого вузла через шарнір. Метою введення таких в'язей є усунення можливості повороту вузлів, водночас лінійні переміщення вузлів залишаються допустимими. Для в'язей цього типу характерною є поява лише однієї реакції – реактивного моменту;

- **прямолінійні стержні**, які вводяться до системи з метою обмеження поступальних переміщень вузлів рами. Необхідна кількість таких стержнів визначається шляхом побудови шарнірної схеми, у якій у всі вузли вихідної рами, включно з опорними, вводяться наскрізні шарніри, а наявні консолі, відкидаються. Після цього виконується структурний аналіз отриманої шарнірної системи, в результаті якого визначається кількість можливих поступальних переміщень вузлів. Ця кількість відповідає числу додаткових стержнів, які встановлюються у напрямках зазначених переміщень.

У підсумку сформовану основну систему методу переміщень можна подати як сукупність балок двох типів: балок із жорстким закріпленням на обох кінцях та балок із жорстким закріпленням на одному кінці й шарнірним опиранням на іншому.

У методі переміщень **в канонічній формі** за основні невідомі приймаються ті переміщення, які усуваються шляхом введення додаткових в'язей в основну систему. До них належать кути повороту жорстких вузлів конструкції, а також незалежні поступальні переміщення всіх вузлів рами. Під час виконання розрахунку в канонічній формі ці невідомі позначаються відповідними літерами Z ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots$). Число невідомих у методі переміщень відповідає ступеню кінематичної невизначуваності розрахункової системи k :

$$k = k_{\varphi} + k_{\Delta},$$

де k_{φ} – кількість кутових переміщень жорстких вузлів системи, k_{Δ} – кількість незалежних поступальних переміщень її вузлів.

Окрім відмінностей у кутових і лінійних переміщеннях між вихідною статично невизначуваною системою та основною системою методу переміщень, існує ще одна принципова різниця: за дії зовнішнього навантаження в основній системі у введених в'язях виникають реакції, які

відсутні в початковій конструкції. Саме ця невідповідність слугує підґрунтям для складання системи розв'язувальних рівнянь:

$$r_{11} \cdot Z_1 + r_{12} \cdot Z_2 + \dots + r_{1n} \cdot Z_n + R_{1P} = 0,$$

$$r_{21} \cdot Z_1 + r_{22} \cdot Z_2 + \dots + r_{2n} \cdot Z_n + R_{2P} = 0,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$r_{n1} \cdot Z_1 + r_{n2} \cdot Z_2 + \dots + r_{nn} \cdot Z_n + R_{nP} = 0,$$

де r_{in} – реакція в додатковій в'язі i основної системи від дії одиничного переміщення в напрямі n , R_{nP} – реакція в додатковій в'язі основної системи від дії зовнішнього навантаження. Коефіцієнти з однаковими індексами, розміщені на головній діагоналі матриці коефіцієнтів, називаються головними коефіцієнтами та завжди мають додатні значення: $r_{ii} > 0$. Коефіцієнти, які розташовані симетрично відносно головної діагоналі є попарно рівними один одному: $r_{in} = r_{ni}$.

Фізичний зміст кожного рівняння системи полягає в тому, що алгебраїчна сума реакцій у відповідній додатково введеній в'язі основної системи від дії невідомих переміщень і прикладеного навантаження дорівнює нулю, оскільки в початковій конструкції такі в'язі відсутні.

Для визначення коефіцієнтів і вільних членів канонічної системи рівнянь необхідно побудувати епюри внутрішніх зусиль, що виникають в основній системі в усіх одиничних станах ($M_1, Q_1, M_2, Q_2, \dots, M_n, Q_n$), а також у вантажному стані (M_P, Q_P). З цією метою доцільно скористатися даними таблиць 1 і 2, у яких наведені епюри та значення зусиль у статично невизначуваних балках, отримані з використанням методу сил.

Розв'язання системи рівнянь дозволяє визначити величини кутів повороту та лінійних переміщень вузлів рами, на основі яких будуються дійсні епюри внутрішніх зусиль у початковій розрахунковій схемі. Значення згинальних моментів M_δ у перерізах конструкції знаходять шляхом підсумовування:

$$M_\delta = M_1 \cdot Z_1 + M_2 \cdot Z_2 + \dots + M_n \cdot Z_n + M_P.$$

Побудова епюри дійсних поперечних зусиль Q_δ здійснюється на основі диференціальної залежності між поперечними силами та згинальними моментами.

Поздовжні зусилля визначаються із застосуванням рівнянь рівноваги вирізаних вузлів або окремих ділянок рами. При цьому до розрахункових схем необхідно прикладати задані зовнішні навантаження (за їх наявності), а також відповідні поперечні й уже визначені поздовжні зусилля. Значення

опорних реакцій у випадку їх розміщення у вузлах також знаходять із рівнянь рівноваги вузлів. Аналіз вузлів виконують у такій послідовності, щоб у кожному з них кількість невідомих поздовжніх зусиль або опорних реакцій не перевищувала двох. Наприкінці розрахунків виконується перевірка всієї рами в цілому. Величини і напрям опорних реакцій при цьому визначаються з дійних епюр.

Метод переміщень при розрахунку статично невизначуваних симетричних рам ґрунтується на тому, що основними невідомими в задачі є вузлові переміщення та кути повороту, а внутрішні зусилля в елементах рами визначаються через ці переміщення. На початку розрахунку встановлюють ступінь кінематичної невизначуваності рами з урахуванням умов закріплення та симетрії конструкції. Для симетричних рам при симетричному навантаженні частина можливих переміщень автоматично дорівнює нулю, зокрема горизонтальні переміщення вузлів, що лежать на осі симетрії, що дозволяє зменшити кількість невідомих і розглядати лише половину конструкції або лише симетричну форму деформації.

Далі вибирають основну систему, вводячи додаткові кінематичні зв'язки, які усувають невідомі переміщення та перетворюють реальну систему на статично визначувану й геометрично незмінну. Реальні переміщення вузлів замінюють узагальненими переміщеннями, для яких складають канонічні рівняння методу переміщень. Ці рівняння відображають умову рівноваги рами і пов'язують між собою жорсткісні коефіцієнти, що характеризують реакції конструкції на одиничні переміщення, невідомі узагальнені переміщення та реакції від дії зовнішнього навантаження в основній системі.

Жорсткісні коефіцієнти визначають шляхом послідовного прикладання одиничних переміщень або кутів повороту та обчислення відповідних зусиль у зв'язаних вузлах. Для симетричних рам значна частина цих коефіцієнтів дорівнює нулю, що ще більше спрощує розрахунок. Після визначення всіх коефіцієнтів розв'язують систему канонічних рівнянь і знаходять значення переміщень та кутів повороту вузлів рами.

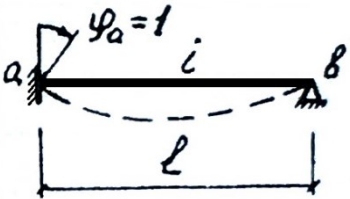
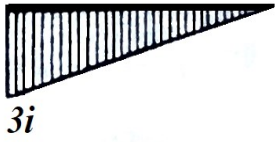
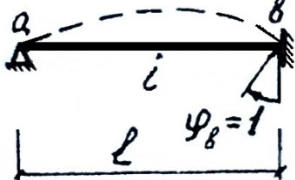
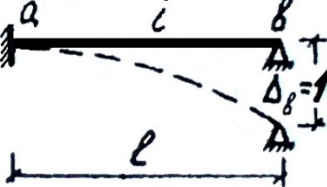
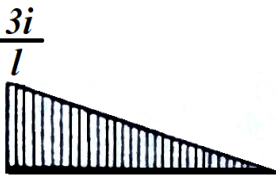
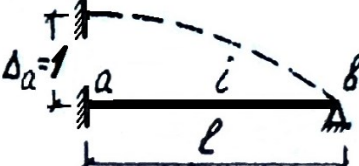
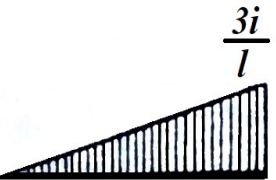
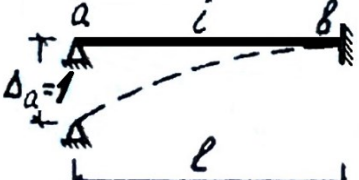
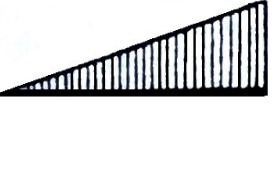
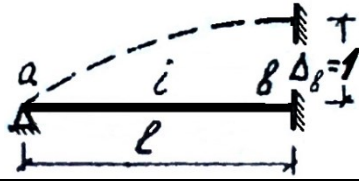
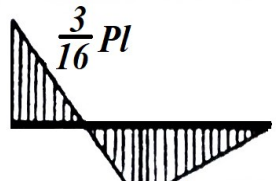
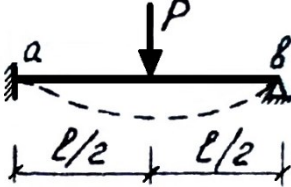
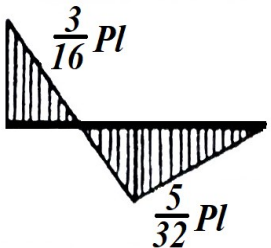
На завершальному етапі за отриманими переміщеннями визначають внутрішні зусилля в елементах рами — згинальні моменти, поперечні та поздовжні сили — і будують відповідні епюри. Правильність розрахунку перевіряють виконанням умов рівноваги, відповідністю деформованої схеми умовам симетрії та виконанням граничних умов у закріпленнях.

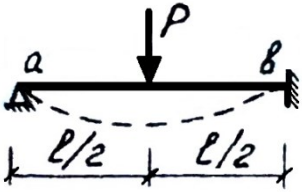
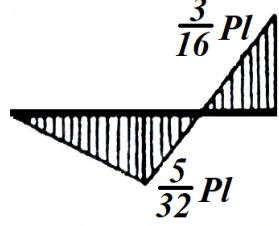
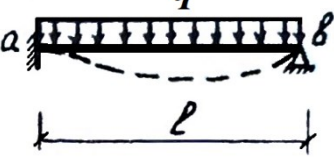
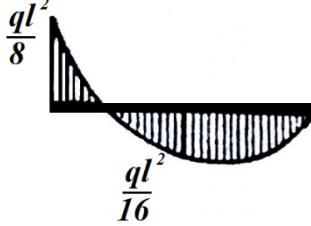
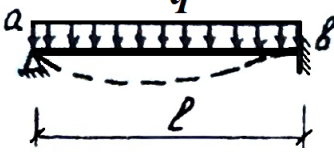
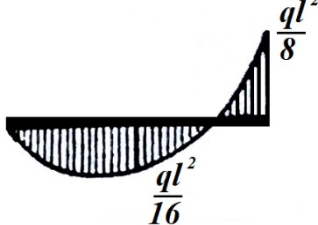
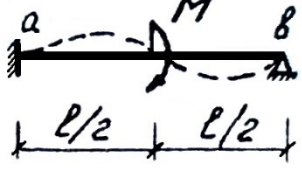
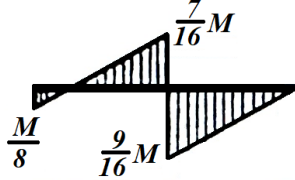
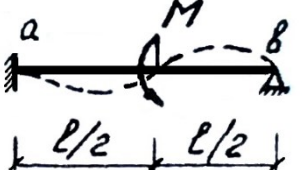
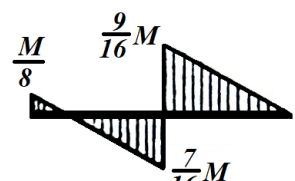
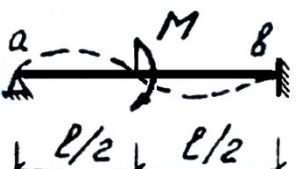
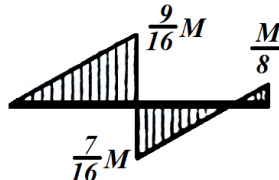
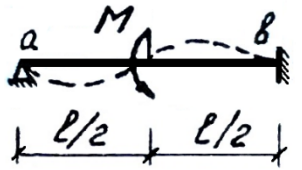
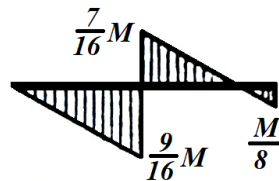
Таблиця 1

Стержень із затисненнями з обох кінців

№	Схема балки	Розрахункові формули	Епюра згинальних моментів
1		$M_a = 4i, M_b = 2i;$ $Q_a = Q_b = -\frac{6i}{l}$	
		$M_a = 2i, M_b = 4i;$ $Q_a = Q_b = -\frac{6i}{l}$	
2		$M_a = M_b = \frac{6i}{l};$ $Q_a = Q_b = \frac{12i}{l^2}$	
		$M_a = M_b = \frac{6i}{l};$ $Q_a = Q_b = -\frac{12i}{l^2}$	
3		$M_a = M_b = \frac{Pl}{8};$ $Q_a = -Q_b = \frac{P}{2}$	
4		$M_a = M_b = \frac{ql^2}{12};$ $Q_a = -Q_b = \frac{ql}{2}$	
5		$M_a = M_b = \frac{M}{4};$ $Q_a = Q_b = -\frac{1,5M}{l}$	
		$M_a = M_b = \frac{M}{4};$ $Q_a = Q_b = \frac{1,5M}{l}$	

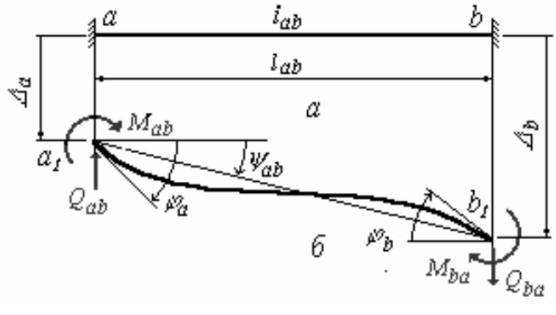
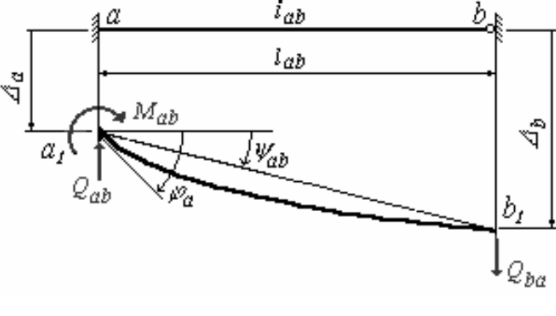
Стержень із затисненням та шарніром

№	Схема балки	Розрахункові формули	Епюра згинальних моментів
1		$M_a = 3i; M_b = 0;$ $Q_a = Q_b = -\frac{3i}{l}$	
		$M_a = 0; M_b = 3i;$ $Q_a = Q_b = -\frac{3i}{l}$	
2		$M_a = \frac{3i}{l}; M_b = 0;$ $Q_a = Q_b = \frac{3i}{l^2}$	
		$M_a = 0; M_b = \frac{3i}{l};$ $Q_a = Q_b = -\frac{3i}{l^2}$	
		$M_a = 0; M_b = \frac{3i}{l};$ $Q_a = Q_b = -\frac{3i}{l^2}$	
		$M_a = \frac{3i}{l}; M_b = 0;$ $Q_a = Q_b = \frac{3i}{l^2}$	
3		$M_a = \frac{3}{16}Pl; M_b = 0;$ $Q_a = \frac{11}{16}P;$ $Q_b = -\frac{5}{16}P$	

	<i>b</i>		$M_a = 0; M_b = \frac{3}{16} Pl;$ $Q_a = \frac{5}{16} P;$ $Q_b = -\frac{11}{16} P$	
4	<i>a</i>		$M_a = \frac{ql^2}{8}; M_b = 0$ $Q_a = \frac{5}{8} ql;$ $Q_b = -\frac{3}{8} ql$	
	<i>b</i>		$M_a = 0; M_b = \frac{ql^2}{8}$ $Q_a = \frac{3}{8} ql;$ $Q_b = -\frac{5}{8} ql$	
5	<i>a</i>		$M_a = \frac{M}{8}; M_b = 0;$ $Q_a = Q_b = -\frac{9}{8} \frac{M}{l}$	
	<i>b</i>		$M_a = \frac{M}{8}; M_b = 0;$ $Q_a = Q_b = \frac{9}{8} \frac{M}{l}$	
	<i>b</i>		$M_a = 0; M_b = \frac{M}{8};$ $Q_a = Q_b = -\frac{9}{8} \frac{M}{l}$	
	<i>z</i>		$M_a = 0; M_b = \frac{M}{8};$ $Q_a = Q_b = \frac{9}{8} \frac{M}{l}$	

Розрахунок статично невизначуваних рам за методом переміщень у **розгорнутій формі** відрізняється від реалізації канонічної форми суто технологічно. Відмінність полягає в іншому позначенні основних невідомих методу і в тому, що для складання системи розв'язувальних рівнянь методу і побудова епюр дійсних зусиль немає потреби будувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів в основній схемі. Для цього у розгорнутій формі для складання системи розв'язувальних рівнянь використовуються формули, що виражають внутрішні зусилля на кінцях статично невизначуваних однопрогонових балок (кінцеві зусилля) залежно від переміщень опор і зовнішніх навантажень (табл. 3).

Таблиця 3

№	Схема стержня	Кінцеві зусилля
1		$M_{ab} = 2i_{ab}(2\varphi_a + \varphi_b - 3\psi_{ab}) + M'_{ab}$ $M_{ba} = 2i_{ab}(\varphi_a + 2\varphi_b - 3\psi_{ab}) + M'_{ba}$ $Q_{ab} = -\frac{6i_{ab}}{l_{ab}}(\varphi_a + \varphi_b - 2\psi_{ab}) + Q'_{ab}$ $Q_{ba} = -\frac{6i_{ab}}{l_{ab}}(\varphi_a + \varphi_b - 2\psi_{ab}) + Q'_{ba}$
2		$M_{ab} = 3i_{ab}(\varphi_a - \psi_{ab}) + M''_{ab}$ $M_{ba} = 0$ $Q_{ab} = -\frac{3i_{ab}}{l_{ab}}(\varphi_a - \psi_{ab}) + Q''_{ab}$ $Q_{ba} = -\frac{3i_{ab}}{l_{ab}}(\varphi_a - \psi_{ab}) + Q''_{ba}$

Розв'язувальні рівняння методу переміщень при використанні розгорнутої форми складаються безпосередньо з умови відсутності реактивних зусиль у додаткових в'язях, встановлених при створенні основної системи.

Згинальні моменти вважаються додатними, якщо вони діють на вузол навпроти, а на стержень – за годинниковою стрілкою (рис. 1, а). Додатні

поперечні сили обертають і вузол і стержень за годинниковою стрілкою (рис.1, б).

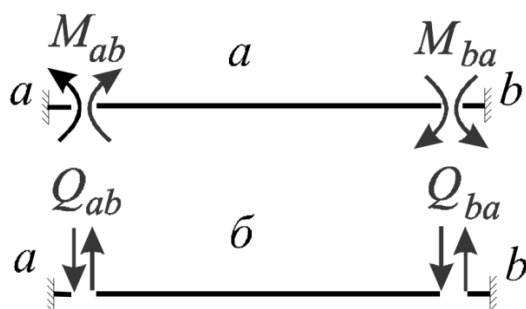
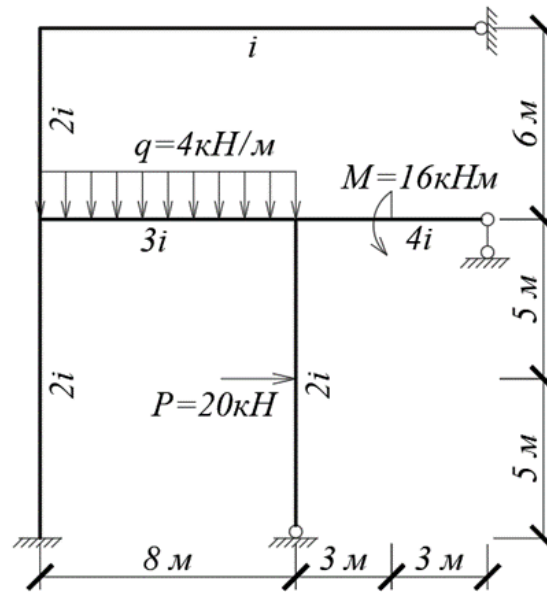


Рис.1

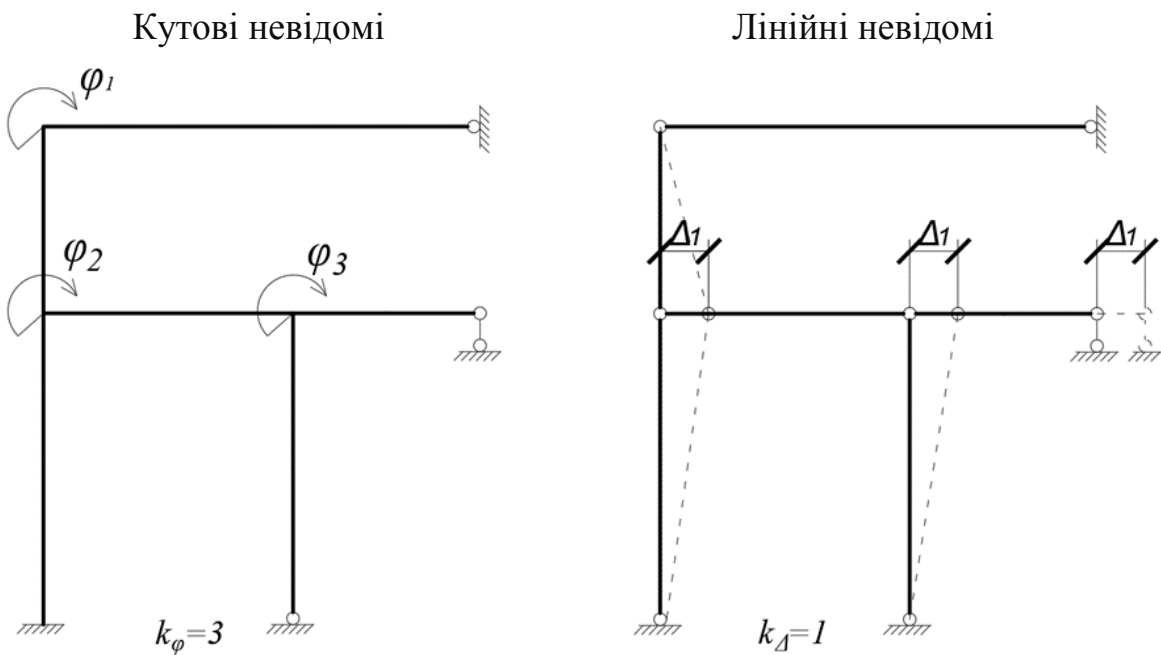
Додатні напрями кутів повороту φ і кутів перекосу стержнів ψ приймаються в напрямі руху годинникової стрілки. Для складання будь-якого розв'язувального рівняння слід прирівняти до нуля реакцію у відповідному додатковому з'єднанні. Якщо це рухоме затиснення, то необхідно вирізати вузол, на який було накладене означене затиснення. Реактивний момент, який визначається як сума кінцевих моментів в усіх стержнях, що примикають до вирізаного вузла, прирівнюється нулю. Якщо ж розглядається додатковий опорний стержень, то слід відокремити частину рами, яка утримується від переміщення означеним стержнем. До відокремленої частини необхідно прикласти зовнішні навантаження і поперечні сили в місцях розрізів. Реакція в додатковому стержні, що визначається з рівняння проєкцій, прирівнюється до нуля.

У наведених формулах $\psi_{ab} = \frac{\Delta_b - \Delta_a}{l_{ab}}$ – кут перекосу стержня (додатний, якщо відбувається за годинниковою стрілкою). Величини доданків M'_{ab} , M'_{ba} , M''_{ab} , Q'_{ab} , Q'_{ba} , Q''_{ab} , Q''_{ba} залежать від зовнішнього навантаження і визначаються з табл. 1 та 2.

Приклад 1. Розрахунок статично невизначуваної рами методом переміщень



1. Визначення ступеня кінематичної невизначуваності.

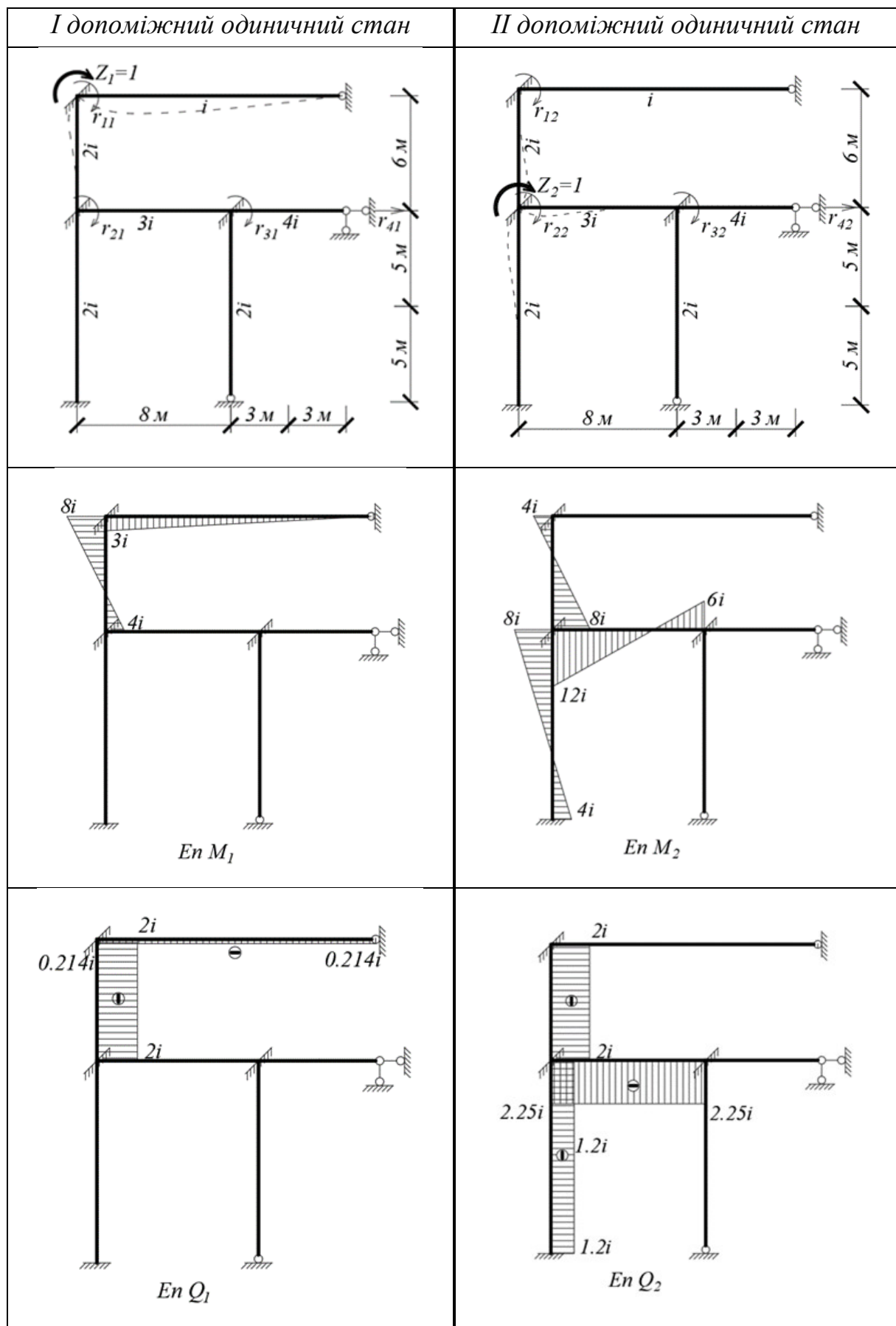


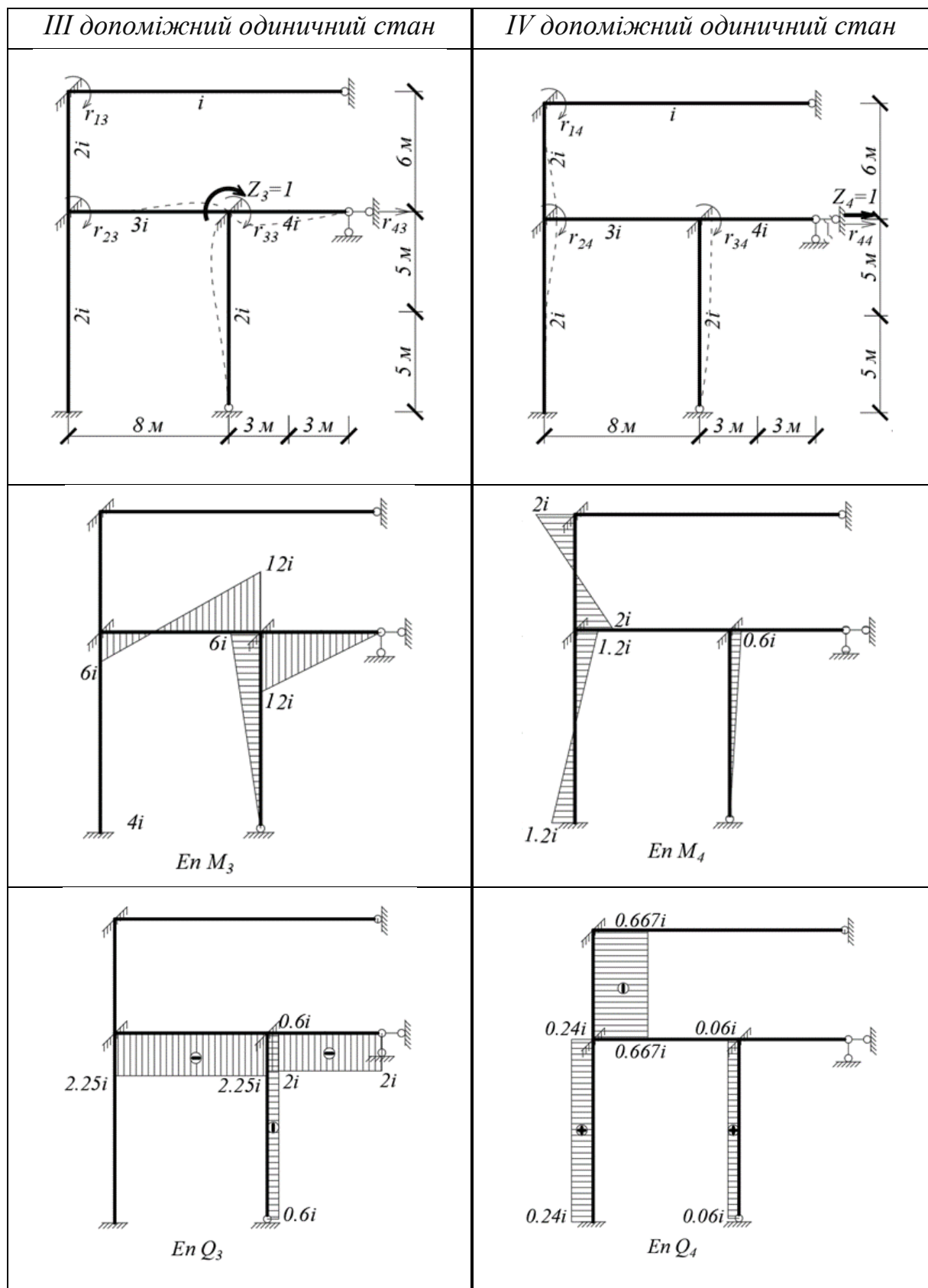
Кількість невідомих методу переміщень:

$$k = k_\varphi + k_\Delta = 3 + 1 = 4.$$

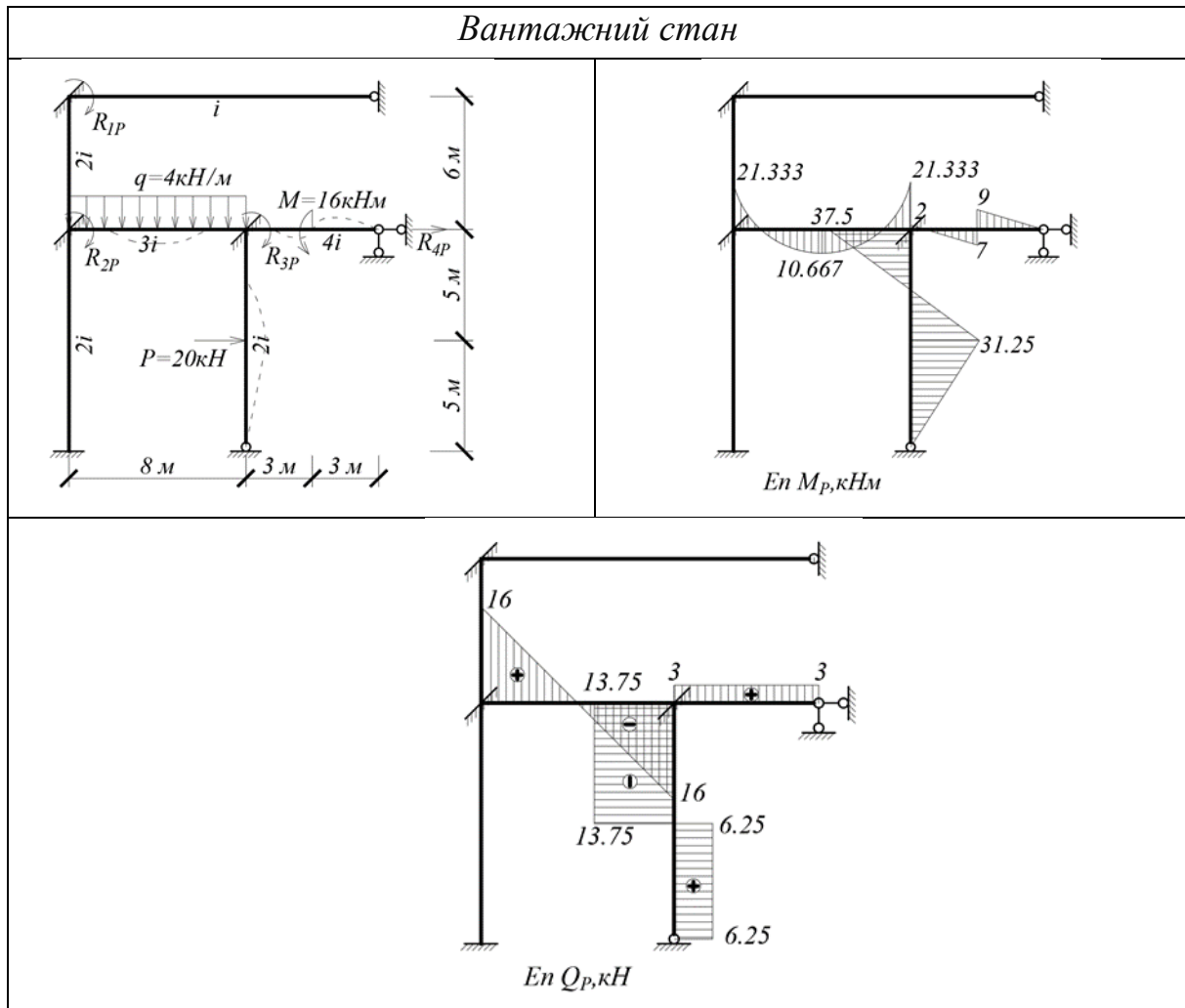
Отже, рама чотири рази кінематично невизначувана.

2. Побудова основної система методу переміщень.





Вантажний стан



Визначимо коефіцієнти системи рівнянь.

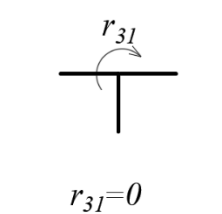
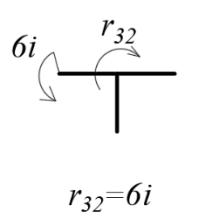
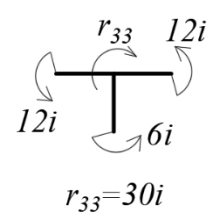
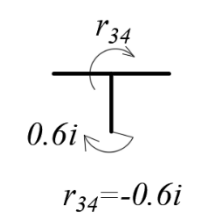
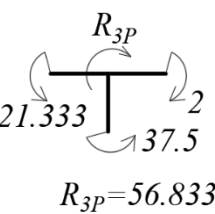
Коефіцієнти першого рівняння:

 $r_{11}=11i$	 $r_{12}=4i$	 $r_{13}=0$	 $r_{14}=2i$	 $R_{1P}=0$
------------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------

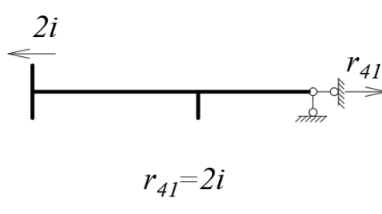
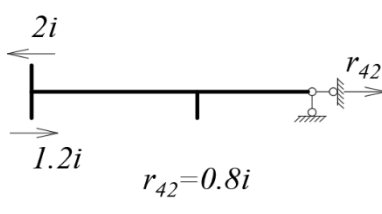
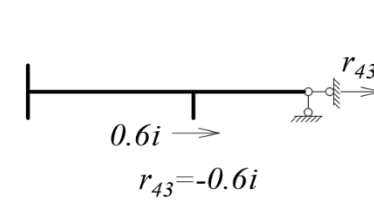
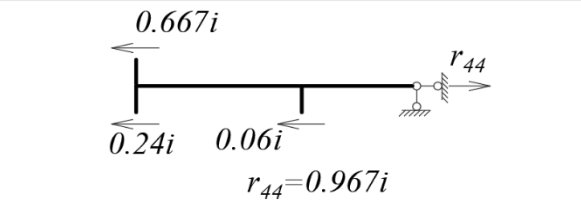
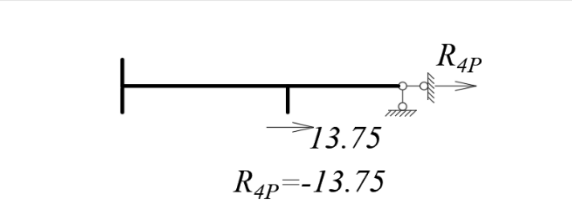
Коефіцієнти другого рівняння:

 $r_{21}=4i$	 $r_{22}=28i$	 $r_{23}=6i$	 $r_{24}=0.8i$	 $R_{2P}=-21.333$
-----------------	------------------	-----------------	-------------------	----------------------

Коефіцієнти третього рівняння:

 $r_{31}=0$	 $r_{32}=6i$	 $r_{33}=30i$	 $r_{34}=-0.6i$	 $R_{3P}=56.833$
---	--	---	--	--

Коефіцієнти четвертого рівняння:

 $r_{41}=2i$	 $r_{42}=0.8i$	 $r_{43}=-0.6i$
 $r_{44}=0.967i$		 $R_{4P}=-13.75$

Підставляємо коефіцієнти і вільні члени в систему канонічних рівнянь:

$$\begin{aligned}
 11i \cdot Z_1 + 4i \cdot Z_2 + 0 \cdot Z_3 + 2i \cdot Z_4 + 0 &= 0, \\
 4i \cdot Z_1 + 28i \cdot Z_2 + 6i \cdot Z_3 + 0.8i \cdot Z_4 - 21.333 &= 0, \\
 0 \cdot Z_1 + 6i \cdot Z_2 + 30i \cdot Z_3 - 0.6i \cdot Z_4 + 56.833 &= 0, \\
 2i \cdot Z_1 + 0.8i \cdot Z_2 - 0.6i \cdot Z_3 + 0.967i \cdot Z_4 - 13.75 &= 0.
 \end{aligned}$$

Приберемо з рівнянь нульові коефіцієнти і система набуде виду:

$$\begin{aligned}
 11i \cdot Z_1 + 4i \cdot Z_2 + 2i \cdot Z_4 &= 0, \\
 4i \cdot Z_1 + 28i \cdot Z_2 + 6i \cdot Z_3 + 0.8i \cdot Z_4 - 21.333 &= 0, \\
 6i \cdot Z_2 + 30i \cdot Z_3 - 0.6i \cdot Z_4 + 56.833 &= 0, \\
 2i \cdot Z_1 + 0.8i \cdot Z_2 - 0.6i \cdot Z_3 + 0.967i \cdot Z_4 - 13.75 &= 0.
 \end{aligned}$$

Для перевірки правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь складаємо систему рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі.

Основні невідомі – це кути повороту проміжних жорстких вузлів φ_1 , φ_2 і φ_3 , також незалежне лінійне переміщення Δ . Повороти затиснень в опорних вузлах $\varphi_5=0$. На шарнірній схемі показано кути перекосу, які за мализною кутів беруться рівними відповідним тангенсам:

$$\psi_{1-2} = -\frac{\Delta}{6}; \psi_{2-5} = \frac{\Delta}{10}; \psi_{3-6} = \frac{\Delta}{10}; \psi_{1-7} = \psi_{2-3} = \psi_{3-4} = 0.$$

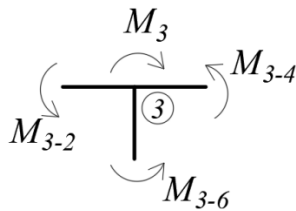
$$= 8i\varphi_2 + 4i\varphi_1 + 2i\Delta;$$

$$M_{2-3} = 2i_{2-3}(2\varphi_2 + \varphi_3 - 3\psi_{2-3}) + M'_{2-3} = 2 \cdot 3i \cdot (2\varphi_2 + \varphi_3) + \left(-\frac{4 \cdot 8^2}{12}\right) = 12i\varphi_2 + 6i\varphi_3 - 21.333;$$

$$M_{2-5} = 2i_{2-5}(2\varphi_2 + \varphi_5 - 3\psi_{2-5}) + M'_{2-5} = 2 \cdot 2i \cdot \left(2\varphi_2 - 3\frac{\Delta}{10}\right) = 8i\varphi_2 - 1.2i\Delta;$$

$$M_2 = M_{2-1} + M_{2-3} + M_{2-5} = 8i\varphi_2 + 4i\varphi_1 + 2i\Delta + 12i\varphi_2 + 6i\varphi_3 - 21.333 + 8i\varphi_2 - 1.2i\Delta = 4i\varphi_1 + 28i\varphi_2 + 6i\varphi_3 + 0.8i\Delta - 21.333 = 0.$$

Реактивний момент пружного затиснення вузла 3 виражається через кінцеві моменти в стержнях з умови рівноваги вузла



$$\sum M_3 = 0;$$

$$M_3 = M_{3-2} + M_{3-4} + M_{3-6} = 0.$$

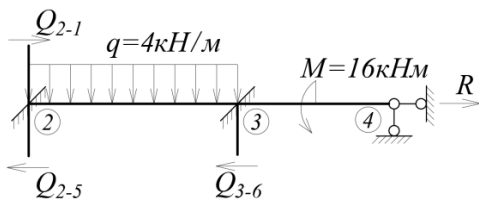
$$M_{3-2} = 2i_{3-2}(2\varphi_3 + \varphi_2 - 3\psi_{3-2}) + M'_{3-2} = 2 \cdot 3i \cdot (2\varphi_3 + \varphi_2) + \left(\frac{4 \cdot 8^2}{12}\right) = 12i\varphi_3 + 6i\varphi_2 + 21.333;$$

$$M_{3-4} = 3i_{3-4}(\varphi_3 - \psi_{3-4}) + M''_{3-4} = 3 \cdot 4i \cdot (\varphi_3) + \left(-\frac{16}{8}\right) = 12i\varphi_3 - 2;$$

$$M_{3-6} = 3i_{3-6}(\varphi_3 - \psi_{3-6}) + M''_{3-6} = 3 \cdot 2i \cdot \left(\varphi_3 - \frac{\Delta}{10}\right) + \left(\frac{3}{16} 20 \cdot 10\right) = 6i\varphi_3 - 0.6\Delta + 37.5;$$

$$M_3 = M_{3-2} + M_{3-4} + M_{3-6} = 12i\varphi_3 + 6i\varphi_2 + 21.333 + 12i\varphi_3 - 2 + 6i\varphi_3 - 0.6\Delta + 37.5 = 6i\varphi_2 + 30i\varphi_3 - 0.6i\Delta - 56.833 = 0.$$

Реактивна сила в додатковому опорному стержні визначається з умови рівноваги ригеля 2-4



$$\sum F_x = 0;$$

$$R = Q_{2-5} + Q_{3-6} - Q_{2-1} = 0.$$

$$Q_{2-5} = -\frac{6 \cdot i_{2-5}}{l_{2-5}}(\varphi_2 + \varphi_5 - 2\psi_{2-5}) + Q'_{2-5} = -\frac{6 \cdot 2i}{10}\left(\varphi_2 + \varphi_5 - 2\frac{\Delta}{10}\right) = -1.2i\varphi_2 + 0.24\Delta;$$

$$Q_{3-6} = -\frac{3 \cdot i_{3-6}}{l_{3-6}}(\varphi_3 - \psi_{3-6}) + Q''_{3-6} = -\frac{3 \cdot 2i}{10}\left(\varphi_3 - \frac{\Delta}{10}\right) + \left(-\frac{11}{16}20\right) =$$

$$= -0.6i\varphi_3 + 0.06\Delta - 13.75;$$

$$Q_{2-1} = -\frac{6 \cdot i_{2-1}}{l_{2-1}}(\varphi_2 + \varphi_1 - 2\psi_{2-1}) + Q'_{2-1} =$$

$$= -\frac{6 \cdot 2i}{6}\left(\varphi_2 + \varphi_1 - 2\left(-\frac{\Delta}{6}\right)\right) = -2i\varphi_2 - 2i\varphi_1 - 0.666\Delta;$$

$$R = Q_{2-5} + Q_{3-6} - Q_{2-1} = -1.2i\varphi_2 + 0.24\Delta - 0.6i\varphi_3 + 0.06\Delta - 13.75 +$$

$$+ 2i\varphi_2 + 2i\varphi_1 + 0.667\Delta = 2i\varphi_1 + 0.8i\varphi_2 - 0.6i\varphi_3 + 0.967i\Delta - 13.75 = 0.$$

Отже, отримана система рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі повністю співпадає з системою, що отримана при розв'язанні задачі в канонічній формі:

$$11i \cdot \varphi_1 + 4i \cdot \varphi_2 + 2i \cdot \Delta = 0,$$

$$4i \cdot \varphi_1 + 28i \cdot \varphi_2 + 6i \cdot \varphi_3 + 0.8i \cdot \Delta - 21.333 = 0,$$

$$6i \cdot \varphi_2 + 30i \cdot \varphi_3 - 0.6i \cdot \Delta + 56.833 = 0,$$

$$2i \cdot \varphi_1 + 0.8i \cdot \varphi_2 - 0.6i \cdot \varphi_3 + 0.967i \cdot \Delta - 13.75 = 0.$$

З розв'язку системи рівнянь маємо:

$$Z_1 = -4.222/i; Z_2 = 1.131/i; Z_3 = -1.701/i; Z_4 = 20.961/i.$$

Правильність розв'язання системи рівнянь перевіряємо, підставляючи значення невідомих в сумарне рівняння:

$$17i \cdot Z_1 + 38.8i \cdot Z_2 + 35.4 \cdot Z_3 + 3.167i \cdot Z_4 + 21.75 = 0,$$

$$17 \cdot (-4.222) + 38.8 \cdot 1.131 + 35.4 \cdot (-1.701) + 3.167 \cdot 20.961 +$$

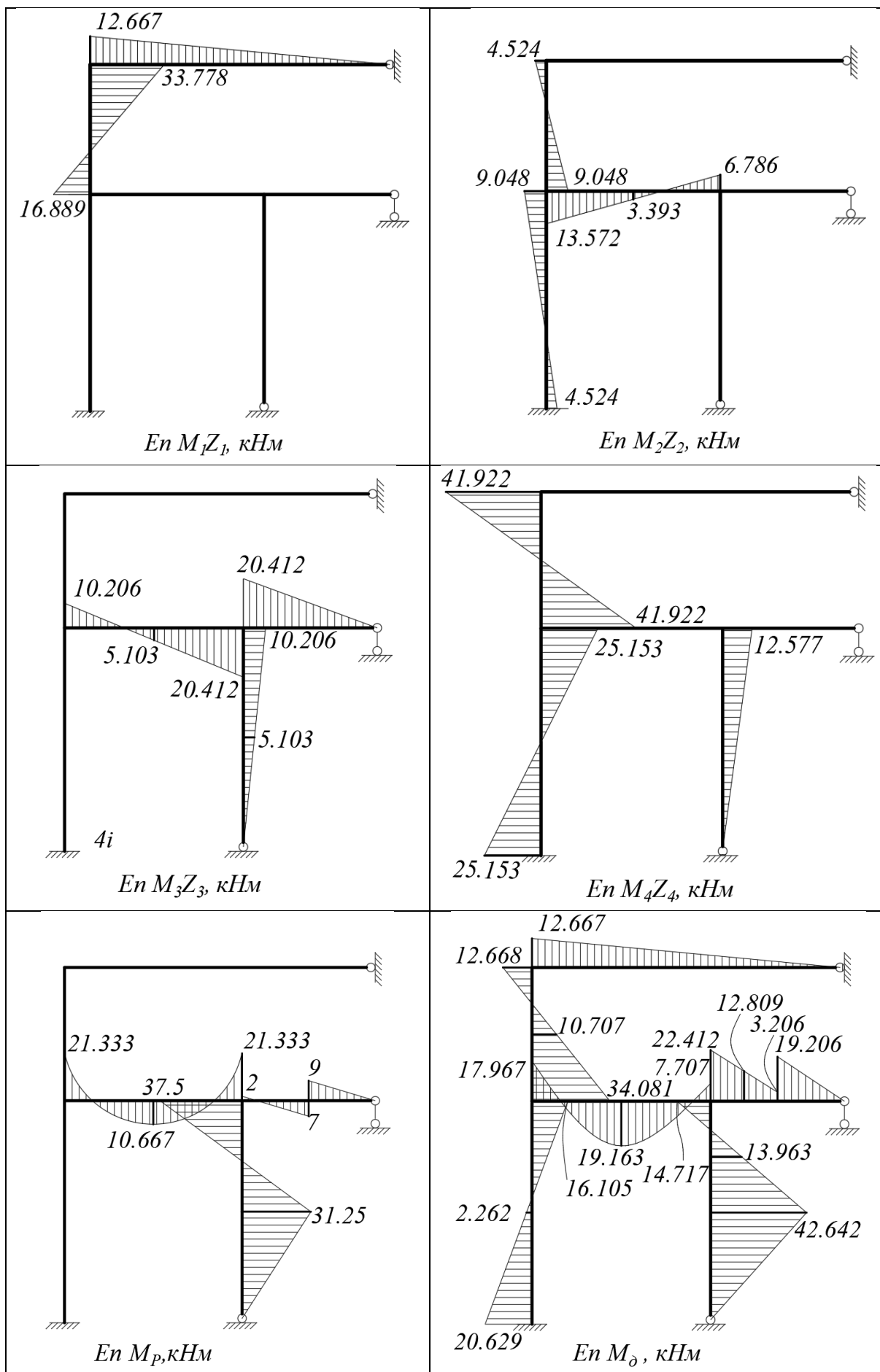
$$+ 21.75 = -131.9894 + 132.0162 = 0.0268 \approx 0.$$

Похибка обчислень складає

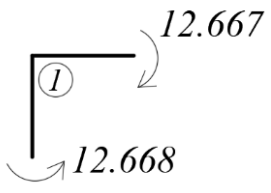
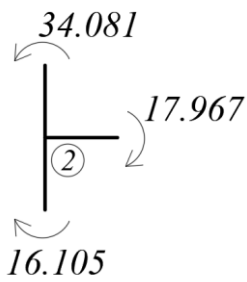
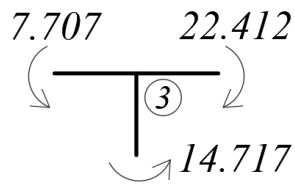
$$\varepsilon = \frac{0.0268}{132.0162} \cdot 100\% = 0.02\% < 1\%$$

4. Побудова дійсної епюри згинальних моментів.

$$M_0 = M_1 \cdot Z_1 + M_2 \cdot Z_2 + M_3 \cdot Z_3 + M_4 \cdot Z_4 + M_P,$$

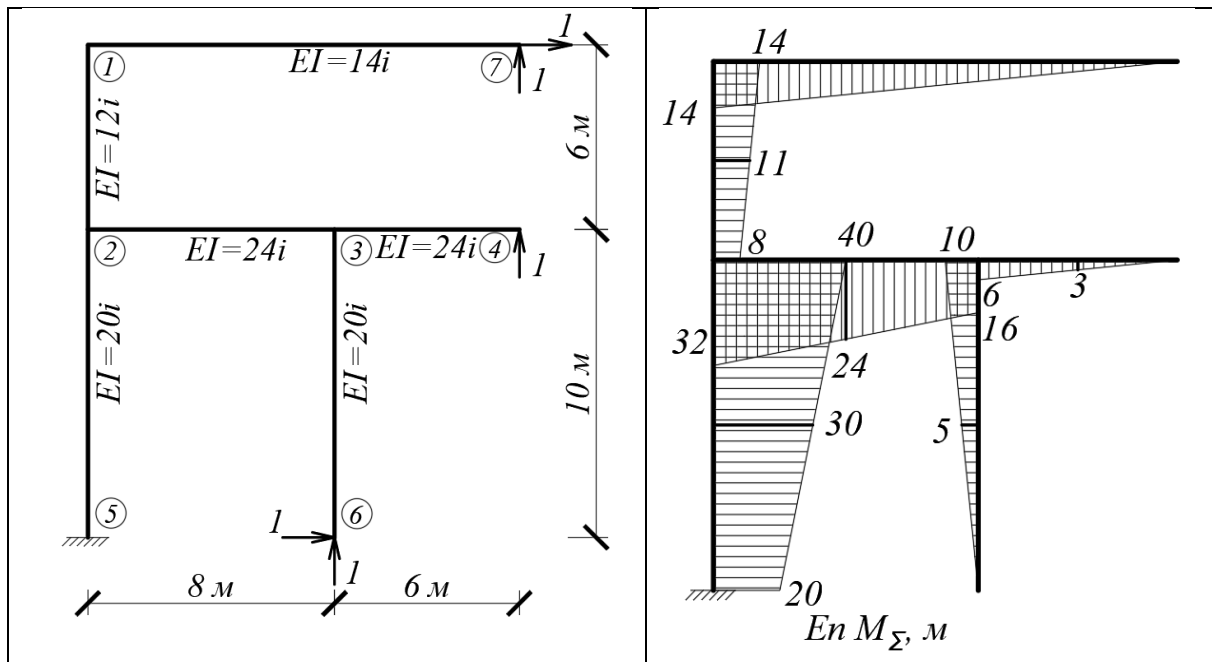


Вузлова перевірка:

Вузол 1	Вузол 2	Вузол 3
		
$\sum M_1 = 12.667$ $- 12.668$ $= -0.001$ ≈ 0	$\sum M_2 = 17.967$ $+ 16.105$ $- 34.081$ $= -0.009$ ≈ 0	$\sum M_3 = 22.412$ $- 14.717$ $- 7.707$ $= -0.012$ ≈ 0

4. Кінематична перевірка.

Створимо основну систему методу сил та побудуємо сумарну одиничну епюру методу сил



$$EI = i \cdot l:$$

$$EI_{1-7} = i \cdot 14 = 14i,$$

$$EI_{1-2} = 2i \cdot 6 = 12i,$$

$$EI_{2-3} = 3i \cdot 8 = 24i,$$

$$EI_{2-5} = 2i \cdot 10 = 20i,$$

$$EI_{3-4} = 4i \cdot 6 = 24i,$$

$$EI_{3-6} = 2i \cdot 10 = 20i.$$

$$\begin{aligned}
\delta_{\Sigma\partial} = & \sum_l \frac{M_{\Sigma} \cdot M_{\partial}}{EI} dx = -\frac{1}{14i} \left[\frac{1}{2} \cdot 12.667 \cdot 14 \cdot \frac{2}{3} \cdot 14 \right] + \\
& + \frac{1}{12i} \frac{6}{6} [12.668 \cdot (-14) + 4 \cdot 10.707 \cdot 11 + 34.081 \cdot 8] + \\
& + \frac{1}{20i} \frac{10}{6} [16.105 \cdot 40 - 4 \cdot 2.262 \cdot 30 - 20.629 \cdot 20] + \\
& + \frac{1}{24i} \frac{8}{6} [17.967 \cdot (-32) + 4 \cdot 19.163 \cdot 24 - 7.707 \cdot 16] - \\
& - \frac{1}{20i} \left[\frac{1}{2} \cdot 42.642 \cdot 5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 5 \right] + \frac{1}{20i} \frac{5}{6} [14.717 \cdot 10 - 4 \cdot 13.963 \cdot 7.5 - \\
& - 42.642 \cdot 5] - \frac{1}{24i} \frac{3}{6} [22.412 \cdot 6 + 4 \cdot 12.809 \cdot 4.5 + 3.206 \cdot 3] - \\
& - \frac{1}{24i} \left[\frac{1}{2} \cdot 19.206 \cdot 3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 \right] = -59.113 + 47.2 - 3.318 + 63.411 - \\
& - 17.768 - 20.205 - 7.805 - 2.401 = 110.611 - 110.61 = 0
\end{aligned}$$

Похибка обчислень складає

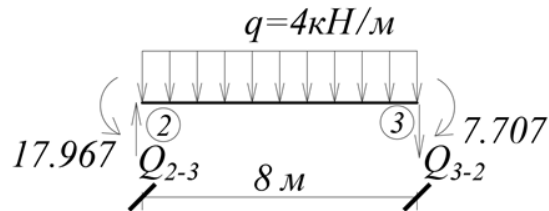
$$\varepsilon = \frac{0,001}{110.611} \cdot 100\% = 0,009\% < 1\%.$$

5. Побудова дійсної епюри поперечних зусиль $Q_{\partial z}$

Визначимо значення зусиль Q , використовуючи диференціальну залежність між епюрами згинальних моментів та поперечних зусиль:

$$\begin{aligned}
Q_{1-7} &= + \frac{12.667}{14} = +0.905 \text{ кН}, \\
Q_{1-2} &= - \frac{34.081 + 12.668}{6} = -7.792 \text{ кН}, \\
Q_{2-5} &= + \frac{20.629 + 16.105}{10} = +3.672 \text{ кН}, \\
Q_{6-8} &= + \frac{42.642}{5} = +8.528 \text{ кН}, \\
Q_{3-8} &= - \frac{42.642 + 14.717}{5} = -11.472 \text{ кН}, \\
Q_{3-9} &= + \frac{22.412 - 3.206}{3} = +6.402 \text{ кН}, \\
Q_{9-4} &= + \frac{19.206}{3} = +6.402 \text{ кН}.
\end{aligned}$$

Для ригеля 2-3 обчислення значень поперечних сил виконаємо розглянувши його рівновагу, приклавши до нього зовнішнє навантаження, згинальні моменти в перерізах лівого і правого кінців (відповідно значенням з епюри M_{∂}), а також дві невідомі поперечні сили Q_{2-3} та Q_{3-2} :



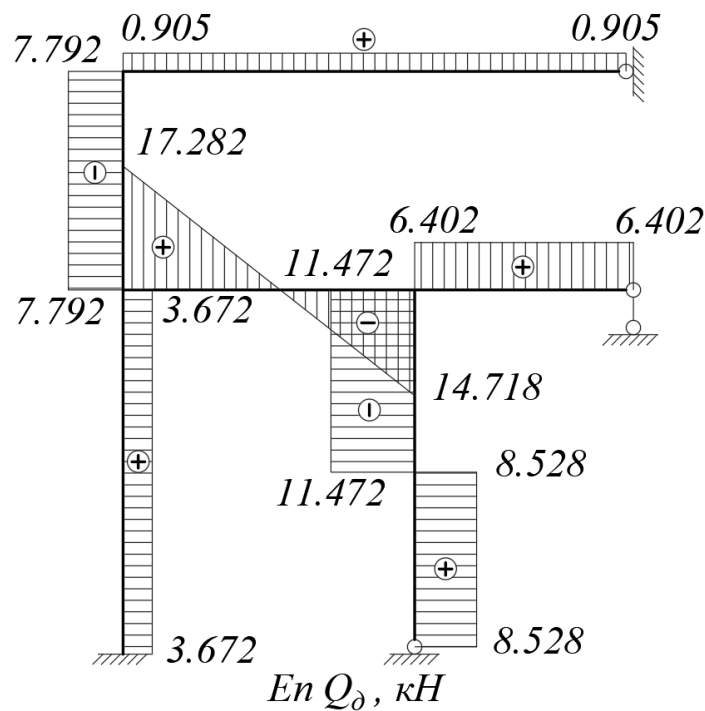
$$\sum M_2 = 0; 7.707 - 17.967 + 4 \cdot 8 \cdot 4 + Q_{3-2} \cdot 8 = 0,$$

$$Q_{3-2} = \frac{-7.707 + 17.967 - 4 \cdot 8 \cdot 4}{8} = -14.718 \text{ кН};$$

$$\sum M_3 = 0; 7.707 - 17.967 - 4 \cdot 8 \cdot 4 + Q_{2-3} \cdot 8 = 0,$$

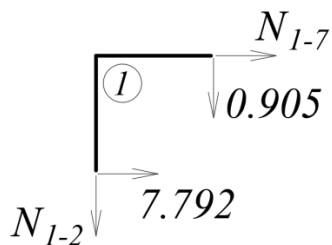
$$Q_{2-3} = \frac{-7.707 + 17.967 + 4 \cdot 8 \cdot 4}{8} = +17.282 \text{ кН}.$$

Дійсна епюра Q має вигляд:



6. Побудова дійсної епюри поздовжніх зусиль N_{∂} .

Визначимо значення зусиль N шляхом вирізання вузлів:



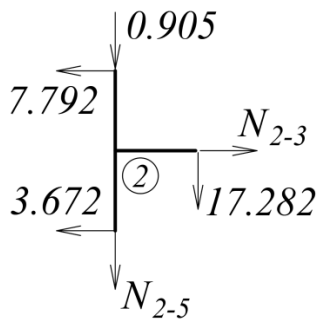
Вузол 1:

$$\sum F_x = 0; N_{1-7} + 7.792 = 0,$$

$$N_{1-7} = -7.792 \text{ кН};$$

$$\sum F_y = 0; -N_{1-2} - 0.905 = 0,$$

$$N_{1-2} = -0.905 \text{ кН}.$$



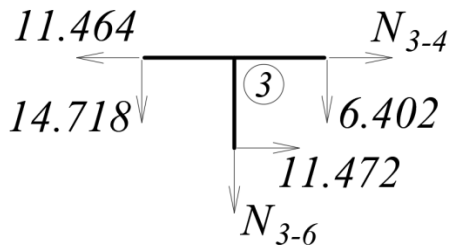
Вузол 2:

$$\sum F_x = 0; N_{2-3} - 7.792 - 3.672 = 0,$$

$$N_{2-3} = 11.464 \text{ кН};$$

$$\sum F_y = 0; -0.905 - 17.282 - N_{2-5} = 0,$$

$$N_{2-5} = -18.187 \text{ кН}.$$



Вузол 3:

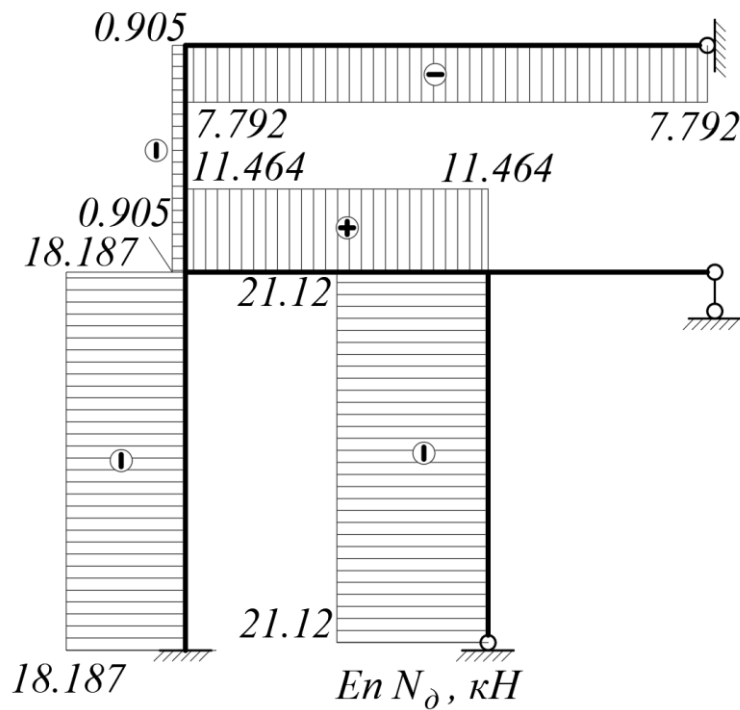
$$\sum F_x = 0; -11.464 + 11.472 + N_{3-4} =$$

$$0, N_{3-4} = 0.006 \approx 0;$$

$$\sum F_y = 0; -N_{3-6} - 14.718 - 6.402 = 0,$$

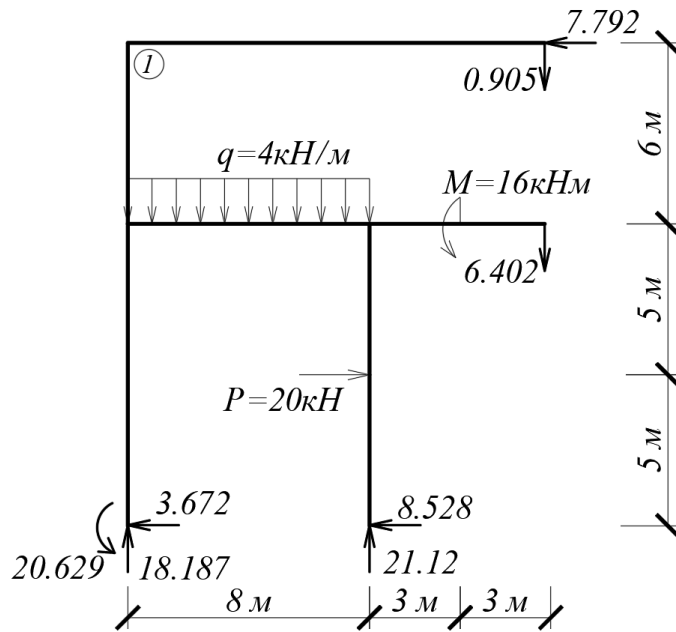
$$N_{3-6} = -21.12 \text{ кН}.$$

В результаті епюра N_δ має такий вигляд:



7. Перевірка статичної рівноваги конструкції.

Для виконання перевірки рівноваги всієї рами відкидаємо опори та прикладаємо зовнішні навантаження і зусилля у перерізах, що одержані з епюр M_δ , Q_δ і N_δ . Перевіримо, чи задовольняються рівняння рівноваги:



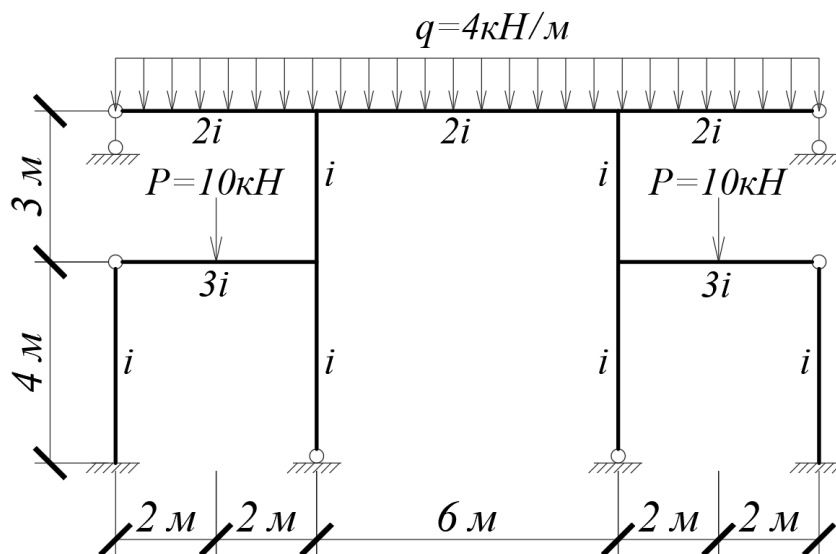
$$\sum F_x = -3.672 - 8.528 - 7.792 + 20 = 20 - 19.992 = 0.008 \approx 0,$$

$$\sum F_y = 18.187 + 21.12 - 6.402 - 0.905 - 4 \cdot 8 = 39.307 - 39.307 = 0,$$

$$\begin{aligned} \sum M_1 = & -20.629 - 16 + 3.672 \cdot 16 + 0.905 \cdot 14 + 4 \cdot 8 \cdot 4 - 20 \cdot 11 + \\ & + 6.402 \cdot 14 + 8.528 \cdot 16 - 21.21 \cdot 8 = 425.498 - 425.589 = -0.091 \approx 0. \end{aligned}$$

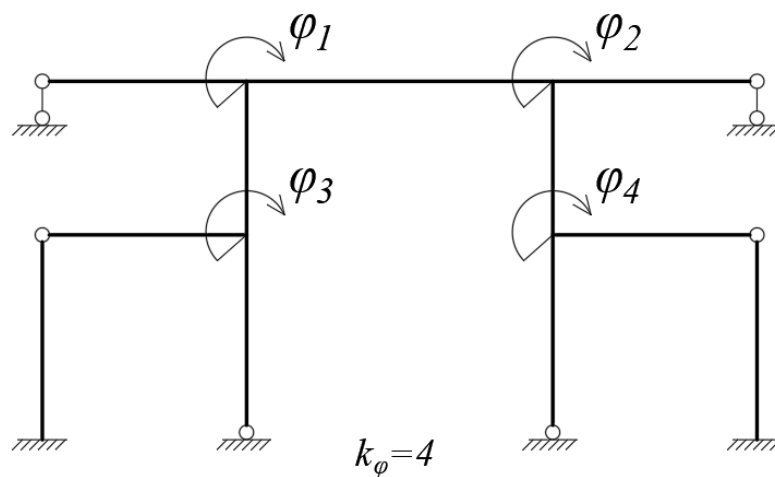
Перевірки виконуються, отже, проміжні та остаточні результати проведених розрахунків є вірними, а отримані значення внутрішніх зусиль та опорних реакцій відповідають заданій системі.

Приклад 2. Розрахунок симетричної статично невизначуваної рами методом переміщень

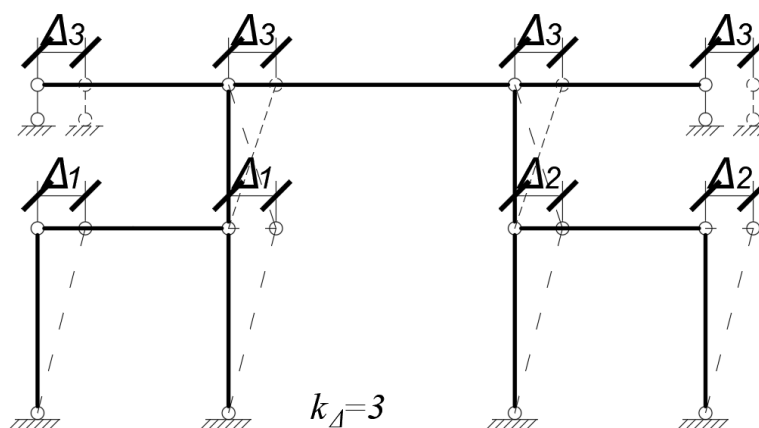


1. Визначення ступеня кінематичної невизначуваності.

Кутові невідомі



Лінійні невідомі

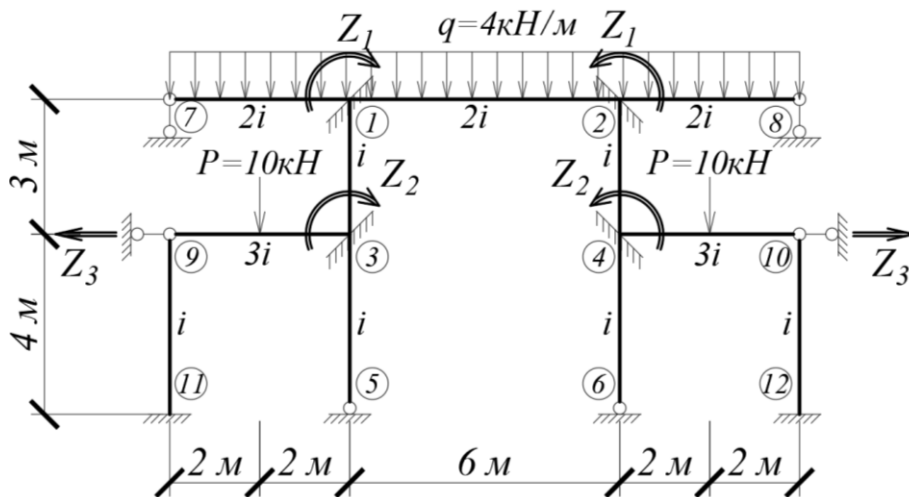
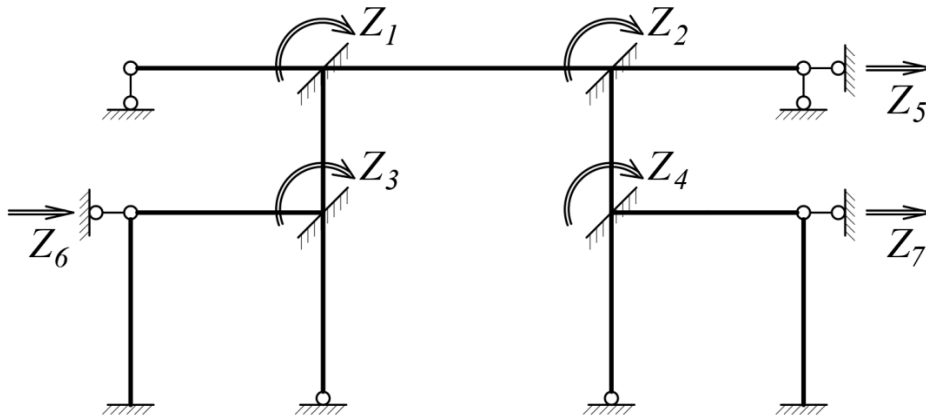


Кількість невідомих методу переміщень:

$$k = k_{\varphi} + k_{\Delta} = 4 + 3 = 7.$$

Отже, рама сім разів кінематично невизначувана.

2. Побудова основної система методу переміщень.



3. Побудова системи канонічних рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії.

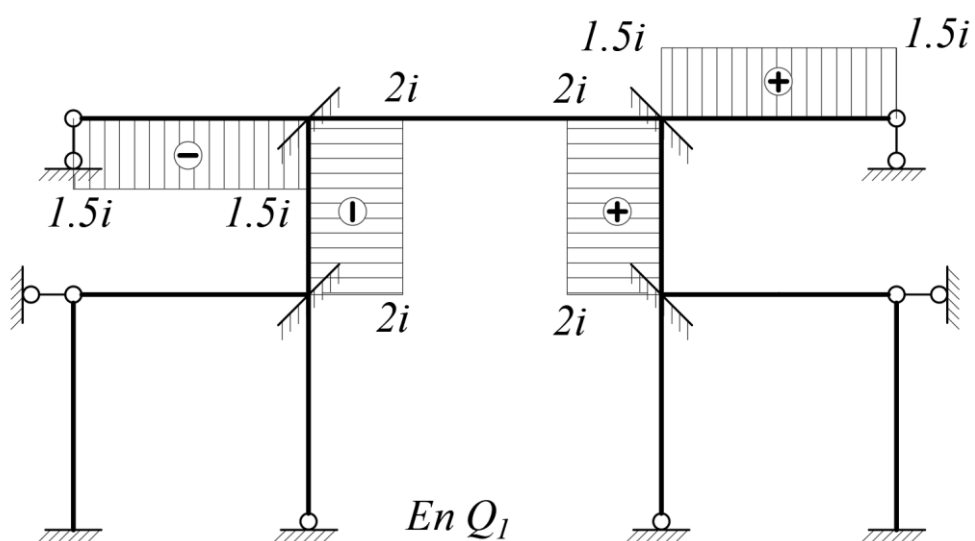
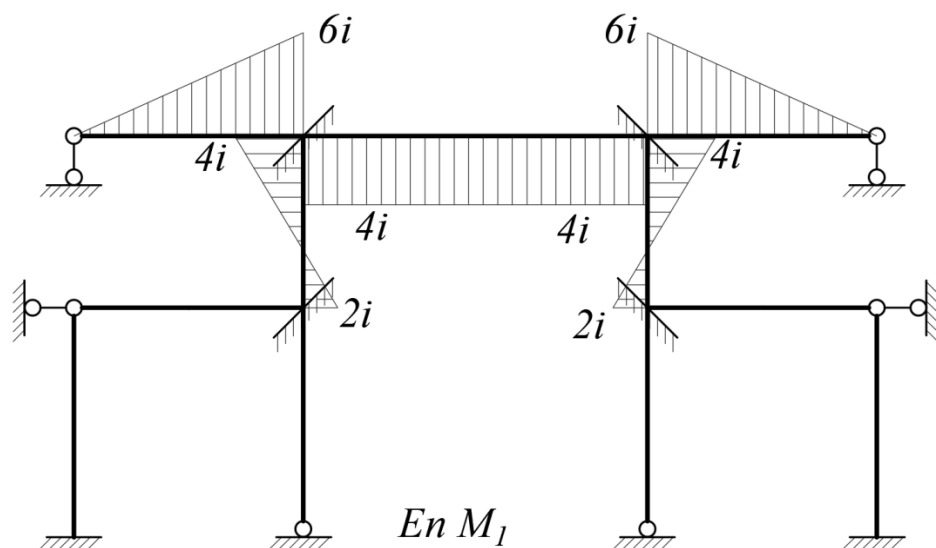
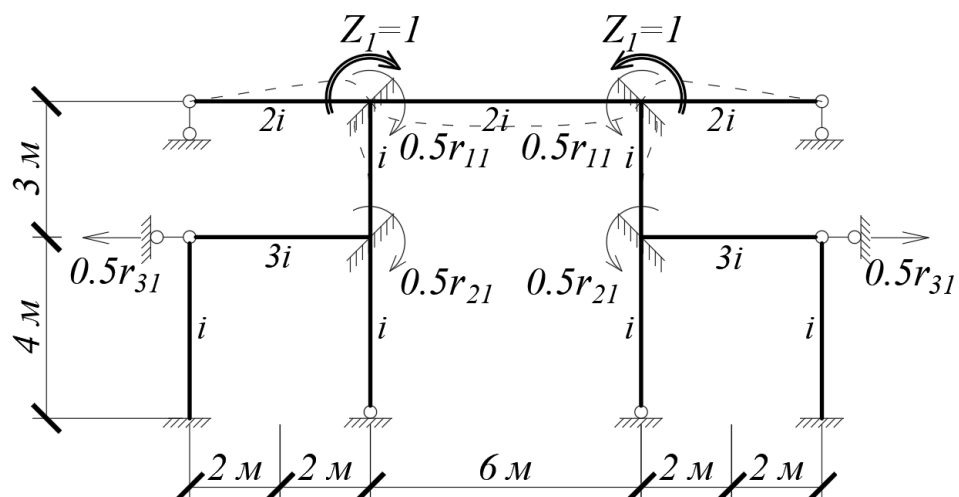
$$r_{11} \cdot Z_1 + r_{12} \cdot Z_2 + r_{13} \cdot Z_3 + R_{1P} = 0,$$

$$r_{21} \cdot Z_1 + r_{22} \cdot Z_2 + r_{23} \cdot Z_3 + R_{2P} = 0,$$

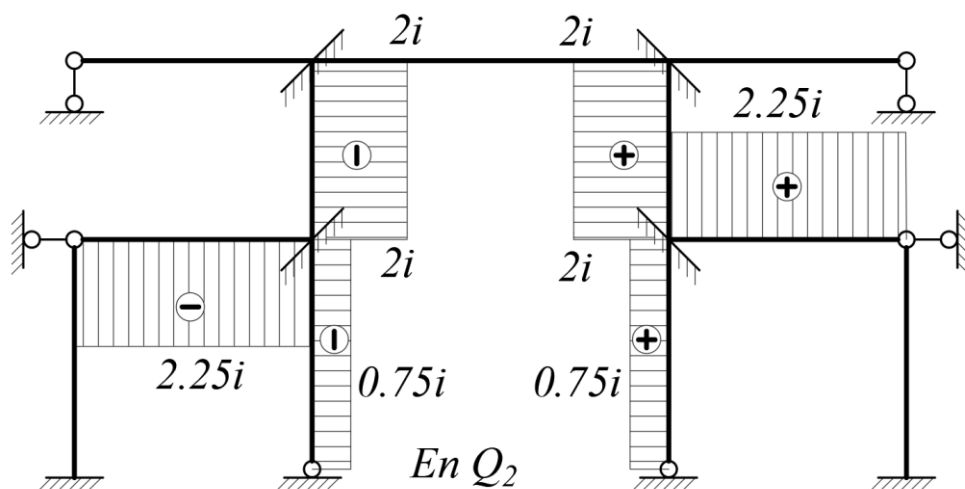
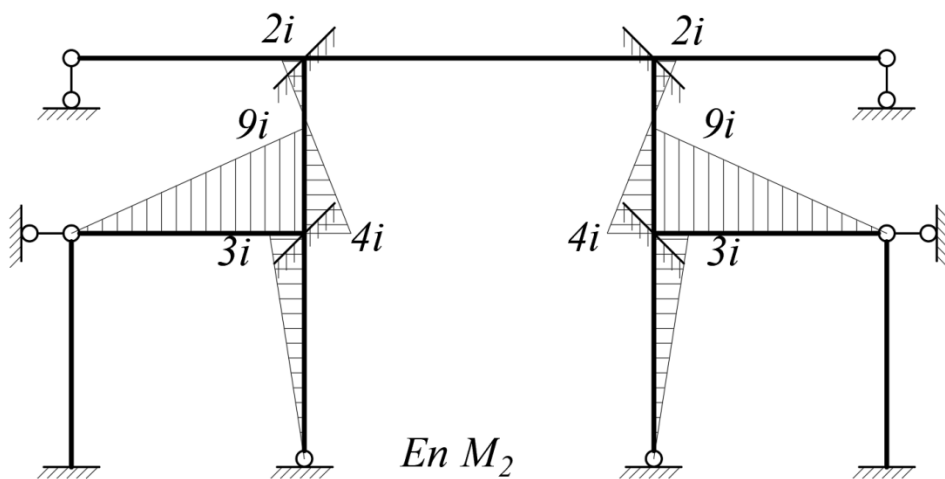
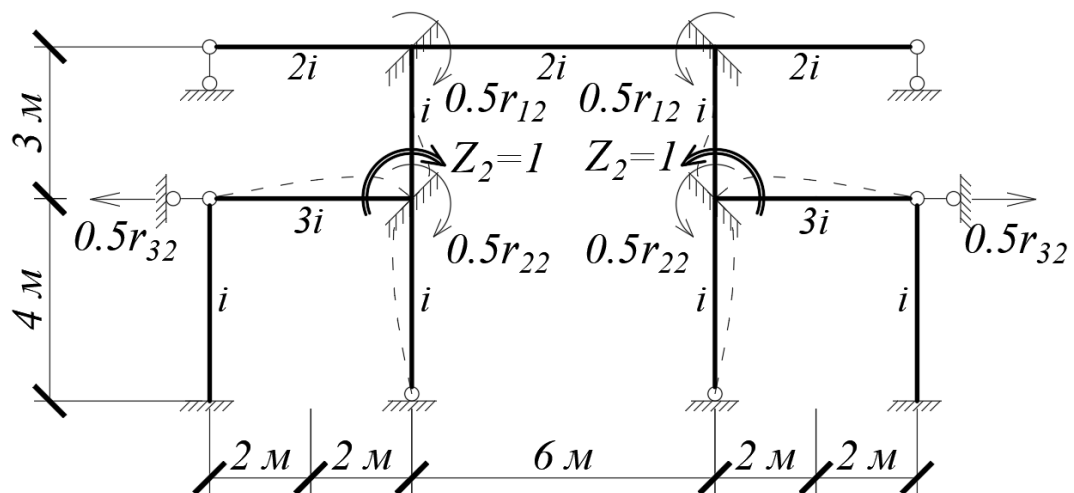
$$r_{31} \cdot Z_1 + r_{32} \cdot Z_2 + r_{33} \cdot Z_3 + R_{3P} = 0.$$

Для визначення коефіцієнтів та вільних членів системи канонічних рівнянь розглянемо допоміжні одиничні та вантажний стани основної системи та побудуємо одиничні та вантажні епюри згинальних моментів та поперечних зусиль.

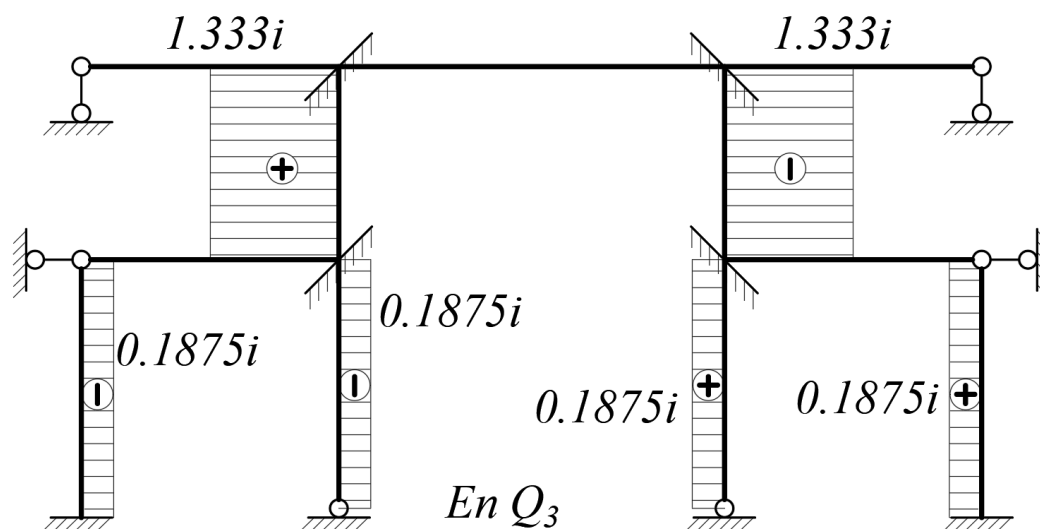
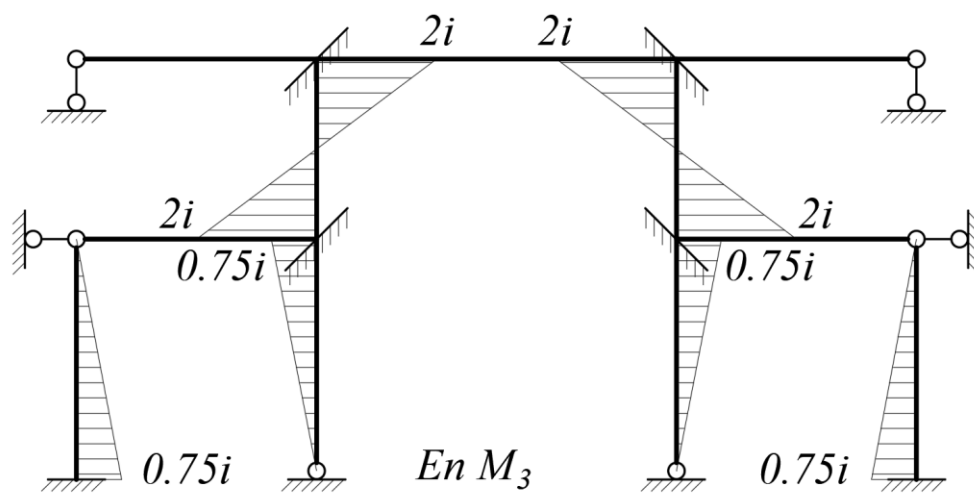
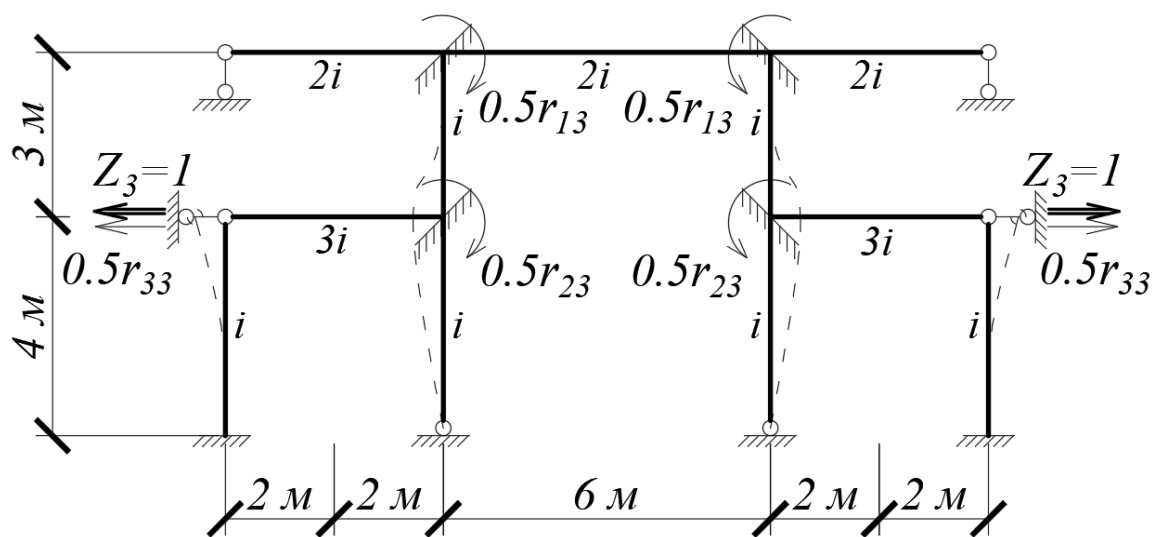
I допоміжний одиничний стан



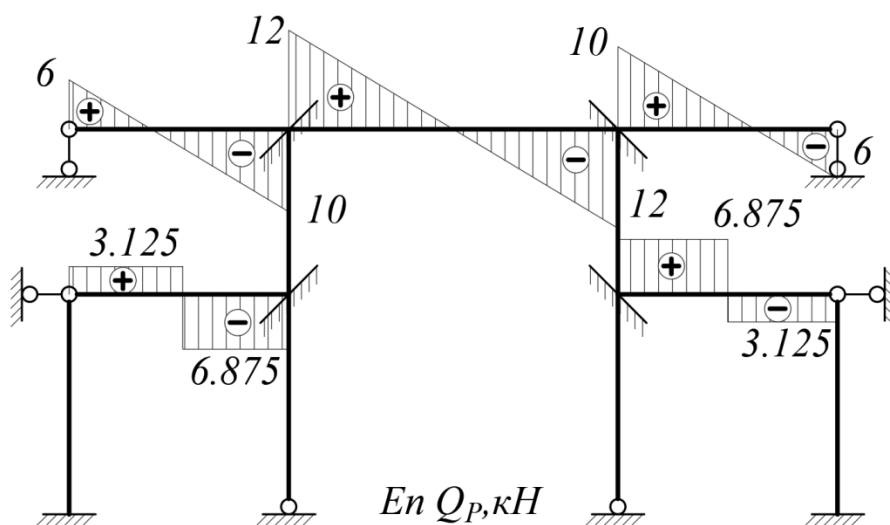
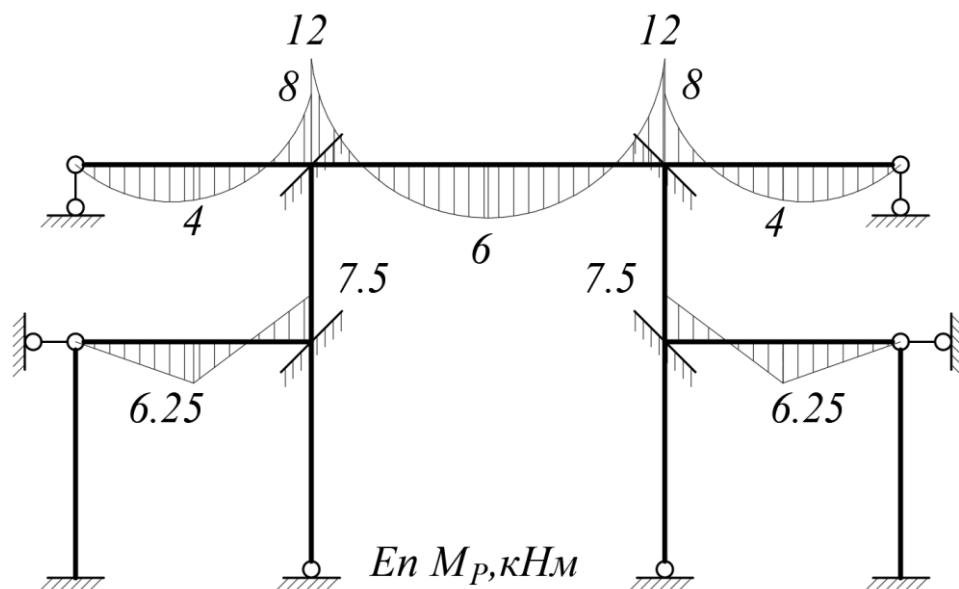
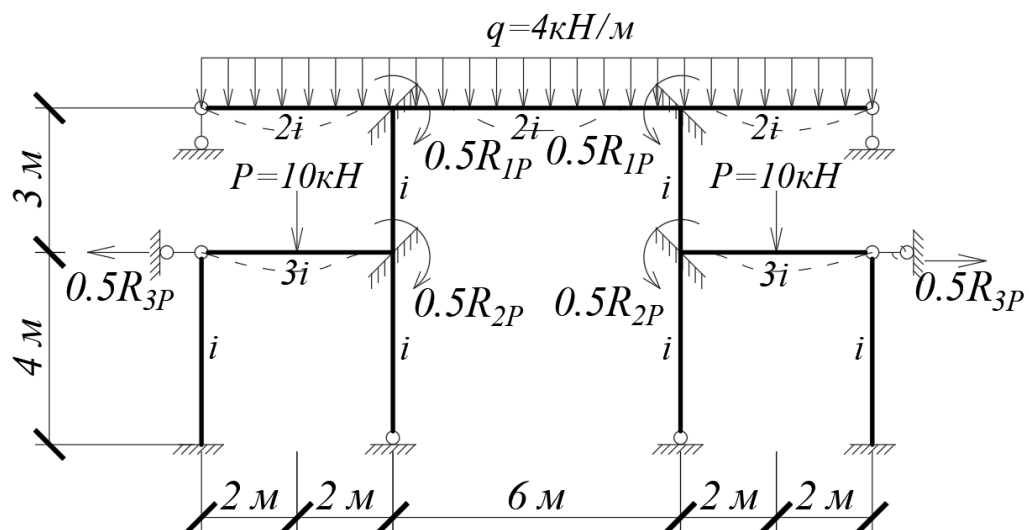
II допоміжний одиничний стан



III допоміжний одиничний стан

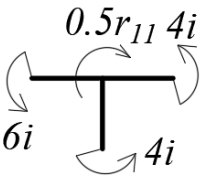
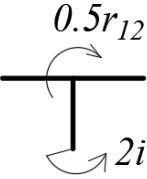
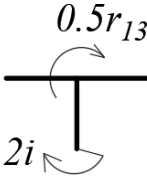
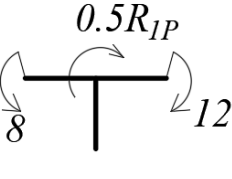


Вантажний стан

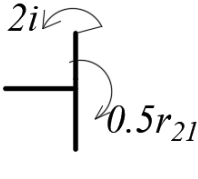
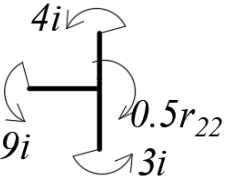
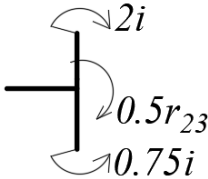
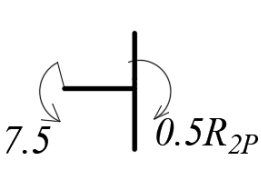


Визначимо коефіцієнти системи рівнянь.

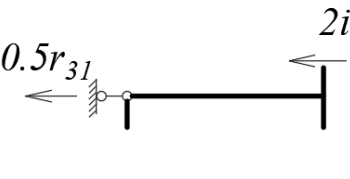
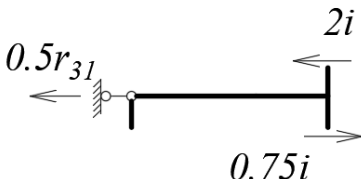
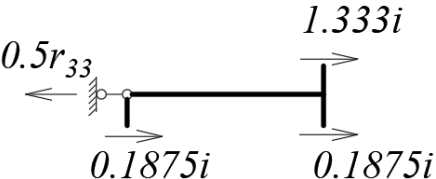
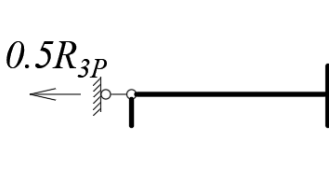
Коефіцієнти першого рівняння:

 $r_{11} = 28i$	 $r_{12} = 4i$	 $r_{13} = -4i$	 $R_{1P} = -8$
--	---	---	---

Коефіцієнти другого рівняння:

 $r_{21} = 4i$	 $r_{22} = 32i$	 $r_{23} = -2.5i$	 $R_{2P} = 15$
---	--	---	---

Коефіцієнти третього рівняння:

 $r_{31} = -4i$	 $r_{32} = -2.5i$
 $r_{33} = 3.416i$	 $R_{3P} = 0$

Система канонічних рівнянь набуває вигляду:

$$28i \cdot Z_1 + 4i \cdot Z_2 - 4i \cdot Z_3 - 8 = 0,$$

$$4i \cdot Z_1 + 32i \cdot Z_2 - 2.5i \cdot Z_3 + 15 = 0,$$

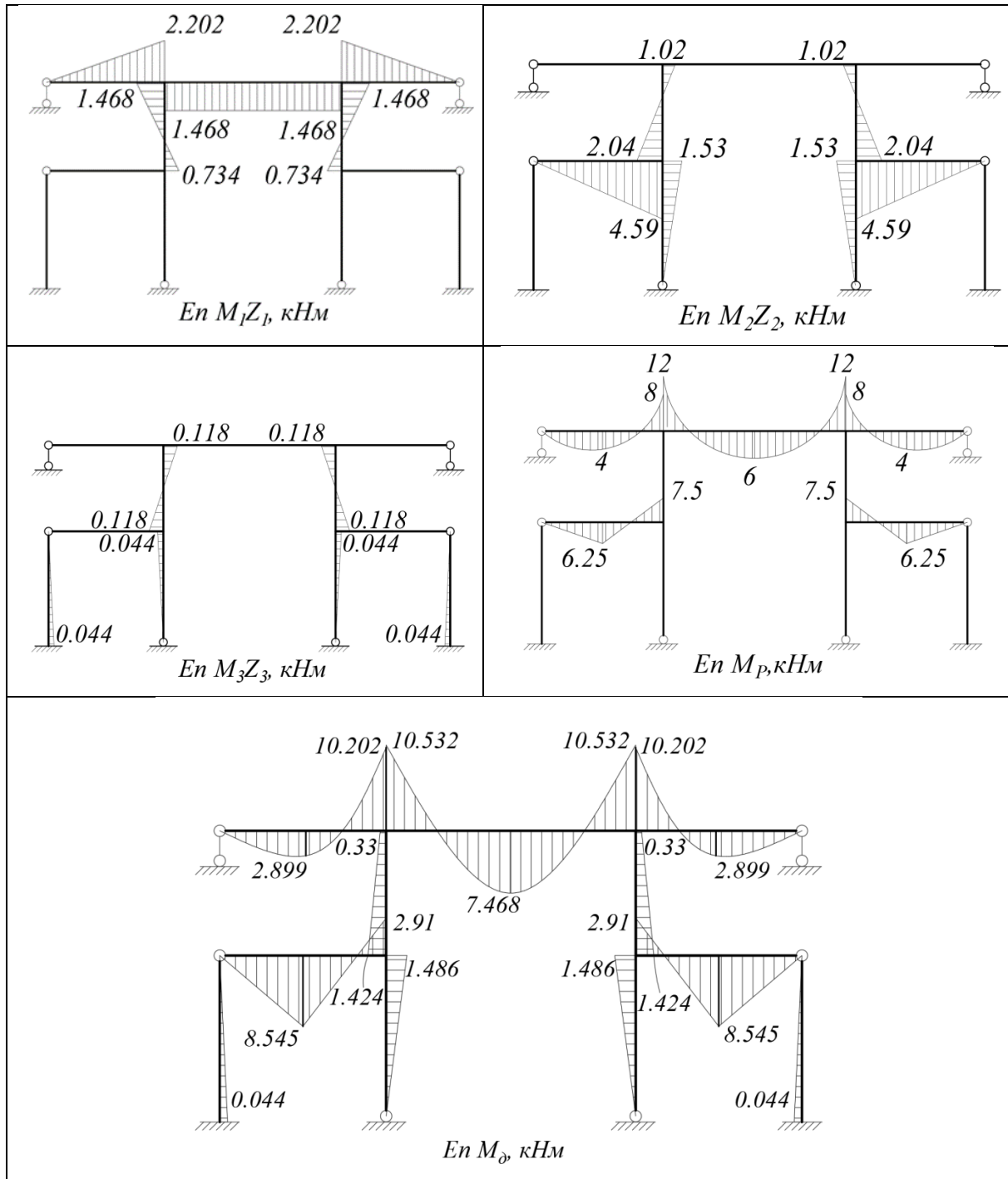
$$-4i \cdot Z_1 - 2.5i \cdot Z_2 + 3.416i \cdot Z_3 = 0.$$

З розв'язку системи рівнянь маємо:

$$Z_1 = 0.367/i; Z_2 = -0.51/i; Z_3 = 0.059/i.$$

4. Побудова дійсної епюри згинальних моментів.

$$M_{\partial} = M_1 \cdot Z_1 + M_2 \cdot Z_2 + M_3 \cdot Z_3 + M_P,$$



5. Побудова дійсної епюри поперечних зусиль Q_{∂} .

Визначимо значення зусиль Q , використовуючи диференціальну залежність між епюрами згинальних моментів та поперечних зусиль (обчислення проводимо для лівої частини відносно осі симетрії, так як для правої частини будуть аналогічні за величиною значення але протилежні за знаком, тобто відносно осі симетрії епюра Q буде косиметрична):

$$Q_{9-11} = -\frac{0.044}{4} = -0.011 \text{ кН},$$

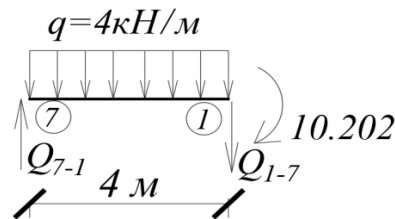
$$Q_{9-13} = +\frac{8.545}{2} = +4.273 \text{ кН},$$

$$Q_{13-3} = -\frac{8.545 + 2.91}{2} = -5.727 \text{ кН},$$

$$Q_{3-5} = +\frac{1.486}{54} = +0.372 \text{ кН},$$

$$Q_{1-3} = +\frac{1.424 - 0.33}{3} = +0.365 \text{ кН}.$$

Для ригеля 7-1 обчислення значень поперечних сил виконаємо розглянувши його рівновагу, приклавши до нього зовнішнє навантаження, згинальні моменти в перерізах лівого і правого кінців (відповідно значенням з епюри M_0), а також дві невідомі поперечні сили Q_{7-1} та Q_{1-7} :



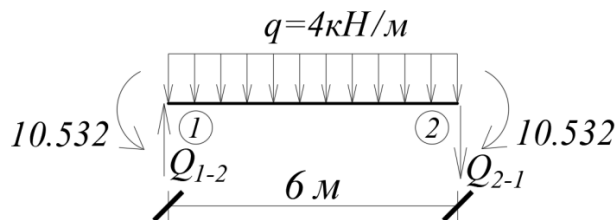
$$\sum M_7 = 0; 10.202 + 4 \cdot 4 \cdot 2 + Q_{1-7} \cdot 4 = 0,$$

$$Q_{1-7} = \frac{-10.202 - 4 \cdot 4 \cdot 2}{4} = -10.551 \text{ кН};$$

$$\sum M_1 = 0; 10.202 - 4 \cdot 4 \cdot 2 + Q_{7-1} \cdot 4 = 0,$$

$$Q_{7-1} = \frac{-10.202 + 4 \cdot 4 \cdot 2}{4} = +5.449 \text{ кН}.$$

Аналогічно обчислюємо значення поперечних сил для ригеля 1-2:



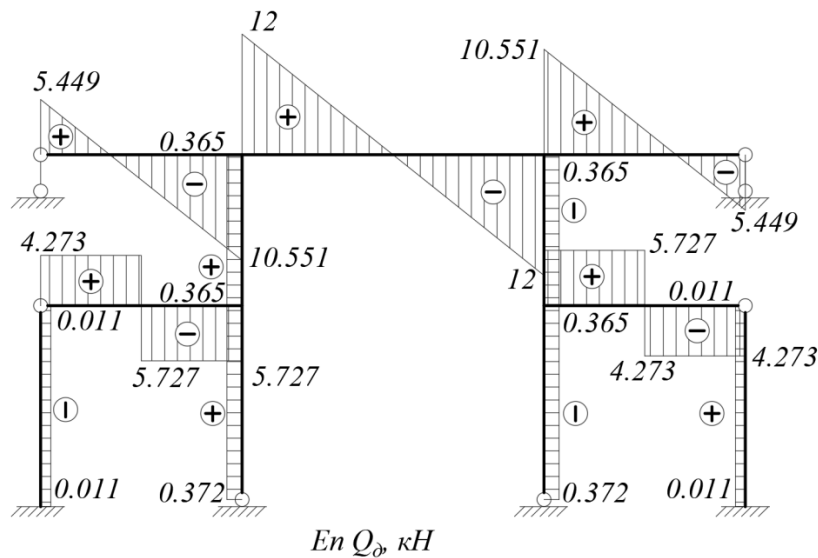
$$\sum M_1 = 0; 10.532 - 10.532 + 4 \cdot 6 \cdot 3 + Q_{2-1} \cdot 6 = 0,$$

$$Q_{2-1} = \frac{10.532 - 10.532 - 4 \cdot 6 \cdot 3}{6} = -12 \text{ кН};$$

$$\sum M_2 = 0; 10.532 - 10.532 - 4 \cdot 6 \cdot 3 + Q_{1-2} \cdot 6 = 0,$$

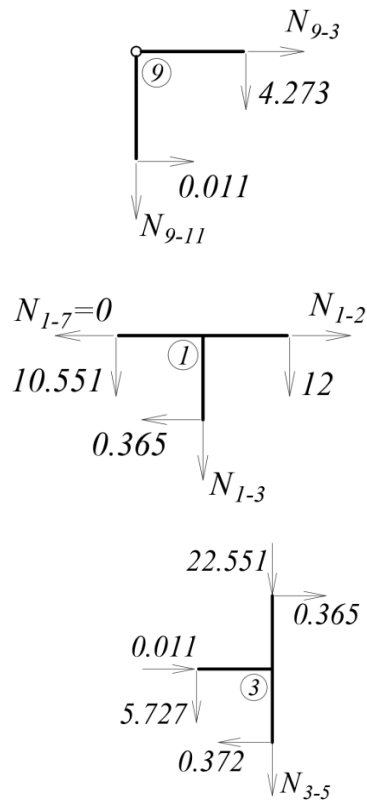
$$Q_{1-2} = \frac{10.532 - 10.532 + 4 \cdot 6 \cdot 3}{6} = +12 \text{ кН}.$$

Дійсна епюра Q має вигляд:



6. Побудова дійної епюри поздовжніх зусиль N_{δ} .

Визначимо значення зусиль N шляхом вирізання вузлів:



Вузол 9:

$$\sum F_x = 0; N_{9-3} + 0.011 = 0,$$

$$N_{9-3} = -0.011 \kappa H;$$

$$\sum F_y = 0; -N_{9-11} - 4.273 = 0,$$

$$N_{9-11} = -4.273 \kappa H.$$

Вузол 1:

$$\sum F_x = 0; N_{1-2} - 0.365 = 0,$$

$$N_{1-2} = +0.365 \kappa H;$$

$$\sum F_y = 0; -10.551 - 12 - N_{1-3} = 0,$$

$$N_{1-3} = -22.551 \kappa H.$$

Вузол 3:

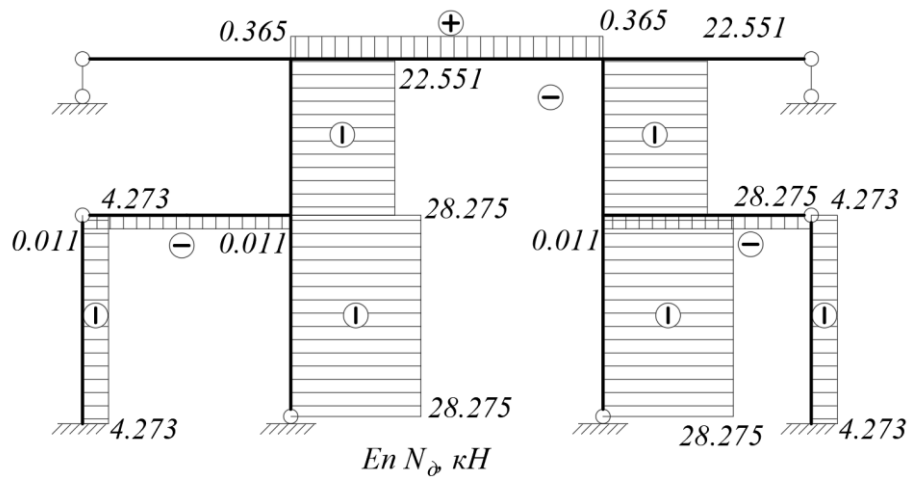
$$\sum F_x = 0; 0.011 + 0.365 - 0.372 =$$

$$= 0.004 \approx 0;$$

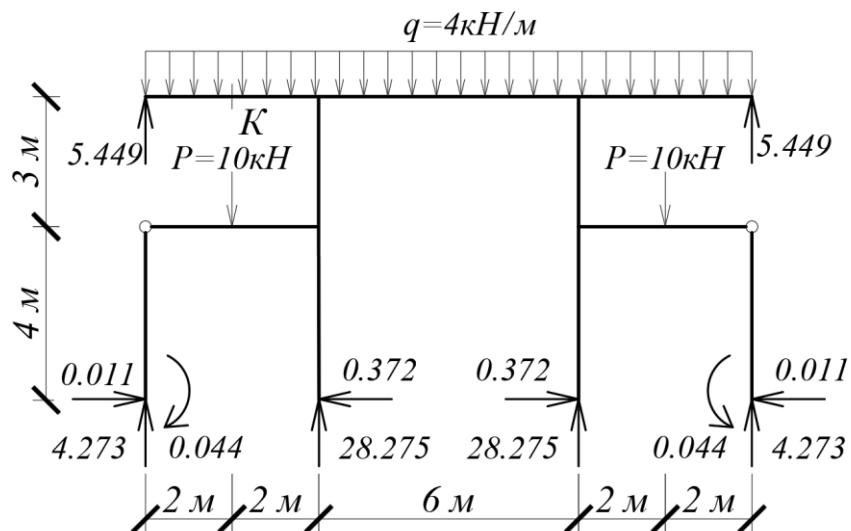
$$\sum F_y = 0; -N_{3-5} - 5.727 - 22.551 = 0,$$

$$N_{3-5} = -28.275 \kappa H.$$

В результаті епюра N_{δ} має такий вигляд:



7. Перевірка статичної рівноваги конструкції.



$$\sum F_x = 0.011 - 0.372 + 0.372 - 0.011 = 0,$$

$$\sum F_y = 4.273 \cdot 2 + 28.275 \cdot 2 + 5.449 \cdot 2 - 10 \cdot 2 - 4 \cdot 14 = 75.994 - 76 = -0.006 \approx 0,$$

$$\begin{aligned} \sum M_K &= 0.044 - 0.044 - 0.011 \cdot 7 + 0.011 \cdot 7 + 0.372 \cdot 7 - 0.372 \cdot 7 + \\ &+ 4.273 \cdot 2 + 5.449 \cdot 2 - 28.275 \cdot 2 - 28.275 \cdot 8 - 4.273 \cdot 12 + 10 \cdot 10 - \\ &- 5.449 \cdot 12 + 4 \cdot 14 \cdot 5 = 402.169 - 402.139 = 0.03 \approx 0. \end{aligned}$$

Перевірки виконуються, отже, проміжні та остаточні результати проведених розрахунків є вірними, а отримані значення внутрішніх зусиль та опорних реакцій відповідають заданій системі.

Список літератури

1. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання: підручник / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер – Київ: ПАТ «ВІПОЛ», 2013. — 896 с.
2. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Комп'ютерний курс: підручник / В.А. Баженов, С.Я. Гранат, О.В. Шишов. – Київ: ПАТ «ВІПОЛ», 1999. – 584 с.
3. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник / В.А. Баженов, Г.М. Іванченко, О.В. Шишов, та ін. – Київ: Каравела, 2013. – 439 с.
4. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник / В.А. Баженов, Г.М. Іванченко, О.В. Шишов – Київ: Каравела, 2006. – 344 с.
5. *Лізунов П.П.* Будівельна механіка: конспект лекцій / П.П. Лізунов, В.О. Недін – Київ: КНУБА, 2022. – 172 с.

Завдання для виконання розрахунково-графічної роботи

1																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

2																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

3																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

4																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методупереміщень (кутових і поступальнихпереміщень жорсткихвузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методупереміщень (кутових і поступальнихпереміщень жорсткихвузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методупереміщень (кутових і поступальнихпереміщень жорсткихвузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

5	
6	
7	
8	

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методупереміщень (кутових і поступальнихпереміщень жорсткихвузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методупереміщень (кутових і поступальнихпереміщень жорсткихвузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; -побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>

Для заданої рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

Для заданої рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

9	10																																																																																																																																																																
<table> <tr> <th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr> </table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	<table> <tr> <th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr> </table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																								
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																								

11									
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

12									
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

Склад роботи	Склад роботи
--------------	--------------

Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

13	
14	
15	
16	

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

17	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	18	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																										
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																										
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																										
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																										
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																										
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																										
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																										
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																										
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																										
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																										
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																										
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																										
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																										
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																										
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																										
19	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	20	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																										
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																										
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																										
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																										
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																										
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																										
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																										
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																																																																																																										
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																																																																																																										
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																																																																																																										
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																																																																																																										
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																																																																																																										
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																																																																																																										
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																																																																																																										
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																																																																																																										

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>

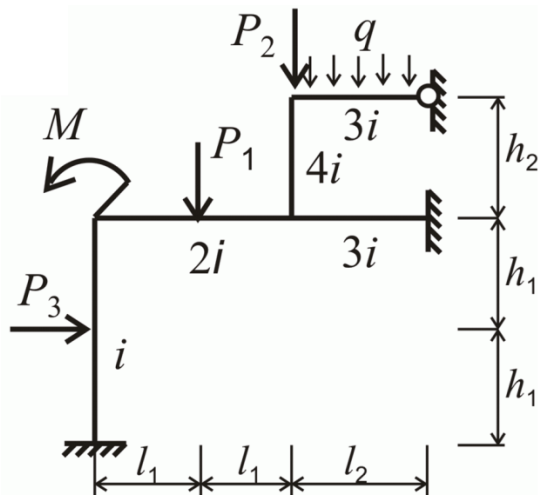
Для заданої рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

Для заданої рами необхідно:

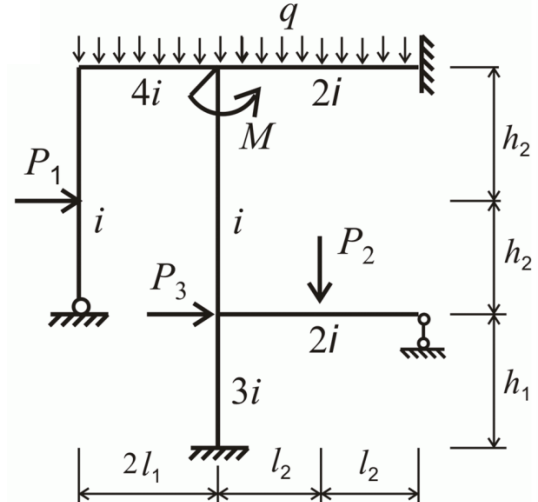
- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

21



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

22



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

23

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

24

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

Склад роботи	Склад роботи
--------------	--------------

Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

25	
26	
27	
28	

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	<i>Склад роботи</i> Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

29	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								
30	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								
31	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								
32	<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.	Для заданої рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему; - скласти систему рівнянь методу переміщень; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів; - виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів; - побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил; - визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>

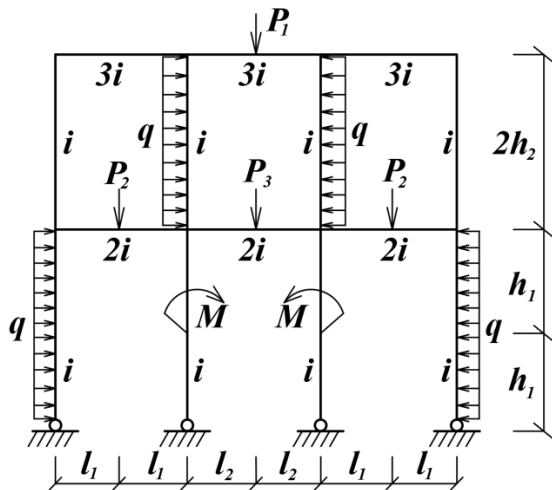
Для заданої рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

Для заданої рами необхідно:

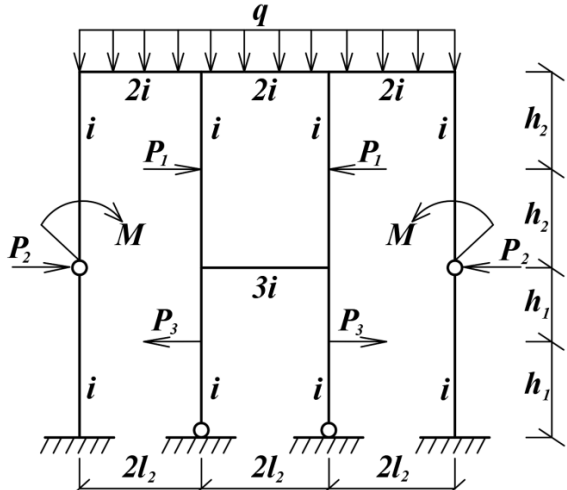
- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему;
- скласти систему рівнянь методу переміщень;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- виконати перевірку правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь шляхом складання системи рівнянь методу переміщень у розгорнутій формі;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів;
- виконати статичну і кінематичну перевірки дійсної епюри згинальних моментів;
- побудувати епюри поперечних та поздовжніх сил;
- визначити опорні реакції і перевірити рівновагу рами в цілому.

33



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

34



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

35

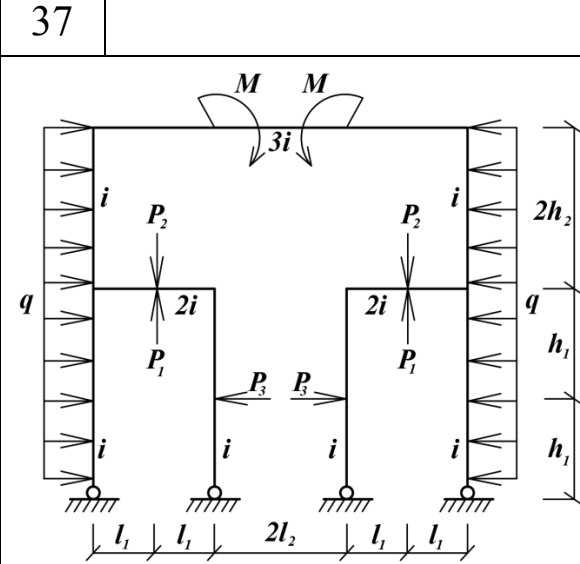
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

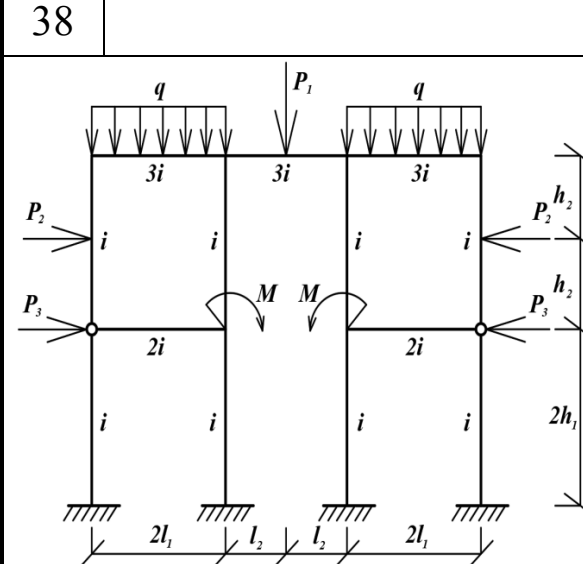
36

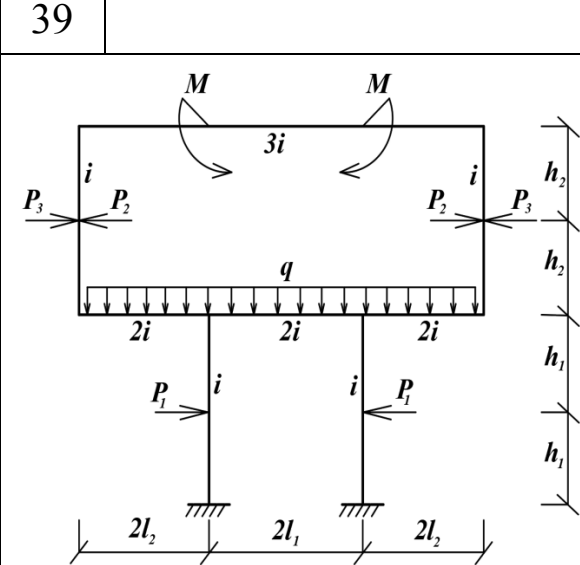
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

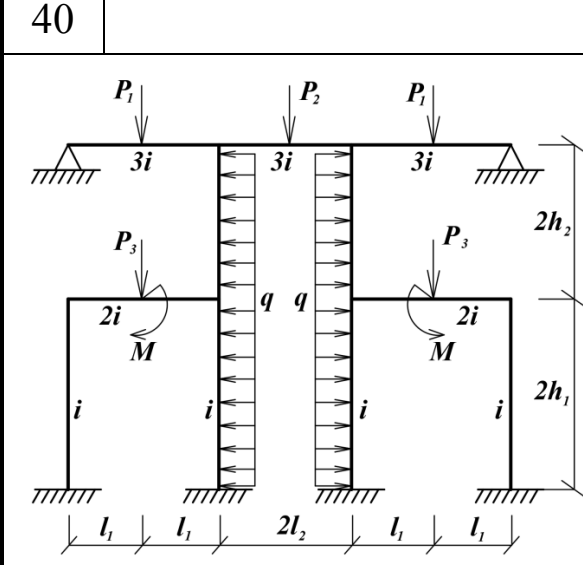
Склад роботи	Склад роботи
--------------	--------------

Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

37																																																																																
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																							
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																							
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																							
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																							
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																							
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																							
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																							
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																							

38																																																																																
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																							
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																							
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																							
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																							
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																							
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																							
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																							
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																							

39																																																																																
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																							
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																							
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																							
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																							
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																							
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																							
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																							
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																							

40																																																																																
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																							
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																							
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																							
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																							
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																							
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																							
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																							
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																							

<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

41	
42	
43	
44	

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>

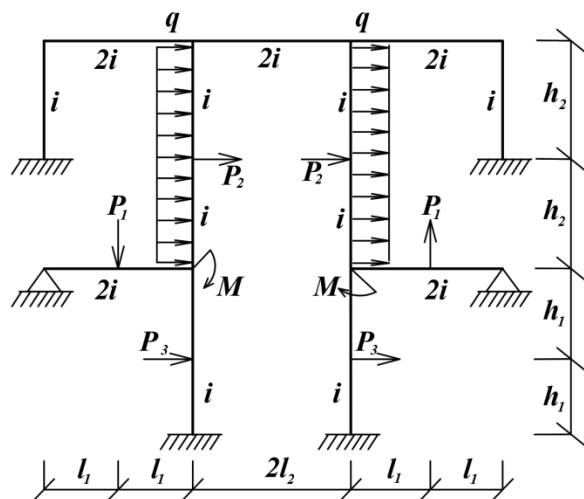
Для заданої симетричної рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії;
- скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

Для заданої симетричної рами необхідно:

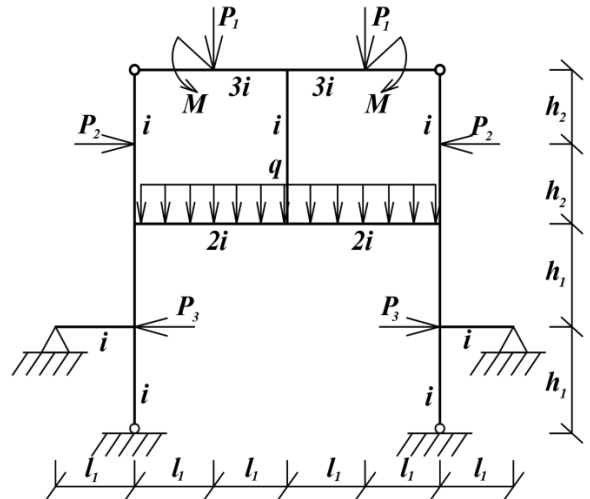
- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії;
- скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

45



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

46



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

47

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

48

№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

Склад роботи	Склад роботи
--------------	--------------

Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

53										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	

54										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	

55										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	

56										
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	

<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>
Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i>	<i>Склад роботи</i>

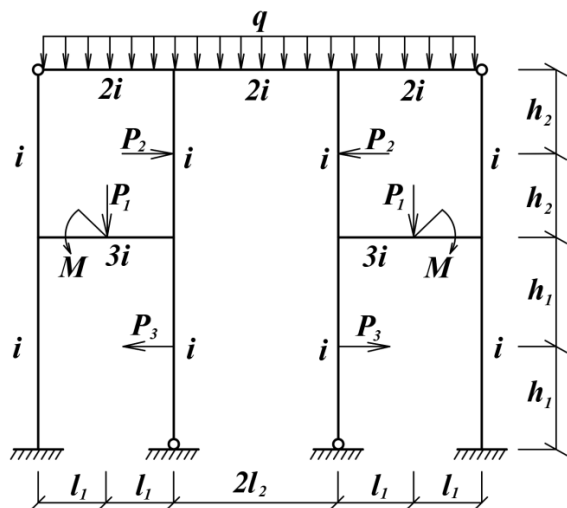
Для заданої симетричної рами необхідно:

- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії;
- скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

Для заданої симетричної рами необхідно:

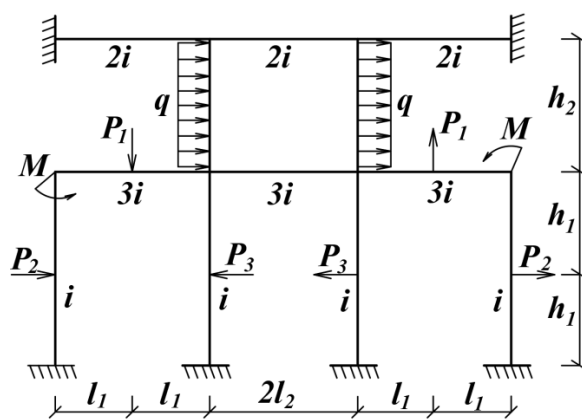
- визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами);
- утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії;
- скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії;
- побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі;
- визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь;
- з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

57



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

58



№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16

59																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

60																																																																																	
<table><tr><th>№</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>h_1</th><th>h_2</th><th>P_1</th><th>P_2</th><th>P_3</th><th>q</th><th>M</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>14</td><td>8</td><td>4</td><td>20</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>12</td><td>16</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>14</td><td>0</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>18</td><td>6</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>18</td><td>8</td><td>0</td><td>6</td><td>16</td></tr></table>	№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M	1	2	3	2	3	10	12	0	2	0	2	3	2	3	4	0	14	8	4	20	3	4	3	4	2	12	16	0	6	0	4	3	4	2	3	14	0	10	8	0	5	4	5	3	4	0	18	6	2	10	6	2	4	4	2	16	0	14	4	0	7	5	4	2	4	18	8	0	6	16	
№	l_1	l_2	h_1	h_2	P_1	P_2	P_3	q	M																																																																								
1	2	3	2	3	10	12	0	2	0																																																																								
2	3	2	3	4	0	14	8	4	20																																																																								
3	4	3	4	2	12	16	0	6	0																																																																								
4	3	4	2	3	14	0	10	8	0																																																																								
5	4	5	3	4	0	18	6	2	10																																																																								
6	2	4	4	2	16	0	14	4	0																																																																								
7	5	4	2	4	18	8	0	6	16																																																																								

Склад роботи	Склад роботи
--------------	--------------

Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.
<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.	<i>Склад роботи</i> Для заданої симетричної рами необхідно: - визначити кількість невідомих методу переміщень (кутових і поступальних переміщень жорстких вузлів рами); - утворити основну систему та позначити основні невідомі з врахуванням симетрії; - скласти систему рівнянь методу переміщень з врахуванням симетрії; - побудувати одиничні та вантажну епюри згинальних моментів та поперечних сил в основній системі; - визначити коефіцієнти при невідомих та вільні члени системи рівнянь; - з розв'язку системи рівнянь визначити невідомі переміщення і побудувати дійсну епюру згинальних моментів.

Навчально-методичне видання

РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ РАМ МЕТОДОМ ПЕРЕМІЩЕНЬ

Методичні вказівки та індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво»

Укладачі: **Андрієвський Віктор Петрович,**
Козак Андрій Анатолійович

Комп'ютерне верстання *Ю.М. Долгополової*

Ум. друк. арк. 4,42. Обл.-вид. арк. 4,75
Електронний документ. Вид № 41/V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Прспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002