

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра механіки і проектування машин

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічних робіт**

**з дисципліни
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»
розділ «СТАТИКА»**

Харків 2025

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 31 березня 2025 р., протокол № 9.

Призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх спеціальностей механіко-енергетичного та будівельного факультетів денної форми здобуття освіти.

Укладачі:

проф. В. І. Мороз,
доц. В. С. Тіщенко

Рецензент

доц. О. А. Логвіненко

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Методичні вказівки.....	5
2 Завдання С-1. Довільна плоска система сил. Визначення реакцій опор твердого тіла.....	6
2.1 Вихідні дані завдання С-1.....	6
2.2 Рекомендації та приклад виконання завдання С-1.....	17
3 Завдання С-2. Визначення реакцій опор складеної конструкції (система двох тіл).....	21
3.1 Вихідні дані завдання С-2.....	21
3.2 Рекомендації та приклад виконання завдання С-2.....	32
Список літератури.....	38

ВСТУП

Однією з головних тенденцій вищої школи є підсилення базової підготовки майбутніх спеціалістів. Особлива роль відводиться послідовному переходу від інформативних методів навчання до активних, які передбачають залучення здобувачів до різних видів самостійної роботи.

Під час підготовки спеціалістів для залізничного транспорту навчальними планами передбачено вивчення здобувачами механіко-енергетичного та будівельного факультетів на 1-2 курсах дисципліни «Теоретична механіка». При формуванні теоретичної бази з цієї дисципліни провідна роль відводиться лекційним курсам, які висвітлюють основні питання розділів «Статика», «Кінематика», «Динаміка». У ході вивчення курсу теоретичної механіки важливим аспектом є проведення практичних занять та виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (РГР).

Вищесказане зумовило необхідність розроблення і введення до навчального процесу методичних вказівок з розділу «Статика», які дають комплексне уявлення про обсяг і структуру розрахунково-графічних робіт, специфіку виконання і оформлення індивідуальних самостійних завдань з розділів, ознайомлюють з прикладами, наводять належні рекомендації та надають варіанти для виконання РГР, а також пропонують рекомендовану літературу.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти механіко-енергетичного та будівельного факультетів денної форми здобуття освіти всіх спеціальностей.

1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Програмою дисципліни «Теоретична механіка» передбачено виконання розрахунково-графічних робіт (РГР) з розділів «Статика».

Зміст РГР, а саме номер варіанта, уточняється викладачем під час аудиторних занять.

Кожне завдання супроводжується рисунками й таблицею (номер схеми збігається з номером умови завдання в таблиці).

РГР виконуються на аркушах формату А4. Типові звіти до РГР оформляються відповідно до встановлених вимог, а саме: на титульному аркуші обов'язково вказуються назви кафедри й дисципліни, номер роботи, рік, прізвище та ініціали здобувача.

Розв'язання завдань мають супроводжуватись коротким текстовим поясненням (які формули або теореми застосовуються, звідки отримуються ті чи інші результати та ін.), а також детальним викладом усіх розрахунків, що виконуються.

Рисунки до розв'язання завдань мають бути виконані акуратно, з застосуванням креслярського приладдя. На них наносять позначення всіх використовуваних величин: розміри, координатні осі, вектори сил, швидкостей, прискорень та ін.

Слід звернути увагу на те, що розрахункова схема виконується строго, згідно з вихідними даними свого варіанта завдання, і тоді в більшості випадків вона має бути простішою, ніж на загальному рисунку.

Розрахунково-графічні роботи, що не відповідають усім переліченим вимогам, рецензуватися не будуть і повертатимуться для переоформлення.

2 Завдання С-1. ДОВІЛЬНА ПЛОСКА СИСТЕМА СИЛ. ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ОПОР ТВЕРДОГО ТІЛА

2.1 Вихідні дані завдання С-1

Визначити реакції опор конструкції. Схеми конструкцій наведені на рисунку 2.1 (розміри – в метрах), навантаження вказане в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Початкові дані завдання С-1

Варіант	G, кН	P, кН	M, кНм	q, кН/м	α , град
1	10	5	20	1	30
2	12	8	10	4	60
3	8	4	5	2	60
4	14	-	8	3	30
5	-	6	7	1	45
6	-	10	4	2	60
7	-	6	5	1	45
8	16	7	6	2	60
9	6	6	4	2	30
10	10	8	9	1	30
11	-	4	7	0,5	45
12	10	6	8	-	45
13	12	10	6	2	30
14	10	6	10	1	45
15	4	4	4	2	60
16	20	10	-	2	45
17	25	5	-	0,5	45
18	20	10	10	-	30
19	-	4	8	1	45
20	-	10	6	0,5	45
21	-	8	7	0,5	30
22	-	10	8	1	30
23	-	7	10	2	30
24	-	6	7	1,5	30
25	-	14	20	0,5	45
26	-	16	14	1	30
27	5	4	8	2,5	45
28	-	10	7	3	30
29	-	6	8	1	15
30	15	10	14	-	30

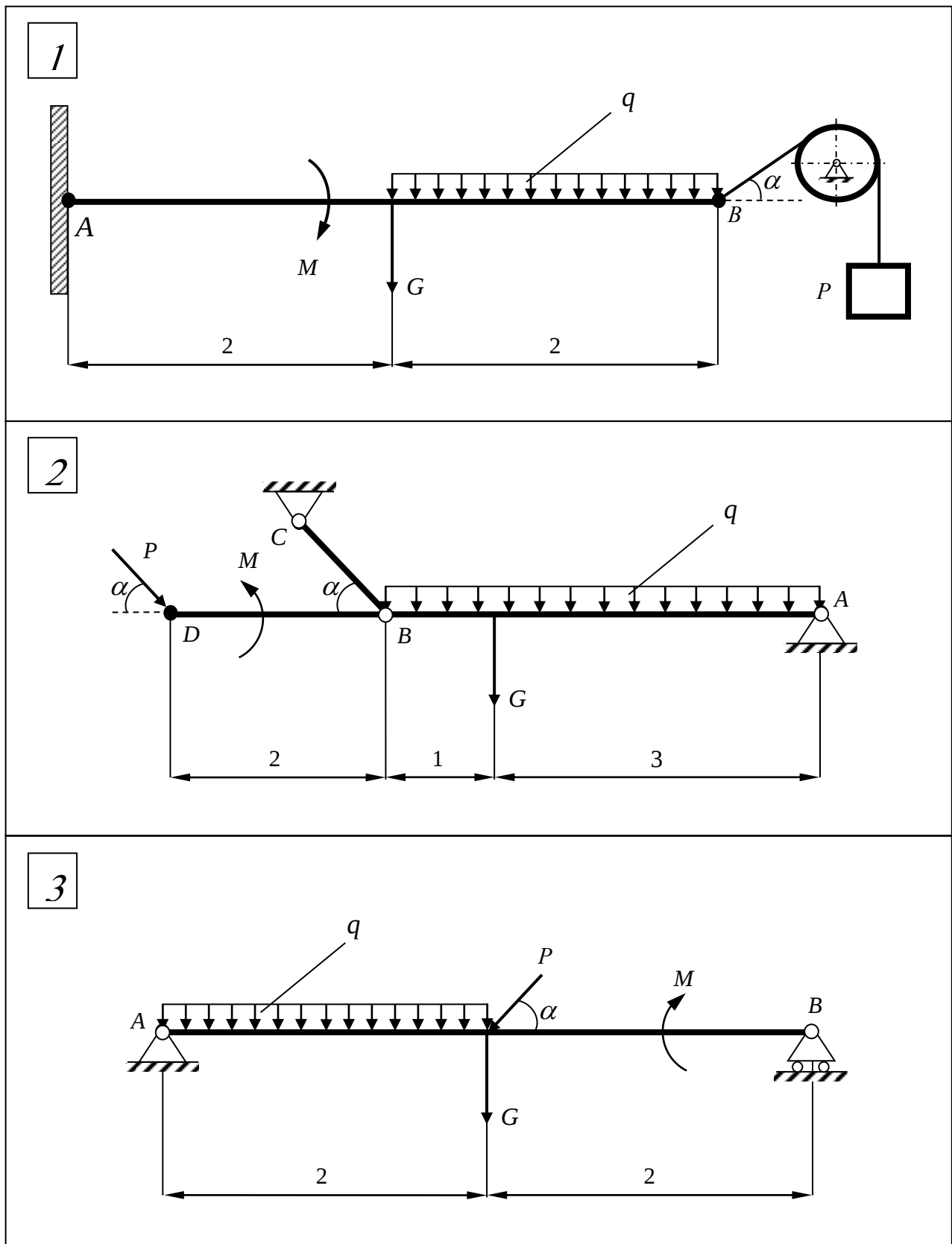
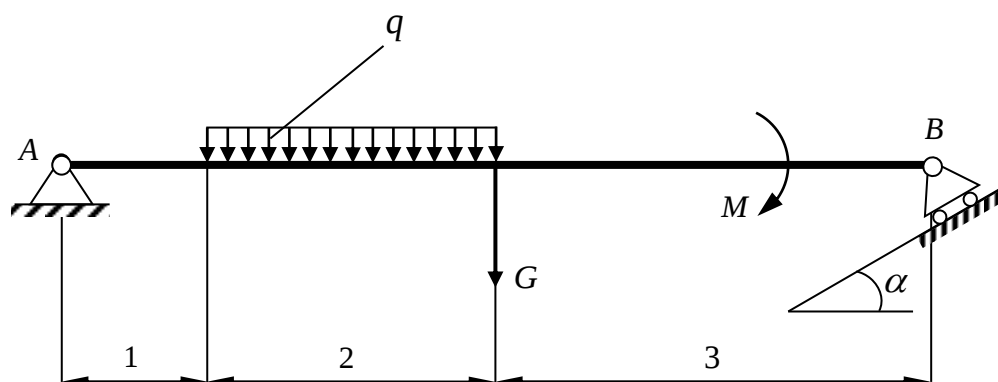
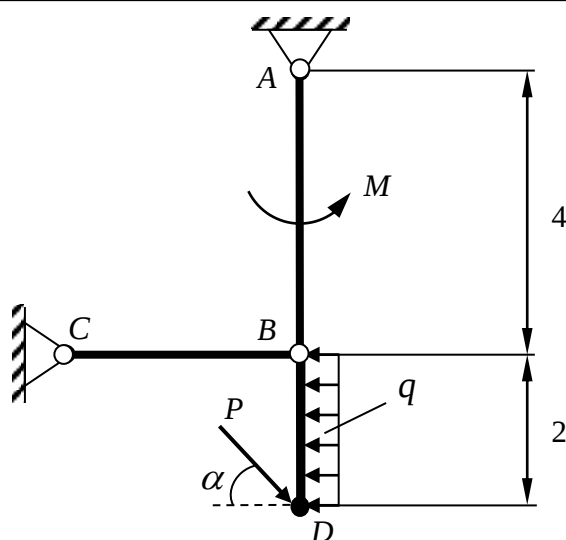


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 1, варіанти 1-3)

4



5



6

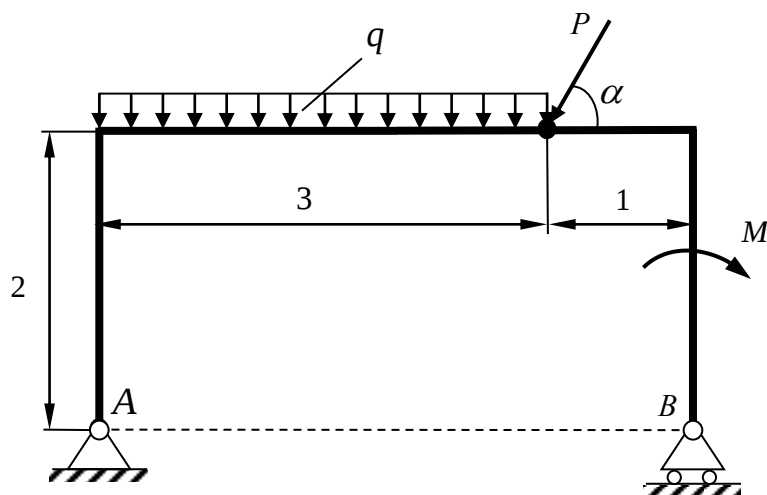
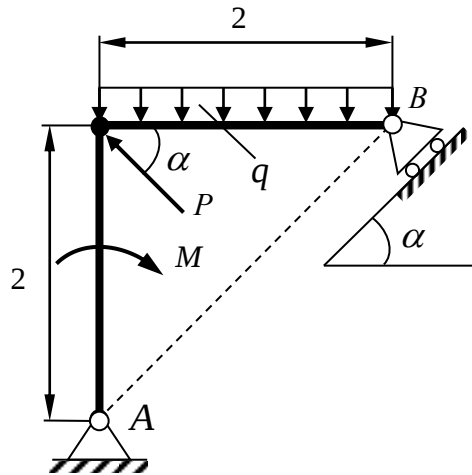
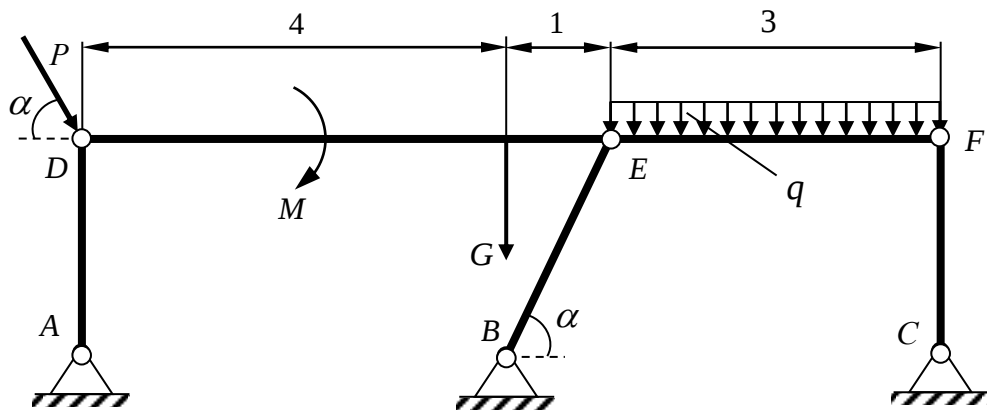


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 2, варіанти 4-6)

7



8



9

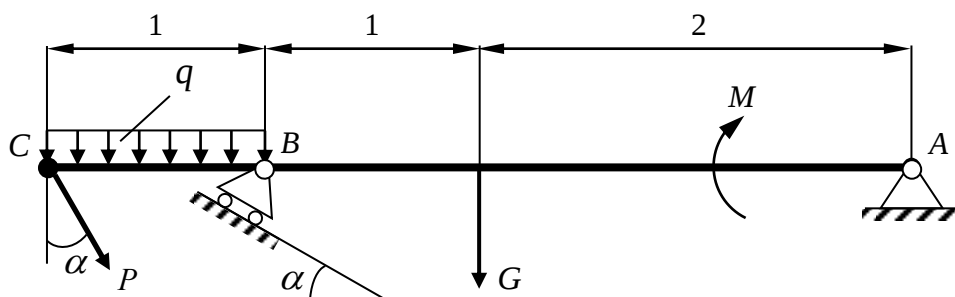
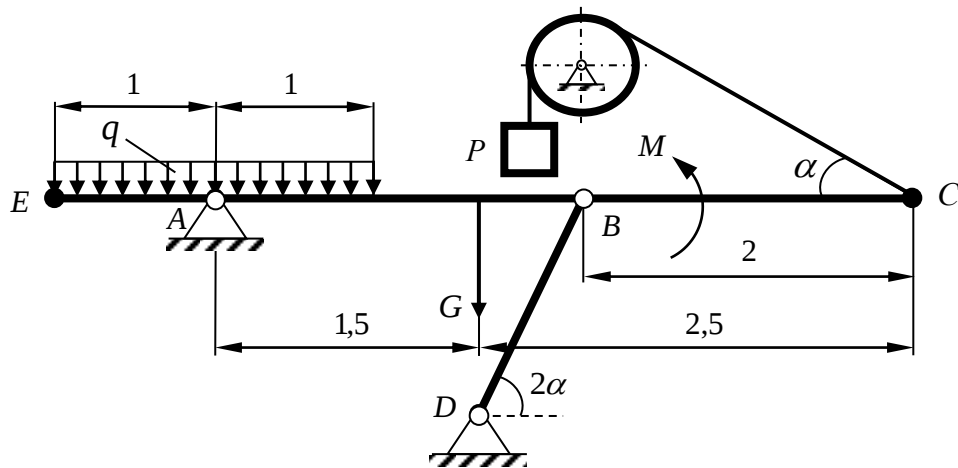
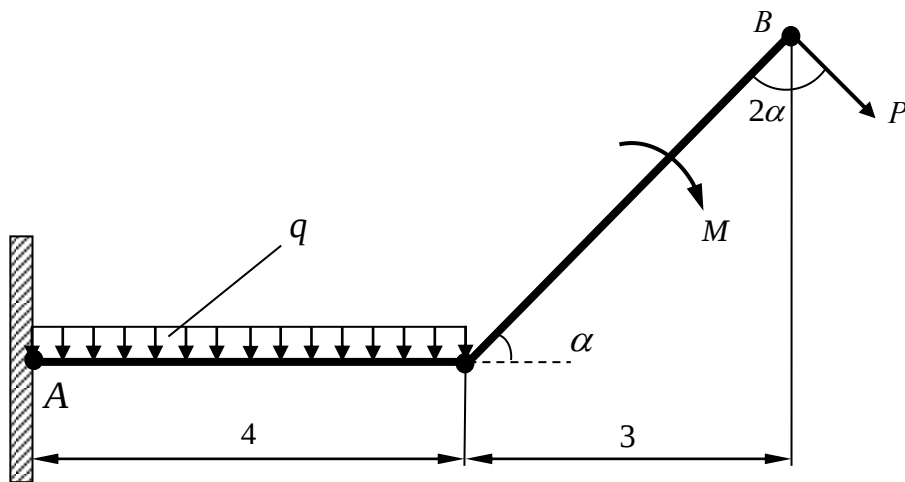


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 3, варіанти 7-9)

10



11



12

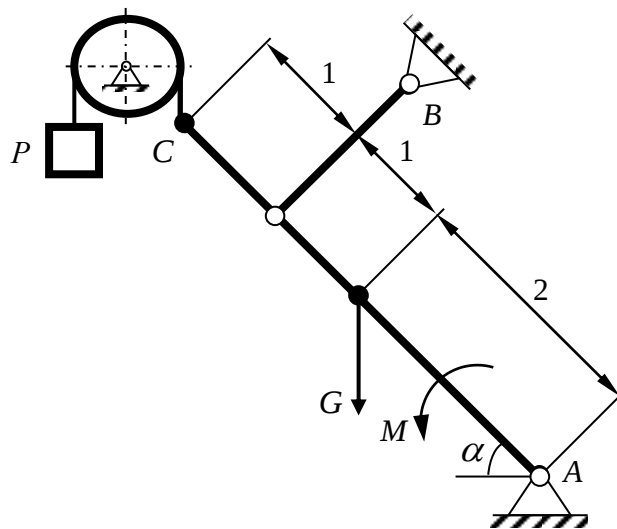
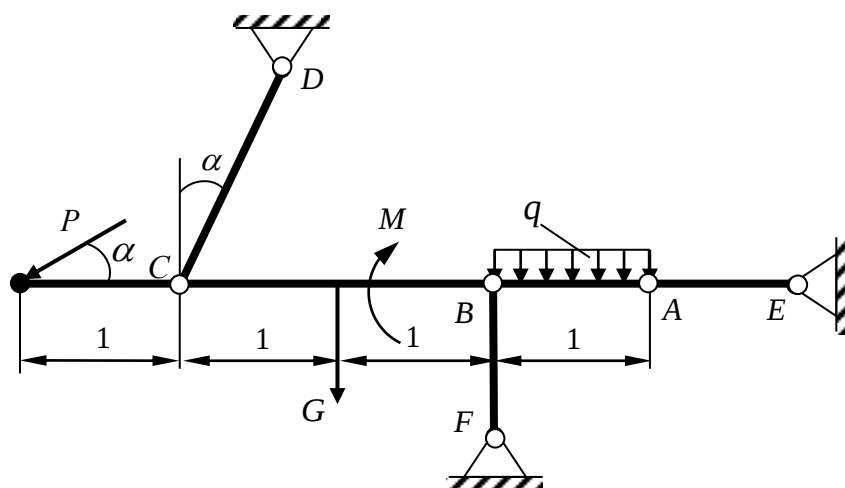
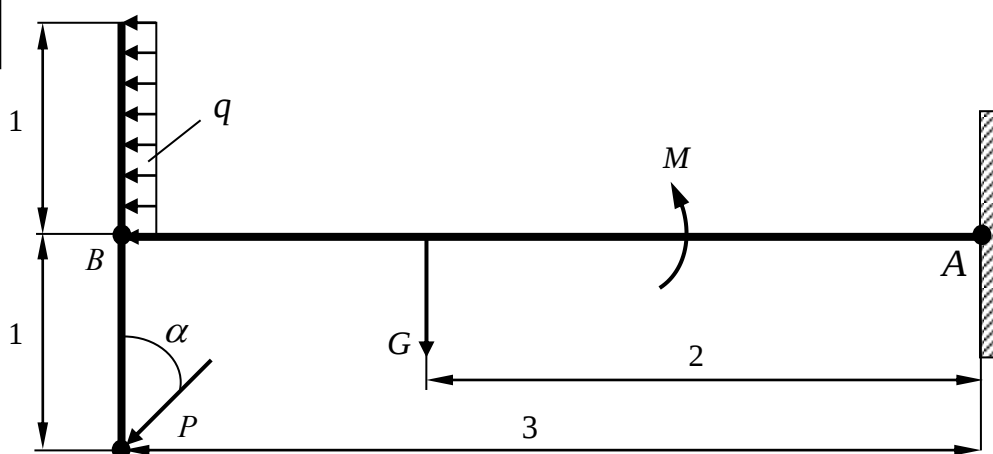


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 4, варіанти 10-12)

13



14



15

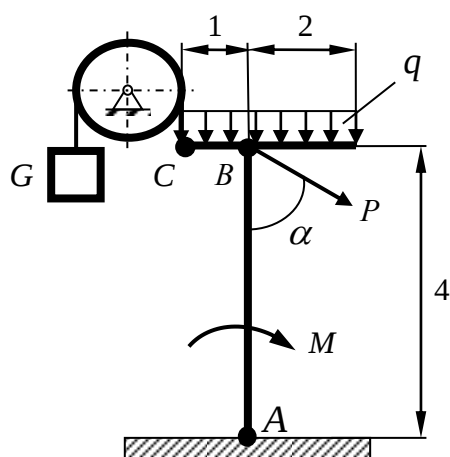
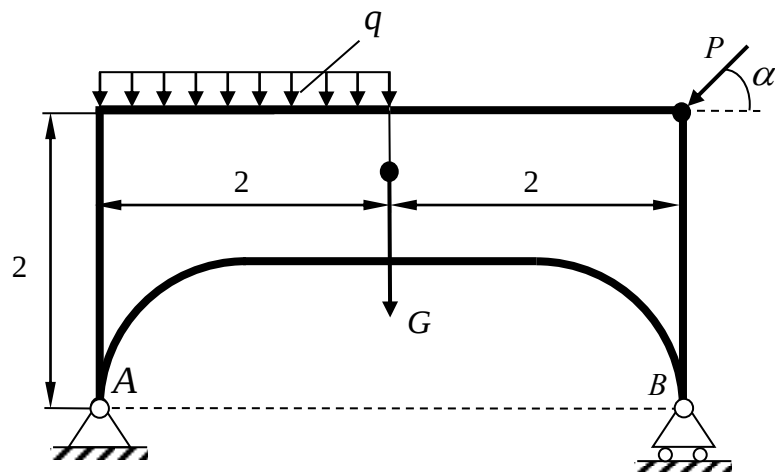
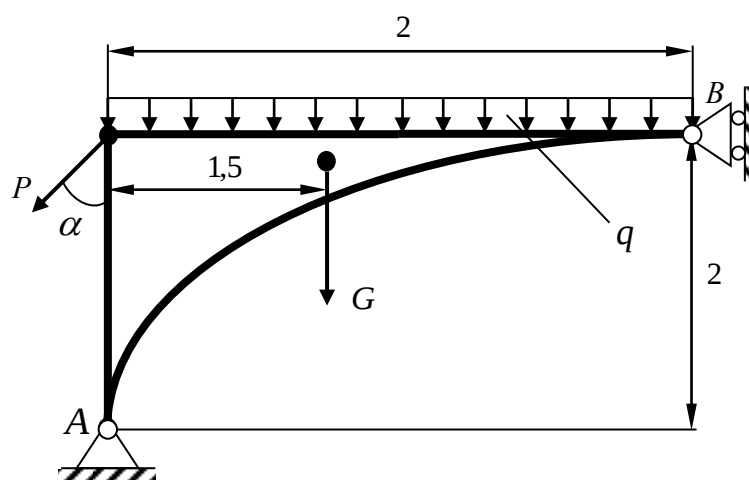


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 5, варіанти 13-15)

16



17



18

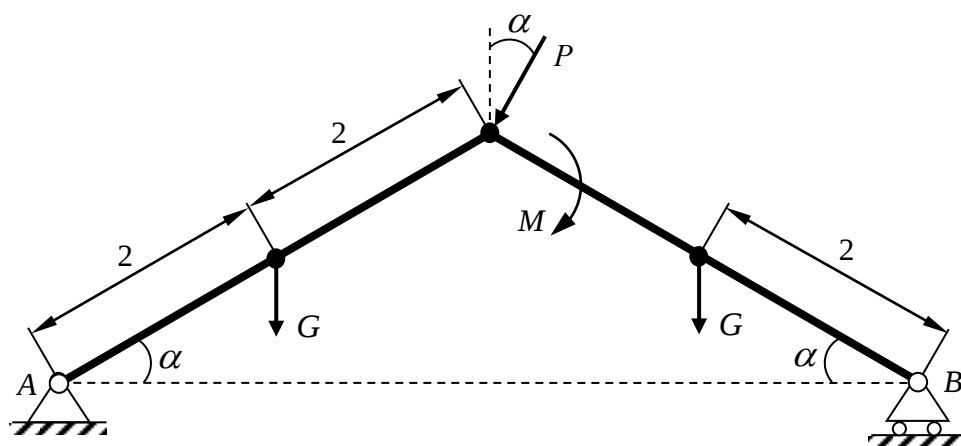
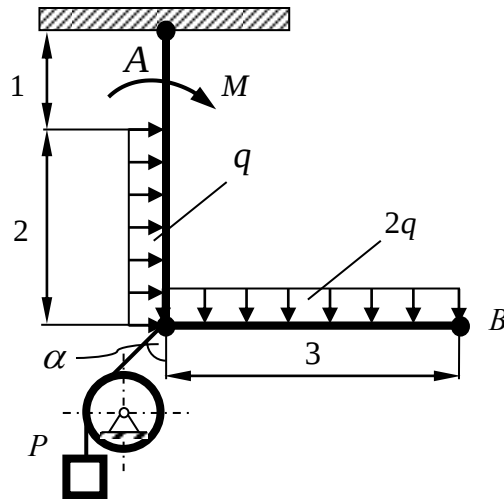
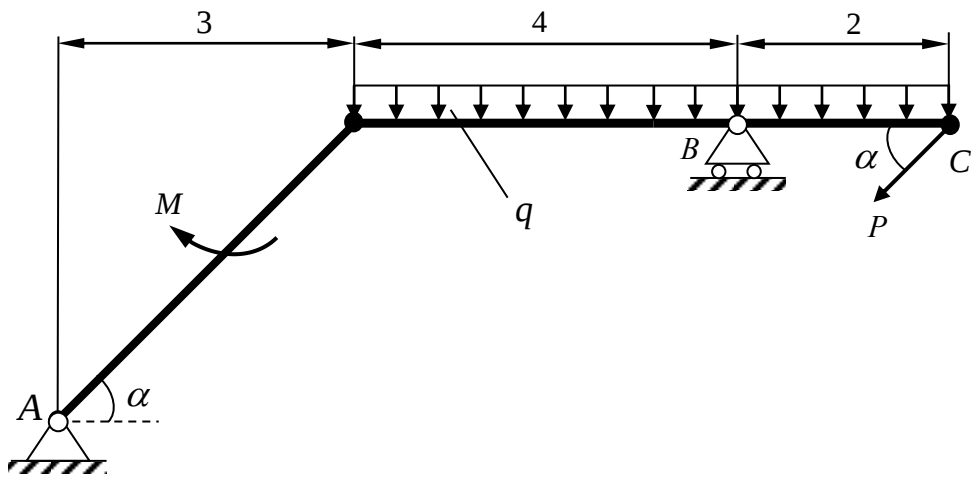


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 6, варіанти 16-18)

19



20



21

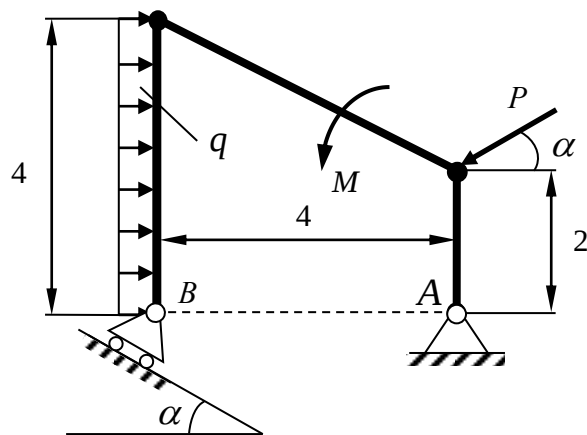
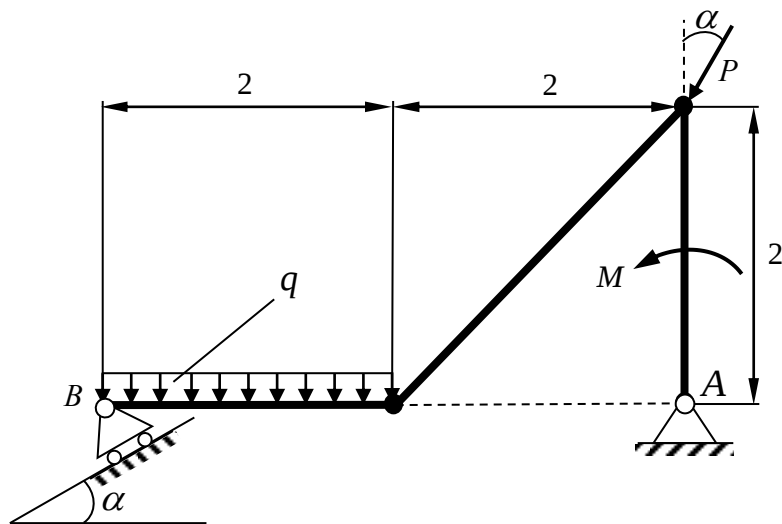
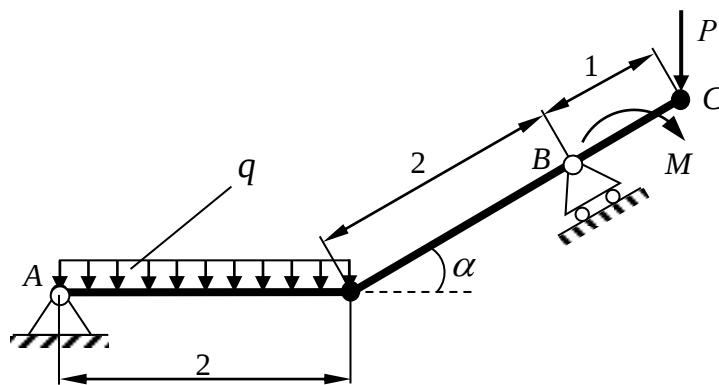


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 7, варіанти 17-21)

22



23



24

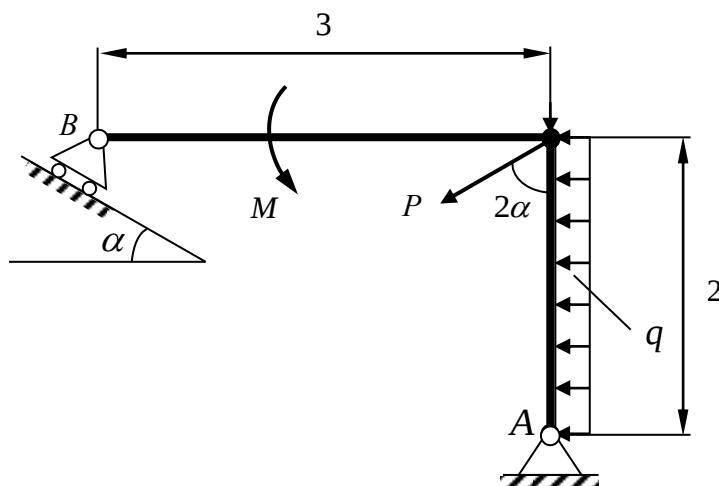
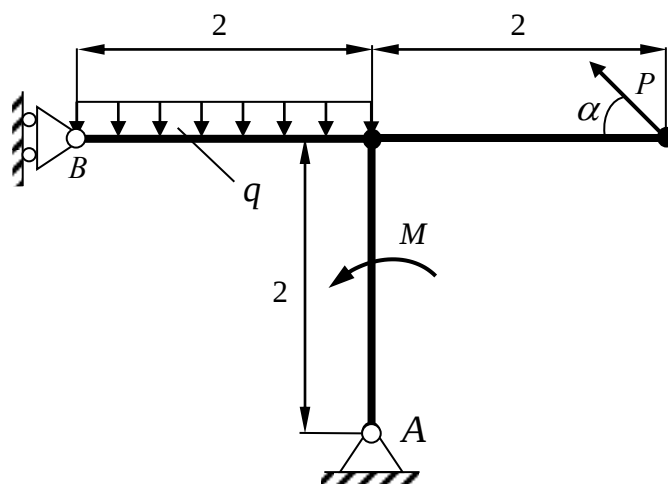
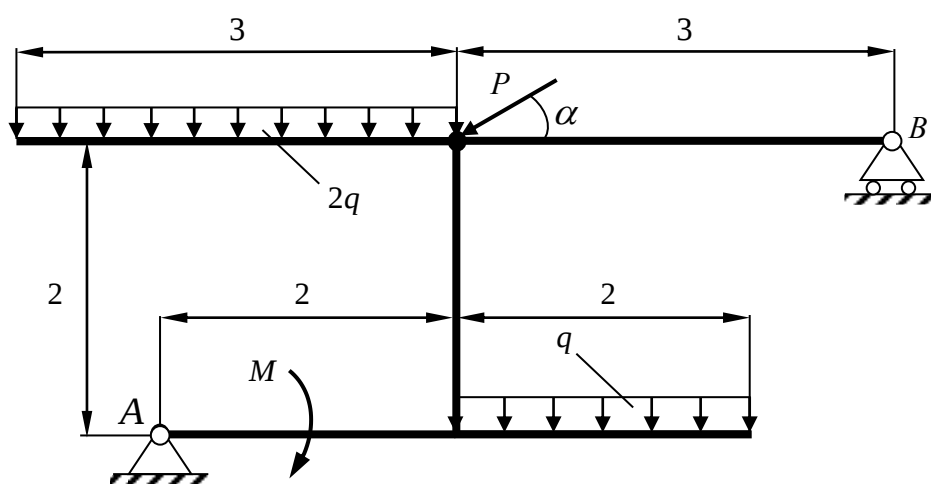


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 8, варіанти 22-24)

25



26



27

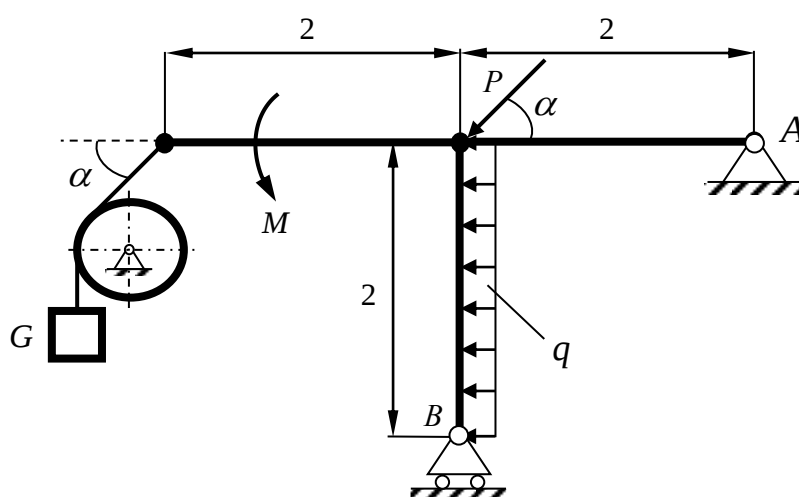
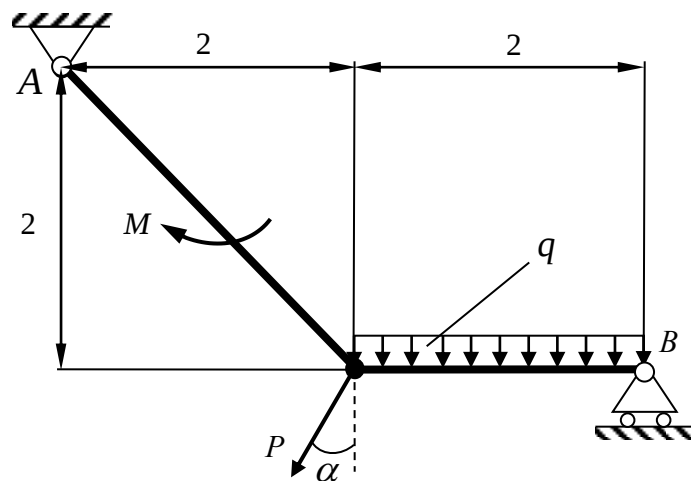
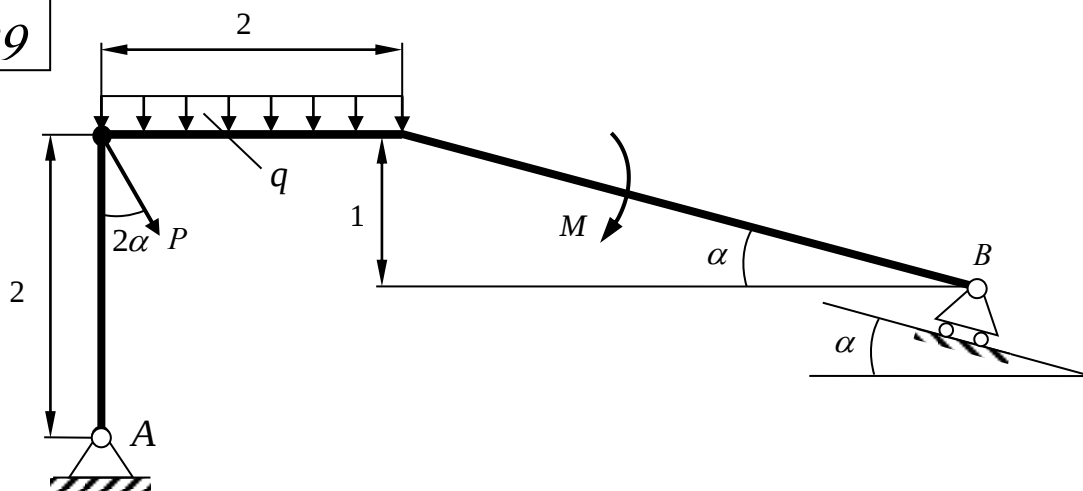


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 9, варіанти 25-27)

28



29



30

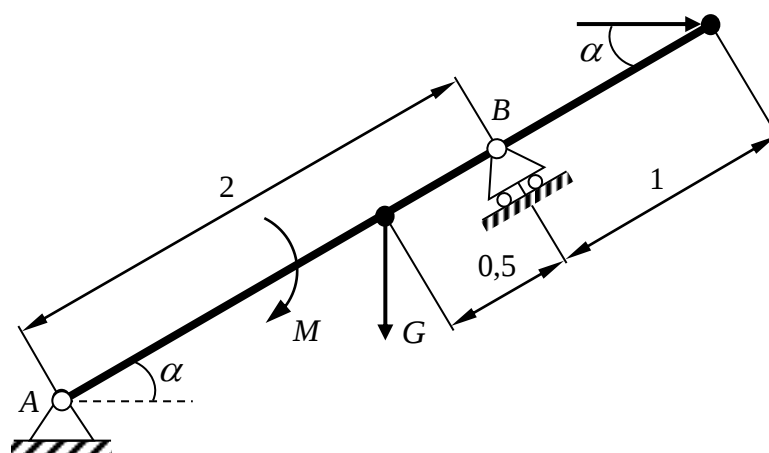


Рисунок 2.1 – Вихідні схеми С-1 (аркуш 10, варіанти 28-30)

2.2 Рекомендації та приклад виконання завдання С-1

Етап 1. Вихідні дані

Відповідно до заданого варіанта (таблиця 2.1) та відповідної вихідної схеми (рисунок 2.1) обираються початкові дані.

Дано: $G = 5 \text{ кН}$, $P = 8 \text{ кН}$, $M = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $q = 2 \text{ кН/м}$, $\alpha = 30^\circ$, $a = 3 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$, $c = 2 \text{ м}$.

Знайти реакції опор A і B : $R_A, R_B - ?$.

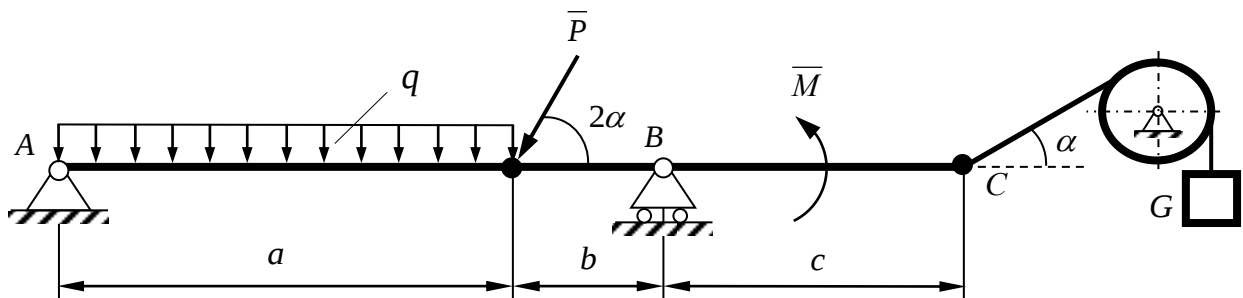


Рисунок 2.2 – Вихідна схема С-1 (приклад)

Етап 2. Розроблення та дослідження розрахункової схеми

Розглянемо зрівноважену систему сил, прикладених до балки AC . Відкинемо зв'язки: шарнірно-нерухому опору A , шарнірно-рухому опору B та ідеальну нитку [1]. Виконаємо ряд заміन, серед яких:

- дію зв'язків на балку замінимо їхніми реакціями R_A та R_B ;
- зусилля, що діють на балку під кутом R_A , P та G , замінимо відповідними проєкціями на координатні осі R_{Ax} , R_{Ay} , P_x , P_y , G_x та G_y [2];
- розподілене навантаження q замінимо зосередженою силою Q , що діє посередині ділянки розподілення AB [3].

Після виконаних замін отримаємо розрахункову схему (рисунок 2.3), яка дає змогу суттєво спростити подальші розрахункові дослідження.

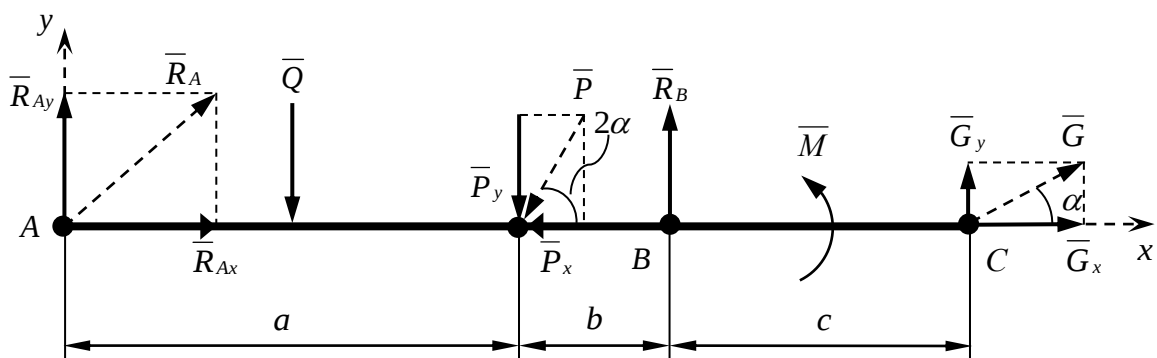


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема

Визначимо проєкції зусиль P та G на координатні осі та величину зосередженої сили Q :

$$P_x = P \cdot \cos 2\alpha = 8 \cdot \cos 60 = 4 \text{ кН}, \quad (2.1)$$

$$P_y = P \cdot \sin 2\alpha = 8 \cdot \sin 60 = 6,93 \text{ кН}, \quad (2.2)$$

$$G_x = G \cdot \cos \alpha = 5 \cdot \cos 30 = 4,33 \text{ кН}, \quad (2.3)$$

$$G_y = G \cdot \sin \alpha = 5 \cdot \sin 30 = 2,5 \text{ кН}, \quad (2.4)$$

$$Q = a \cdot q = 3 \cdot 2 = 6 \text{ кН}. \quad (2.5)$$

Етап 3. Складання та розрахунок рівнянь рівноваги

У загальному вигляді основна форма аналітичної умови рівноваги має вид системи рівнянь [4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{n=1}^k \vec{F}_{nx} = 0 \\ \sum_{n=1}^k \vec{F}_{ny} = 0, \\ \sum_{n=1}^k M_O(\vec{F}_n) = 0. \end{array} \right. \quad (2.6)$$

Складемо рівняння рівноваги довільної плоскої системи для розрахункової схеми, що розглядається. Сума проєкцій всіх сил на вісь x

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{nx} = +R_{Ax} - P_x + G_x = 0, \quad (2.7)$$

звідки

$$R_{Ax} = P_x - G_x = 4 - 6,93 = -2,93 \text{ кН}.$$

Від'ємне значення отриманого результату вказує на те, що дійсний напрямок проєкції R_{Ax} протилежний початково обраному. При отриманому від'ємному значенні попередні розрахунки та схему не обов'язково переробляти, але дійсний напрямок в подальших дослідженнях враховувати обов'язково.

Сума проєкцій всіх сил на вісь y

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{ny} = +R_{Ay} - Q - P_y + R_B + G_y = 0 \quad (2.8)$$

Отримане рівняння містить дві невідомі R_{Ay} та R_B , тому воно не може бути розв'язаним на цей момент.

Для складання рівняння суми моментів обираємо точку A . З урахуванням правила знаків напрямків та властивостей моментів, а також плеч (найближчих відстаней від лінії дії відповідних зусиль до обраної точки) рівняння рівноваги для схеми, що розглядається, має вигляд:

$$\sum_{n=1}^k M_A(\vec{F}_n) = -Q \cdot \frac{a}{2} - P_y \cdot a + R_B \cdot (a + b) + M + G_y \cdot (a + b + c) = 0, \quad (2.9)$$

звідки

$$R_B = \frac{(Q \cdot \frac{a}{2} + P_y \cdot a - M - G_y \cdot (a + b + c))}{a + b} = \frac{(6 \cdot \frac{3}{2} + 6,93 \cdot 3 - 10 - 2,5 \cdot (3 + 1 + 2))}{3 + 1} = 1,2 \text{ кН}.$$

Отримане значення R_B дає змогу повернутись до рівняння проєкцій всіх сил на вісь y (2.8) і визначити невідому R_{Ay}

$$R_{Ay} = Q + P_y - R_B - G_y = 6 + 6,93 - 1,2 - 2,5 = 9,23 \text{ кН}.$$

Тоді повна реакція в точці A

$$R_A = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = \sqrt{9,23^2 + (-2,93)^2} = 9,68 \text{ кН}.$$

Етап 4. Перевірка

З метою оцінювання коректності проведених розрахункових досліджень на останньому етапі проводиться перевірка отриманих результатів. Це можливо зробити за рахунок складання рівняння рівноваги (суми моментів) відносно бідь-якої точки, окрім обраної на третьому етапі. Наприклад, для перевірки отриманих результатів складемо рівняння рівноваги відносно точки C

$$\sum_{n=1}^k M_C(\vec{F}_n) = -R_{Ay} \cdot (a + b + c) + Q \cdot (\frac{a}{2} + b + c) + P_y \cdot (b + c) - R_B \cdot c + M = 0, \quad (2.10)$$

$$-9,23 \cdot (3 + 1 + 2) + 6 \cdot (\frac{3}{2} + 1 + 2) + 6,93 \cdot (1 + 2) - 1,2 \cdot 2 + 10 = 0,01.$$

Перевірка показала прийнятну похибку, тому можна зробити висновок, що розрахунки виконано правильно.

Відповідь: $R_A = 9,68 \text{ кН}$, $R_B = 1,2 \text{ кН}$.

3 Завдання С-2. ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ОПОР СКЛАДЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ (СИСТЕМА ДВОХ ТІЛ)

3.1 Вихідні дані

Визначити реакції опор і тиск у проміжному шарнірі складеної конструкції. Схеми конструкцій наведено на рисунку 3.1 (розміри – в метрах), навантаження вказані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Початкові дані завдання С-2

Варіант	P_1 , кН	P_2 , кН	M , кНм	q , кН/м
1	6	-	25	0,8
2	5	8	26	-
3	8	10	33	1,1
4	10	-	25	1,3
5	12	-	27	1,0
6	14	12	-	0,9
7	16	8	18	1,4
8	12	6	20	1,0
9	14	-	28	1,4
10	8	-	26	0,9
11	15	10	29	1,0
12	15	8	28	1,5
13	7	6	15	1,1
14	5	-	30	0,9
15	6	10	24	1,5
16	8	11	31	0,8
17	9	15	26	1,1
18	7	16	27	0,8
19	6	18	35	1,4
20	7	16	32	0,8
21	8	17	30	1,2
22	5	6	34	1,5
23	14	10	36	1,2
24	10	13	28	1,3
25	11	10	33	1,0
26	15	15	18	1,4
27	11	14	36	1,5
28	12	12	30	1,1
29	10	9	35	1,3
30	9	10	29	1,5

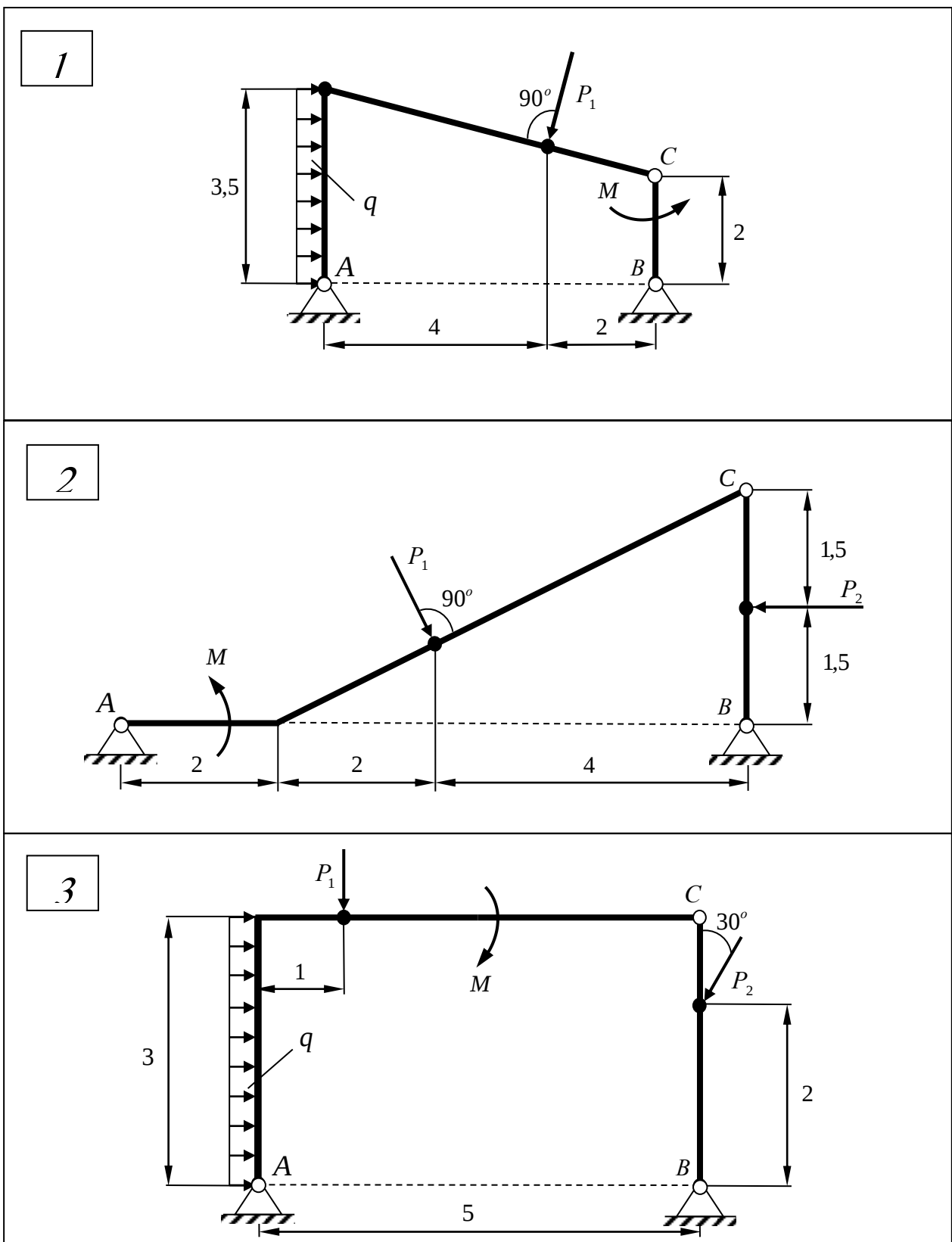
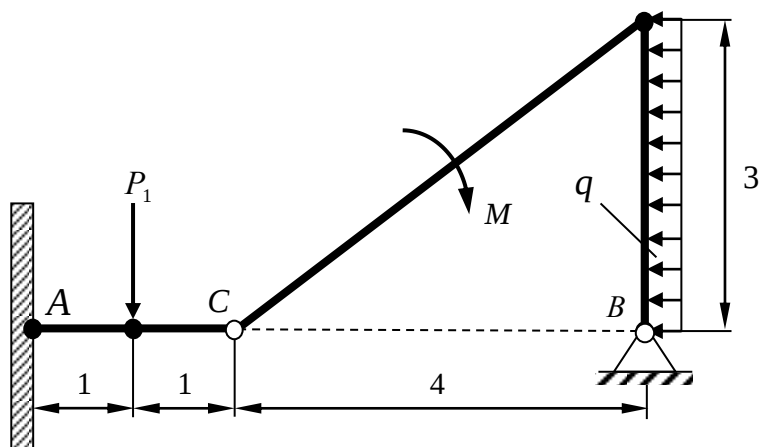
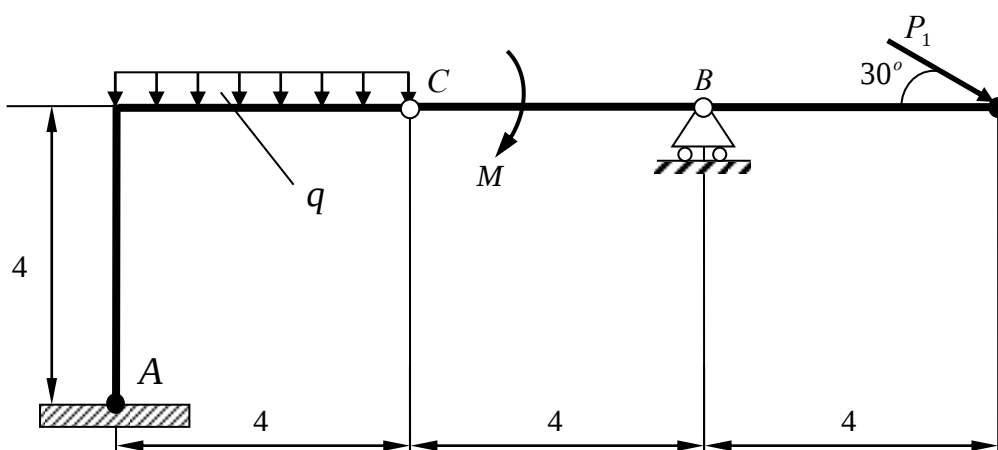


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 1, варіанти 1-3)

4



5



6

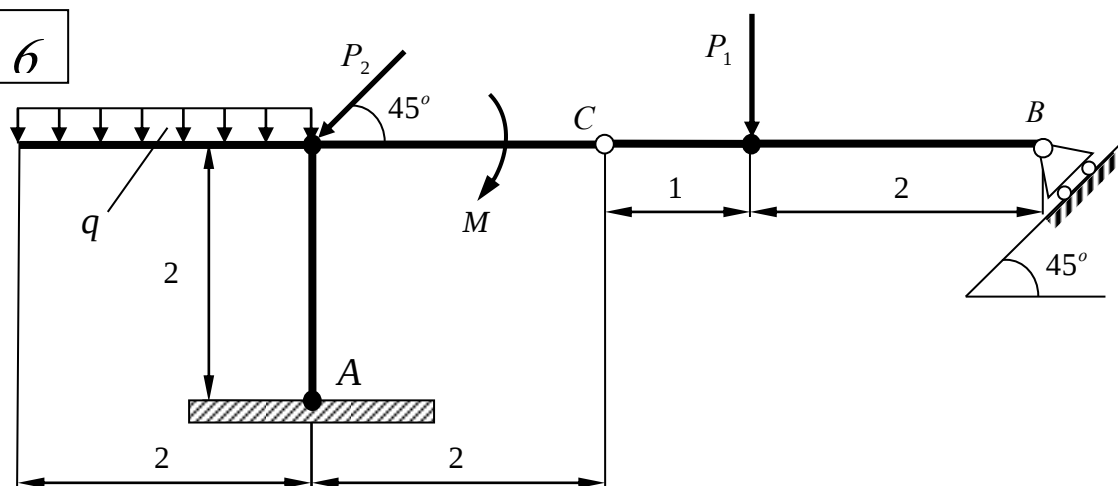
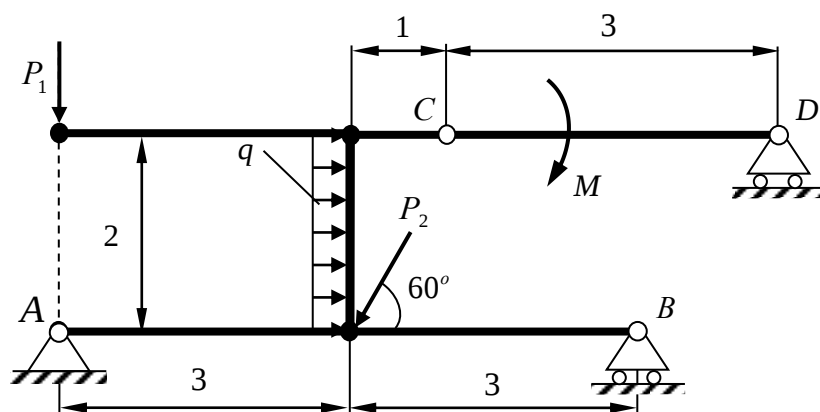
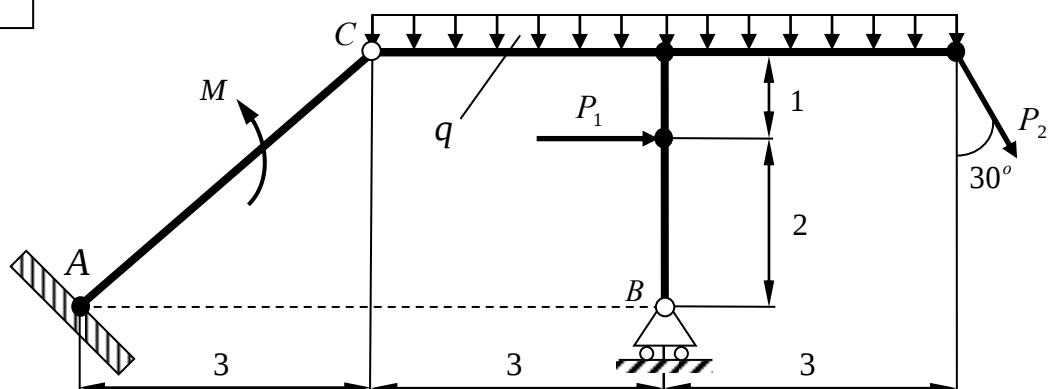


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 2, варіанти 4-6)

7



8



9

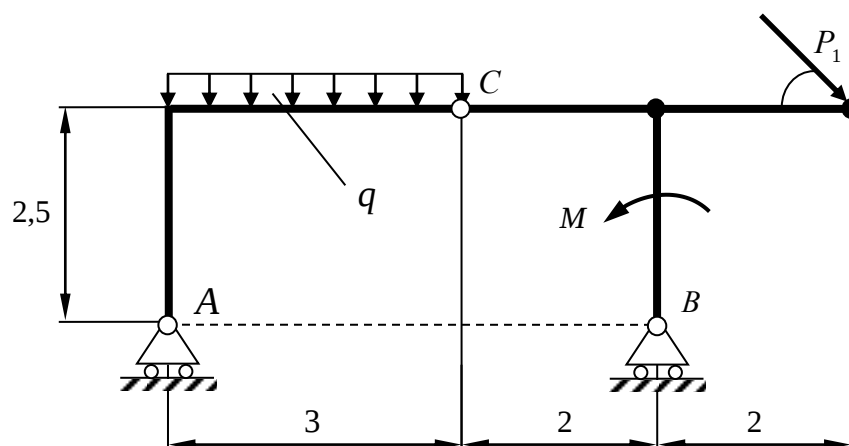
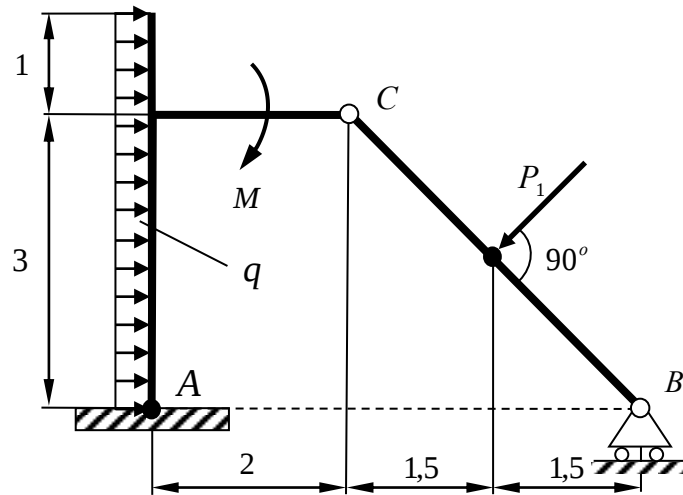
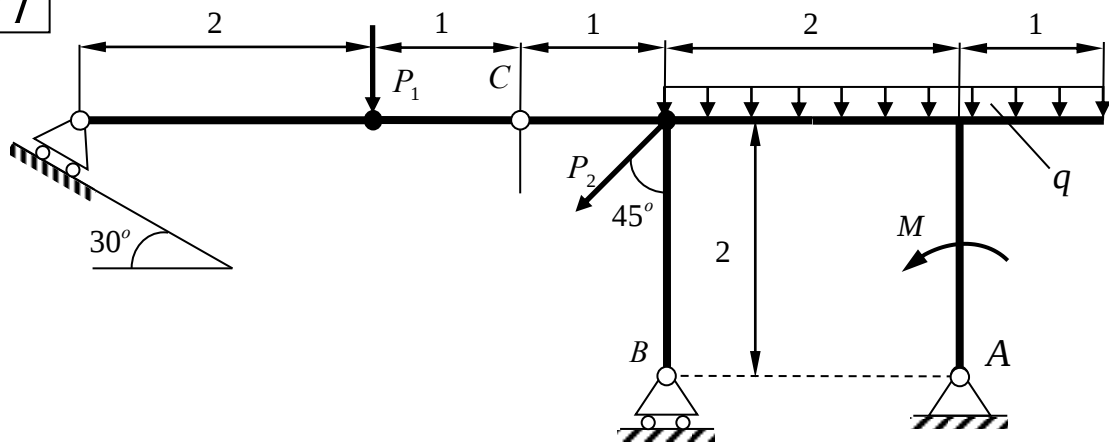


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 3, варіанти 7-9)

10



11



12

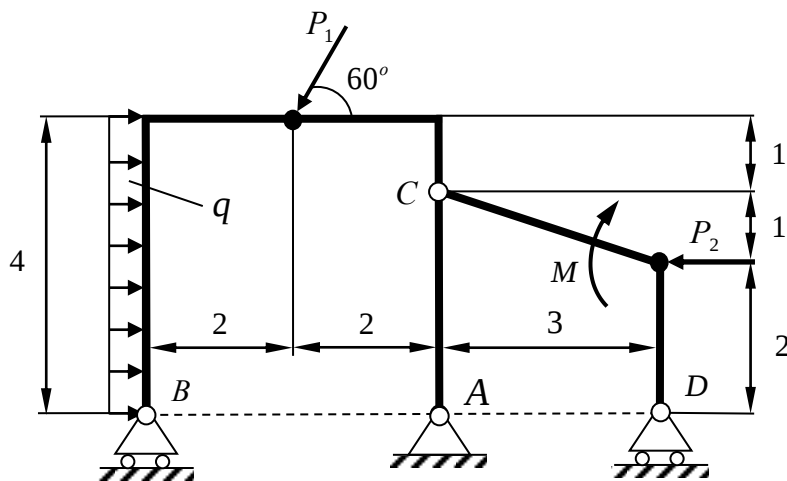
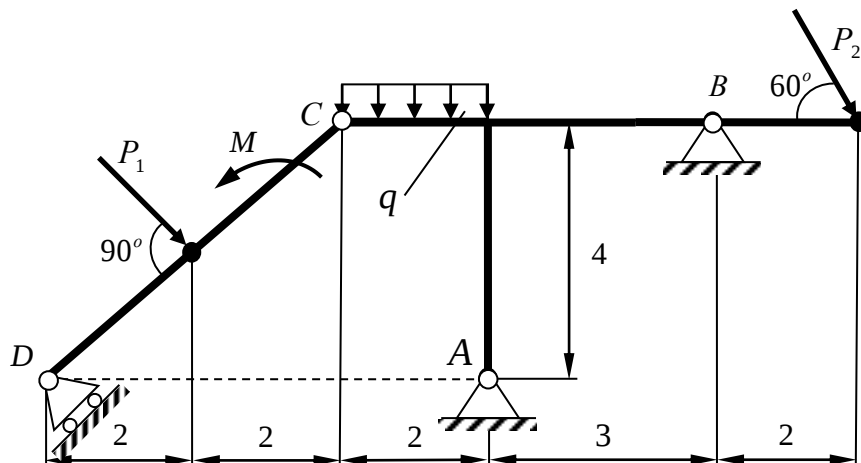
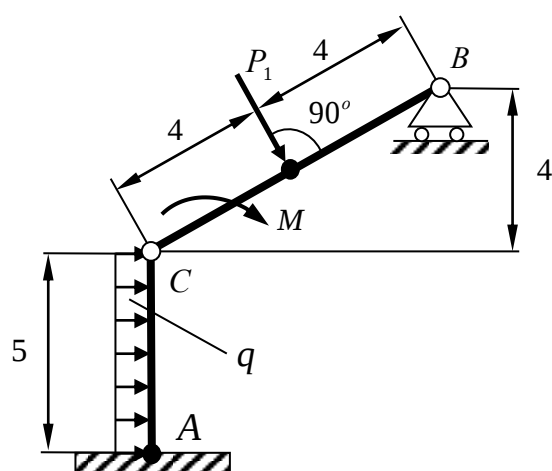


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 4, варіанти 10-12)

13



14



15

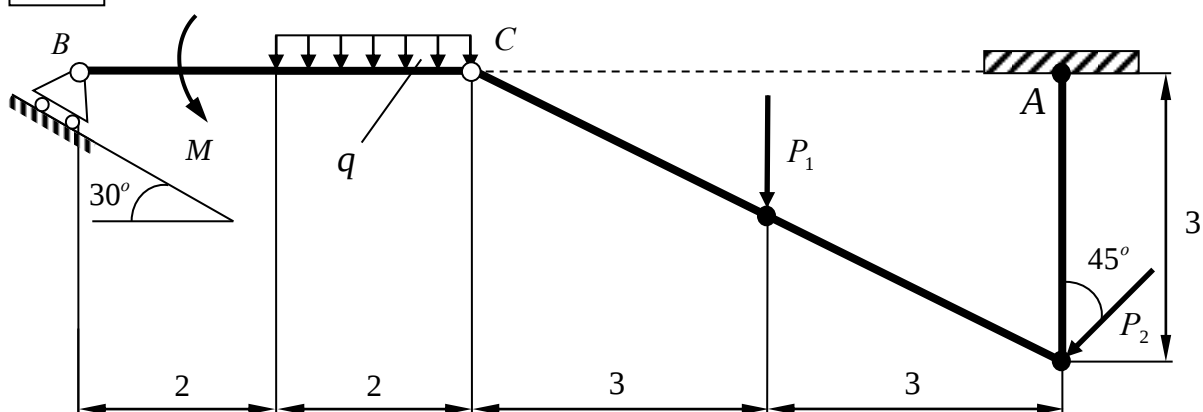
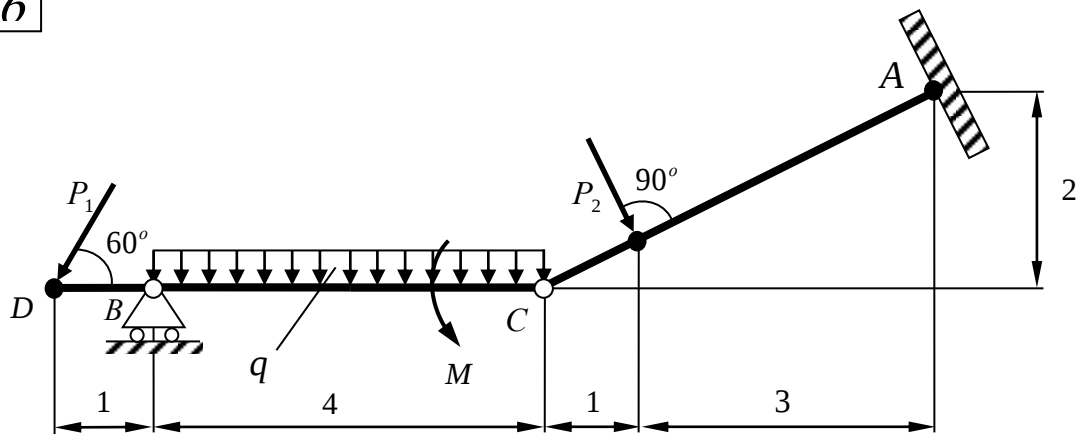
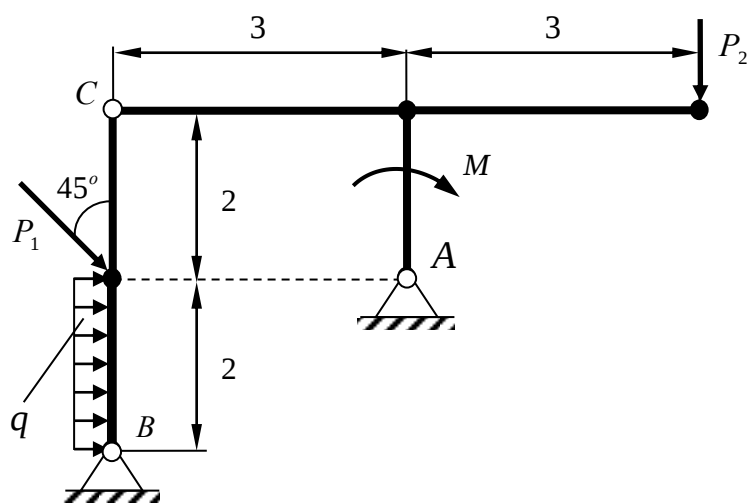


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 5, варіанти 13-15)

16



17



18

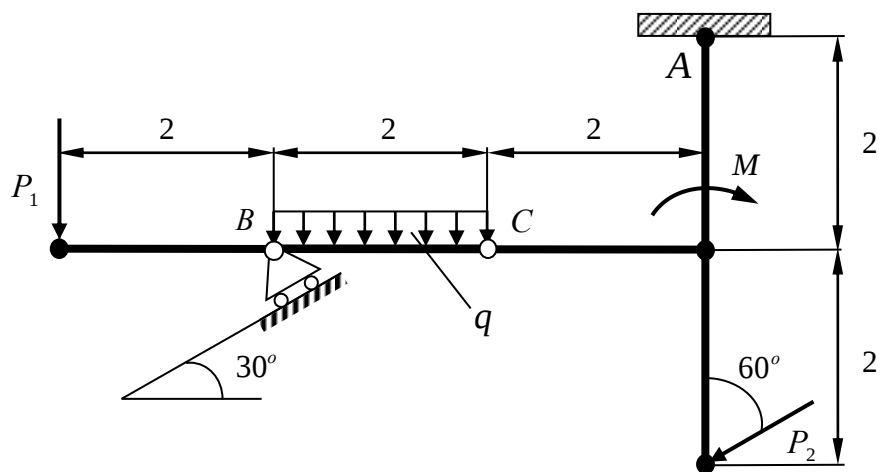
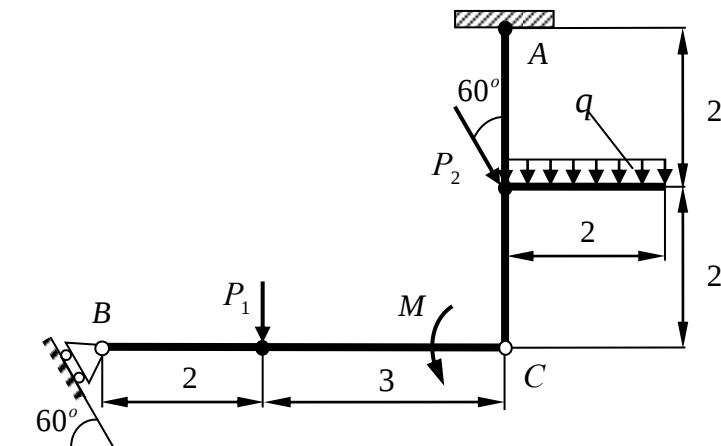
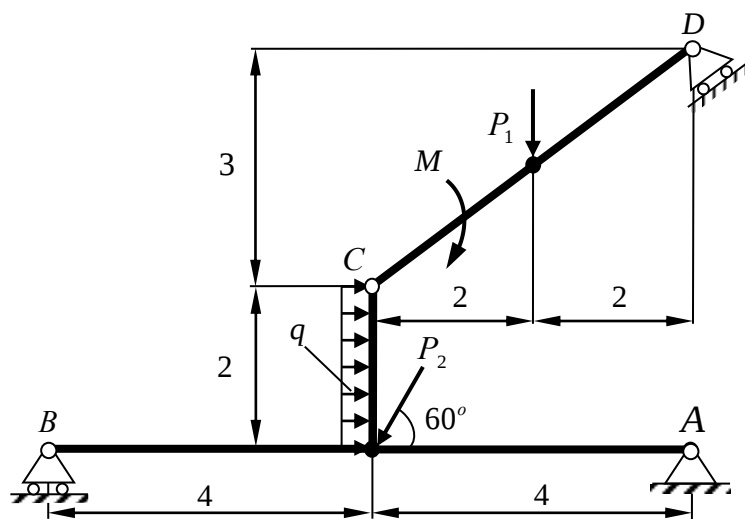


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 6, варіанти 16-18)

19



20



21

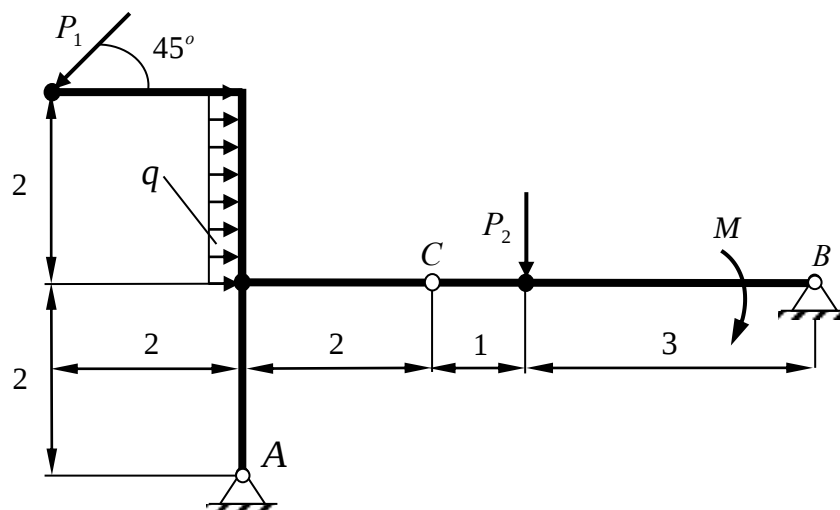
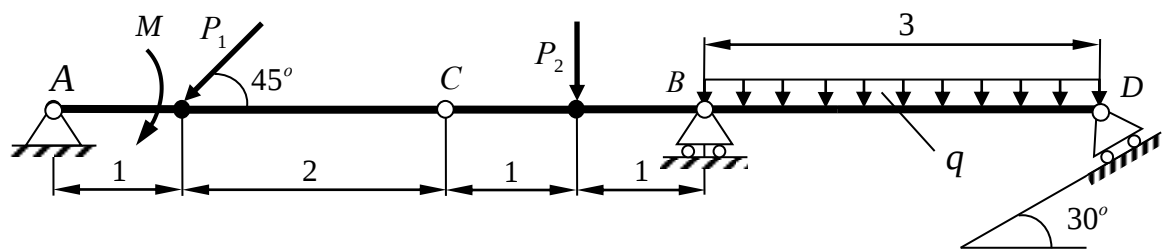
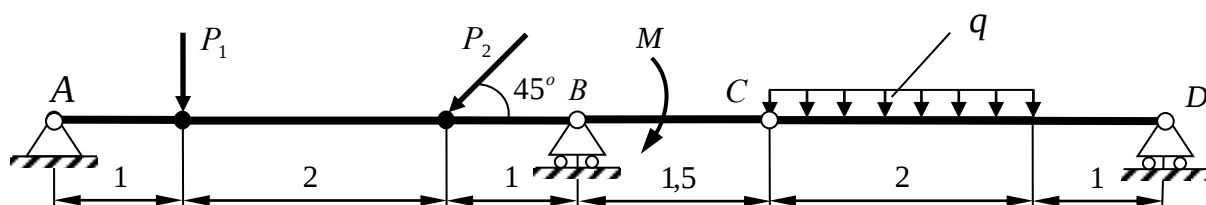


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 7, варіанти 19-21)

22



23



24

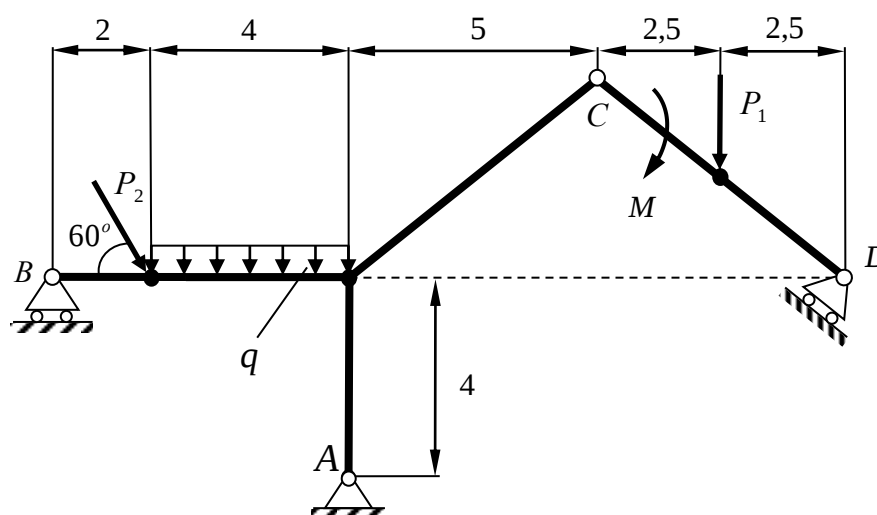
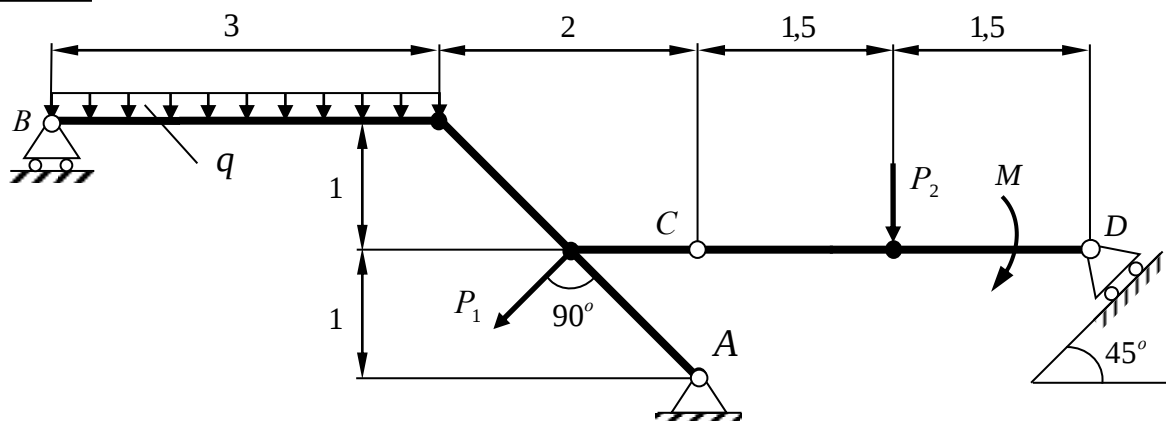
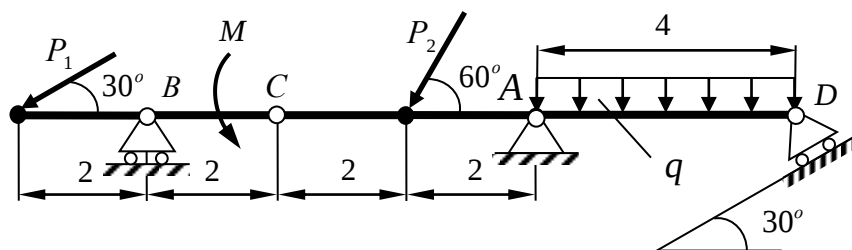


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 8, варіанти 22-24)

25



26



27

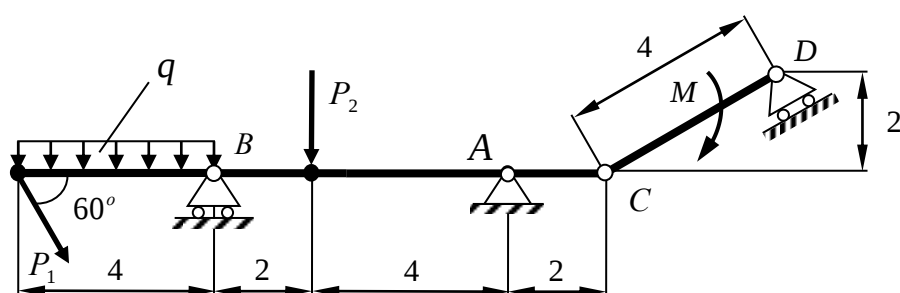
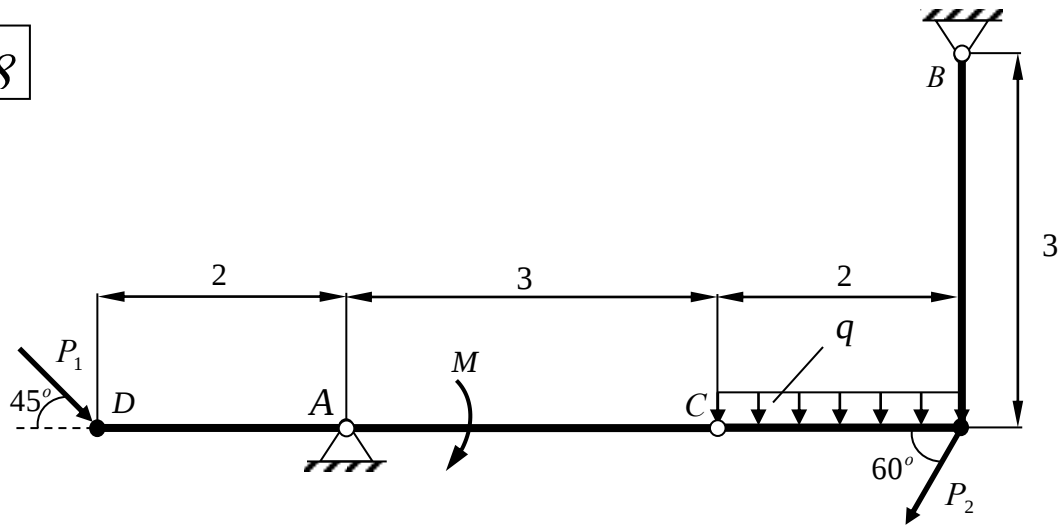
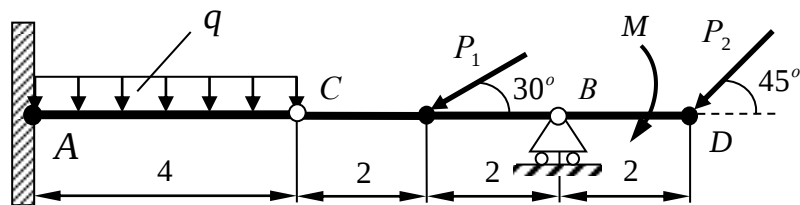


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 9, варіанти 25-27)

28



29



30

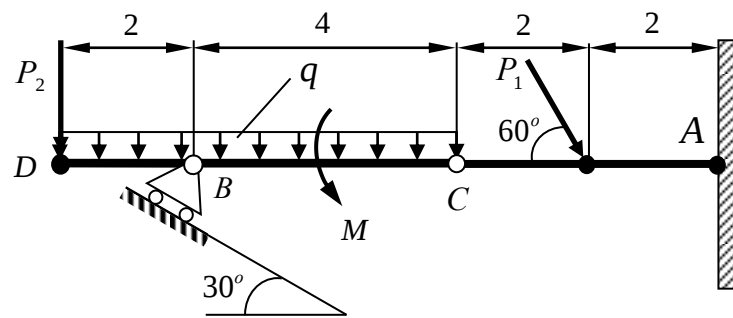


Рисунок 3.1 – Вихідні схеми С-2 (аркуш 10, варіанти 28-30)

3.2 Рекомендації та приклад виконання завдання С-2

Етап 1. Вихідні дані

Відповідно до заданого варіанта (таблиця 3.1) та відповідної вихідної схеми (рисунок 3.1) обираються початкові дані.

Дано: $P_1 = 8 \text{ кН}$, $P_2 = 12 \text{ кН}$, $M = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $q = 1,4 \text{ кН/м}$, $\alpha = 60^\circ$,
 $a = 4 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$, $c = 2 \text{ м}$.

Знайти реакції опор A і B та зусилля в шарнірі C : $R_A, R_B, R_C - ?$.

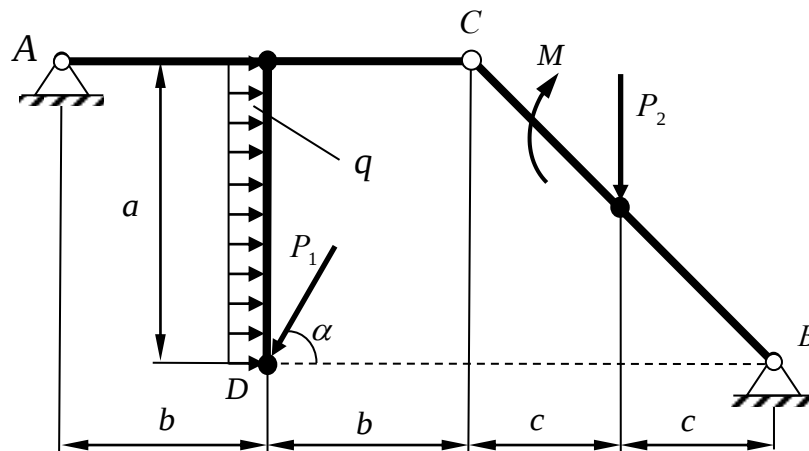


Рисунок 3.2 – Вихідна схема С-2 (приклад)

Етап 2. Розроблення та дослідження розрахункових схем

Розглянемо зрівноважену систему сил, прикладених до заданої конструкції. Відкинемо зв'язки: шарнірно-нерухомі опори A і B [1].

Виконаємо ряд замін, серед яких:

- дію зв'язків на конструкцію замінимо їхніми реакціями R_A та R_B ;
- зусилля, що діють на балку під кутом R_A , R_B та P_1 , замінимо відповідними проєкціями на координатні осі R_{Ax} , R_{Ay} , R_{Bx} , R_{By} , P_{1x} та P_{1y} [2];
- розподілене навантаження q замінимо зосередженою силою Q , що діє посередині ділянки розподілення AD [3].

Визначимо проєкції зусиль P і G на координатні осі та величину зосередженої сили Q :

$$P_{1x} = P_1 \cdot \cos \alpha = 8 \cdot \cos 60 = 4 \text{ кН}, \quad (3.1)$$

$$P_{1y} = P_1 \cdot \sin \alpha = 8 \cdot \sin 60 = 6,93 \text{ кН}, \quad (3.2)$$

$$Q = a \cdot q = 4 \cdot 1,4 = 5,6 \text{ кН}. \quad (3.3)$$

Після виконаних заміन отримаємо розрахункову схему (рисунок 3.3).

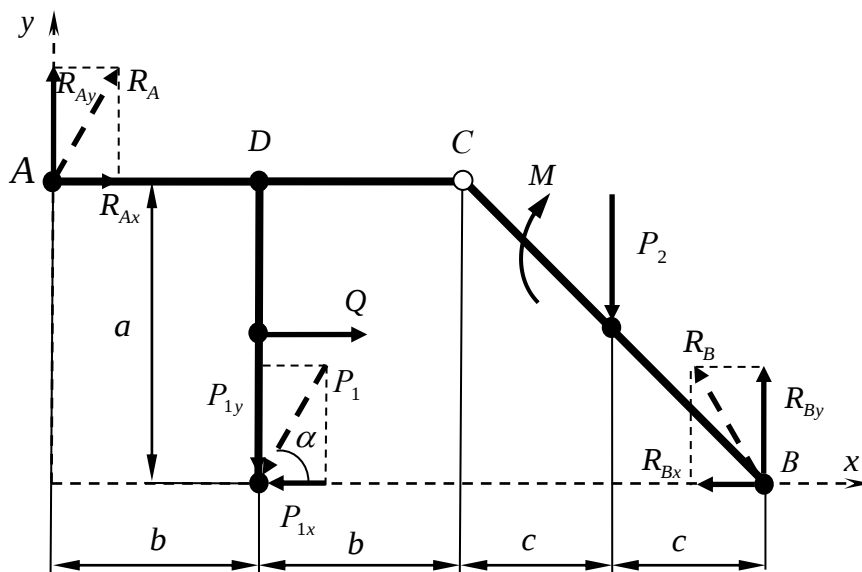
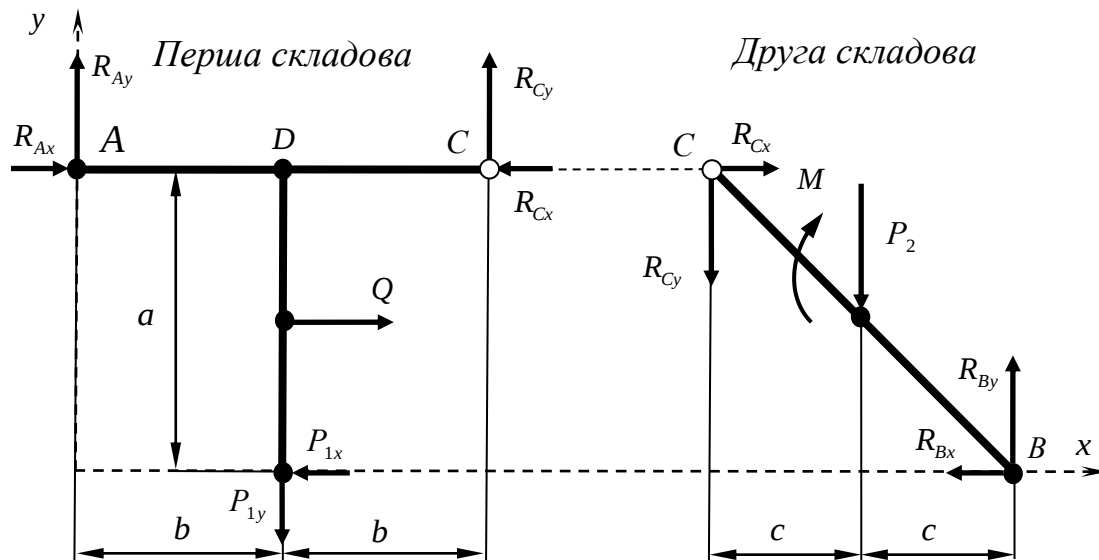


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема

Видно, що для отриманої схеми число невідомих реакцій зв'язків (R_{Ax} , R_{Ay} , R_{Bx} та R_{By}) більше ніж кількість рівнянь рівноваги ($\sum_{n=1}^k \vec{F}_{nx} = 0$, $\sum_{n=1}^k \vec{F}_{ny} = 0$, $\sum_{n=1}^k M_O(\vec{F}_n) = 0$), тому конструкція є статично невизначеною. Це обумовлює необхідність скористатись методом перерізу. Відповідно до нього робимо умовний переріз за шарніром C і розглядаємо конструкцію як дві окремих складових. При цьому дію відкинутої складової замінюємо

відповідною реакцією R_C на кожну частину конструкції (рисуюнок 3.4). Слід зауважити, що дійсний напрямок R_C на цьому етапі невідомий, тому для зручності замінюємо її на проєкції R_{Cx} та R_{Cy} , які для кожної частини однакові за модулем, але протилежні за напрямком.



Рисуюнок 3.4 – Розрахункові схеми окремих складових конструкції

Етап 3. Складання та розрахунок рівнянь рівноваги

Складемо рівняння рівноваги довільної плоскої системи для розрахункової схеми першої складової конструкції [4]. Сума проєкцій всіх сил на вісь x

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{nX} = +R_{Ax} - P_{1x} - R_{Cx} + Q = 0. \quad (3.4)$$

Сума проєкцій всіх сил на вісь y

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{ny} = +R_{Ay} - P_{1y} + R_{Cy} = 0 \quad (3.5)$$

Для складання рівняння суми моментів, що діють на першу складову, обираємо точку A .

$$\sum_{n=1}^k M_A(\vec{F}_n) = +Q \cdot \frac{a}{2} - P_{1y} \cdot b - P_{1x} \cdot a + R_{Cy} \cdot 2 \cdot b = 0, \quad (3.6)$$

звідки

$$R_{Cy} = \frac{-Q \cdot \frac{a}{2} + P_{1y} \cdot b + P_{1x} \cdot a}{2 \cdot b} = \frac{-5,6 \cdot \frac{4}{2} + 6,93 \cdot 3 + 4 \cdot 4}{2 \cdot 3} = 4,27 \text{ кН}.$$

За відомого R_{Cy} визначимо R_{Ay} за рахунок розв'язання рівняння суми проєкцій всіх сил на вісь y (3.5)

$$R_{Ay} = +P_{1y} - R_{Cy} = 6,93 - 4,27 = 2,66 \text{ кН}.$$

Складемо рівняння рівноваги довільної плоскої системи для розрахункової схеми другої складової конструкції. Сума проєкцій всіх сил на вісь x

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{nx} = -R_{Bx} + R_{Cx} = 0. \quad (3.7)$$

Сума проєкцій всіх сил на вісь y

$$\sum_{n=1}^k \vec{F}_{ny} = +R_{By} - P_2 - R_{Cy} = 0, \quad (3.8)$$

звідки

$$R_{By} = P_2 + R_{Cy} = 12 + 4,27 = 16,27 \text{ кН}.$$

Для складання рівняння суми моментів, що діють на другу складову, обираємо точку **B**.

$$\sum_{n=1}^k M_B(\vec{F}_n) = +P_2 \cdot c + R_{Cy} \cdot 2 \cdot c - R_{Cx} \cdot a - M = 0, \quad (3.9)$$

звідки

$$R_{Cx} = \frac{P_2 \cdot c + R_{Cy} \cdot 2 \cdot c - M}{a} = \frac{12 \cdot 2 + 4,27 \cdot 2 \cdot 2 - 20}{4} = 5,27 \text{ кН.}$$

Тоді з рівняння (3.7)

$$R_{Bx} = R_{Cx} = 5,27 \text{ кН.}$$

З рівняння (3.4)

$$R_{Ax} = P_{1x} + R_{Cx} - Q = 4 + 5,27 - 5,6 = 3,67 \text{ кН.}$$

Повні реакції в точках **A**, **B**, а також в шарнірі **C**:

$$R_A = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = \sqrt{2,66^2 + 3,67^2} = 4,53 \text{ кН.} \quad (3.10)$$

$$R_B = \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bx}^2} = \sqrt{16,27^2 + 5,27^2} = 17,1 \text{ кН.} \quad (3.11)$$

$$R_C = \sqrt{R_{Cy}^2 + R_{Cx}^2} = \sqrt{4,27^2 + 5,27^2} = 6,78 \text{ кН.} \quad (3.12)$$

Етап 4. Перевірка

З метою оцінювання коректності проведених розрахункових досліджень на останньому етапі проводиться перевірка отриманих результатів. Це можливо зробити за рахунок складання рівняння рівноваги (суми моментів) відносно бідь якої точки, окрім обраної на третьому етапі. Наприклад, для перевірки отриманих результатів складемо рівняння рівноваги відносно точки **C**:

$$\sum_{n=1}^k M_C(\vec{F}_n) = -R_{Ay} \cdot 2 \cdot b + Q \cdot \frac{a}{2} + P_{1y} \cdot b - P_{1x} \cdot a - P_2 \cdot c - R_{Bx} \cdot a + R_{By} \cdot 2 \cdot c - M = 0,$$

$$-2,66 \cdot 2 \cdot 3 + 5,6 \cdot \frac{4}{2} + 6,93 \cdot 3 - 4 \cdot 4 - 12 \cdot 2 - 5,27 \cdot 4 + 16,27 \cdot 2 \cdot 2 - 20 = 0,03 \approx 0.$$

Перевірка показала прийнятну похибку, тому можна зробити висновок, що розрахунки виконано правильно.

Відповідь: $R_A = 4,53 \text{ кН}$, $R_B = 17,1 \text{ кН}$, $R_C = 6,78 \text{ кН}$.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Технічна механіка (складові загальноінженерної компетентності): навч. посіб. / В. І. Мороз, О. В. Братченко, В. І. Громов, О. А. Логвіненко. Харків: УкрДУЗТ, 2023. 136 с.
- 2 Шпачук В. П., Гарбуз А. О. Теоретична механіка: навч.-метод. посіб. і завдання для контрольних і самостійних робіт. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 134 с.
- 3 Теоретична механіка: навч. посіб. / П. К. Штанько, В. Г. Шевченко, О. С. Омельченко, Л. Ф. Дзюба, В. Р. Пасіка, О. М. Поляков. Запоріжжя: СТАТУС, 2021. 464 с.
- 4 Аксьонова Н. А., Оробінський О. В. Теоретична механіка: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2015. 152 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічних робіт

з дисципліни
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»
розділ *«СТАТИКА»*

Відповідальний за випуск Тіщенко В. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 25.04.2025 р.
Умовн. друк. арк. 2,25. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.