

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
12 вересня 2024 р., протокол № 05

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Будівельна механіка»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні кафедри  
гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.  
27 серпня 2024 р., протокол № 08

#### **Розробники:**

асистент кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. ПІСКУН Ігор  
к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. БАЙДА Денис  
к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. ПРИПОТЕНЬ Юлія

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 36 / 2</i>

УДК 624.01

Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Будівельна механіка» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво».

Укладачі – асистент ПСКУН Ігор, к.т.н., к.т.н., доц. БАЙДА Денис, к.т.н., доц. ПРИПОТЕНЬ Юлія – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 36 с.

Рецензенти:

д.геол.н., проф. кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор  
к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії КОТЕНКО Володимир

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні вказівки для самостійного вивчення навчальної дисципліни «Будівельна механіка».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 36 / 3</i>

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	7
2. СКЛАД МОДУЛІВ З ПРЕДМЕТУ «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА», РОЗПОДІЛ ЧАСУ НА ЇХ ЗАСВОЄННЯ.....	7
3. ПРОГРАМА КУРСУ .....	12
4. ПЕРЕЛІК ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ .....	14
5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ .....	26
6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ .....	30
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	36
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ.....	36

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 4

## ВСТУП

Методичні рекомендації складені у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Метою навчальної дисципліни** є підготовка майбутніх фахівців до практичної роботи з вирішення прикладних задач із розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість будівельних конструкцій, будівель та споруд як конструктивних систем з використанням сучасних методів розрахунку, практичного досвіду та результатів наукових досліджень. Для студентів знання та навички з методів розрахунку конструктивних систем є необхідною передумовою для освоєння прикладних дисциплін з проектування будівельних конструкцій з різних матеріалів.

**Завданнями навчальної дисципліни** є теоретична і практична підготовка студентів з вирішення таких прикладних задач:

- аналізу геометричної структури розрахункових схем;
- виконання розрахунків статично визначуваних ферм, балок, арок і рам на дію зовнішніх нерухомих навантажень;
- дослідження напружено-деформованого стану конструктивних систем;
- вивчення принципів визначення переміщень в основних видах розрахункових схем;
- ознайомлення з методами розрахунку статично невизначених систем (рами, арки, ферми, нерозрізні балки) за методом сил та методом переміщень;
- ознайомлення з основами побудови ліній впливу та епюр внутрішніх зусиль;
- ознайомлення з варіаційними основами сучасних методів розрахунку.

Дисципліна «Будівельна механіка» базується на знанні загально-теоретичних та технічних дисциплін зокрема таких як: «Вища математика»; «Фізика»; «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Архітектура будівель та споруд» тощо.

Курс використовується при вивченні дисциплін «Будівельні конструкції», «Прикладні програми в будівництві», «Механіка ґрунтів», «Основи та фундаменти» тощо, а також під час виконання бакалаврських робіт та підготовки магістрів

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 192

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 5

«Будівництво та цивільна інженерія» та освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво»:

**СК 2.** Здатність до критичного осмислення і застосування основних теорій, методів та принципів економіки та менеджменту для раціональної організації та управління будівельним виробництвом.

**СК 3.** Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі (відповідно до спеціалізації), з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

**СК 10.** Знання технології виготовлення, технічних характеристик сучасних будівельних матеріалів, у тому числі з природного каменю, виробів з використанням відходів і конструкцій, уміння ефективно використовувати їх при проектуванні, зведенні будівель сучасних конструктивних систем, експлуатації та реновації будівельних об'єктів.

**СК 11.** Володіння методами оцінювання якості виготовлення будівельних матеріалів, виробів, конструкцій, будівельно-монтажних, у тому числі прихованих робіт; геологічних особливостей будівельного майданчика.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів навчання** за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»:

**ПРН 2.** Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

**ПРН 8.** Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.

**ПРН 9.** Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

**ПРН 10.** Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об'єктів будівництва та їх експлуатації.

**ПРН 12.** Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 6

**ПРН 14.** Ефективно застосовувати сучасні будівельні матеріали, у тому числі з природного каменю, виробі з використанням відходів та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення при проектуванні, зведенні будівель сучасних конструктивних систем, експлуатації будівельних об'єктів.

**ПРН 15.** Забезпечувати надійну та безпечну експлуатацію будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати додатково наступні **Soft skills**:

- комунікативні навички: письмове вербальне й невербальне спілкування;
- уміння вести дискусію і відстоювати свою позицію;
- навички працювати в команді;
- уміння виступати привселюдно: навички, необхідні для виступів на публіці;
- навички проведення презентації;
- керування часом: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- гнучкість і адаптивність: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися;
- уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;
- лідерські якості: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі;
- уміння ухвалювати рішення;
- уміння ставити мету, планувати діяльність;
- особисті якості: креативне й критичне мислення;
- етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 7

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «бакалавр» на основі навчального плану спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Вивчення курсу «Будівельна механіка» заплановано на третьому курсі у 5-му семестрі на денній та заочній формах навчання і передбачає:

1. Теоретичний лекційний курс в обсязі 16 години для денної форми навчання та 4 годин для заочної форми навчання.

2. Практичні заняття в обсязі 32 години для денної форми навчання та 4 годин для заочної форми навчання.

3. Самостійне опрацювання студентами окремих розділів, на яке передбачено 42 години для денної форми навчання та 82 годин для студентів заочної форми навчання.

4. Виконання здобувачами вищої освіти денної форми навчання індивідуальних завдань у вигляді рефератів, доповідей або презентацій.

5. Проведення впродовж навчального семестру двох контрольних модульних робіт для здобувачів вищої освіти денної форми навчання.

6. Виконання контрольної роботи здобувачами вищої освіти заочної форми навчання.

7. Підготовку до складання іспиту.

8. Опрацювання літератури.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 8

## СКЛАД МОДУЛІВ З ПРЕДМЕТУ «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА», РОЗПОДІЛ ЧАСУ НА ЇХ ЗАСВОЄННЯ

1. Розподіл аудиторних годин для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання здійснено у відповідності до навчального плану та наведено у табл. 2.1.

*Таблиця 2.1*

### Розподіл аудиторних годин у відповідності до робочого навчального плану

Форма	Курс	Семестр	Аудиторні заняття, год.				Самостійна робота	Кредити ECTS	РГР	Консультації, год.	Залік	Іспит	Всього годин за навчальним планом, год
			Всього	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні							
Денна	3	5	90	16	32	-	42	3	-	2	-	2	94
Заочна	3	5	90	4	4	-	82	3	-	2	-	2	94

2. Для здобувачів вищої освіти денної форми навчання розподіл навчального часу здійснюється за двома кредитними модулями (табл. 2.2).

*Таблиця 2.2*

### Розподіл навчального часу за видами навчальних занять та контрольних заходів для здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Кредитний модуль	Загальний обсяг, год.	Аудиторних занять, год.	Самостійна робота, год.	Контрольний захід
Модуль 1	45	24	21	ПМР, ДНЗТ, ТЗ
Модуль 2	45	24	21	ПМР, ДНЗТ, ТЗ
Разом	90	48	42	-

*Примітка.* ПМР – письмова модульна робота; ДНЗТ – доповідь на задану тему; ТЗ – тестове завдання (тестові завдання створюються на базі можливостей освітнього порталу або засобами google forms).

3. У зв'язку із запровадженням рейтингової системи оцінювання знань, кожен здобувач вищої освіти впродовж семестру набирає ту чи іншу кількість



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 9

балів за виконання індивідуальних завдань та контрольних модульних робіт. Рейтингова система оцінювання, за допомогою якої виконується оцінка знань здобувачів вищої освіти наведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

### Рейтингова бальна система для оцінки знань здобувачів вищої освіти

За шкалою ECTS	За національною шкалою		За шкалою університету (в балах)
	іспит	залік	
A	відмінно	зараховано	90 – 100
B	добре		82 – 89
C	добре		74 – 81
D	задовільно		64 – 73
E			60 – 63
FX	незадовільно	незараховано	35 – 59
F			1 – 34

4. Структура дисципліни за модулями, та максимальна кількість балів, яку може набрати кожен здобувач вищої освіти, наведені в табл. 2.4., а критерії оцінювання елементів модуля у табл. 2.5.

Таблиця 2.4

### Структура дисципліни

Модулі та їх елементи	Форма контролю	Максимальна кількість балів
<b>Модуль I</b>		
Теми № 1 – 5 лекційного курсу	Тестове завдання / усне опитування	5
Теми № 1 – 5 практичних занять	Звіт про виконання індивідуальних завдань	20
Доповідь на задану тему	Підготовка доповіді у вигляді реферату чи презентації	5
Модульна контрольна робота	Письмова контрольна робота	20
<b>Разом</b>		<b>50</b>
<b>Модуль II</b>		
Теми № 6 – 10 лекційного курсу	Тестове завдання / усне опитування	5
Теми № 6 – 9 практичних занять	Звіт про виконання індивідуальних завдань	20
Доповідь на задану тему	Підготовка доповіді у вигляді реферату чи презентації	5
Модульна контрольна робота	Письмова контрольна робота	20
<b>Разом</b>		<b>50</b>
<b>Всього за семестр</b>		<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 10

Таблиця 2.5

## Критерії оцінювання модулів та їх елементів

Елемент модуля		Критерії його оцінювання	Кількість балів
Письмова контрольна робота		повна відповідь на всі запитання	19 – 20
		повна відповідь на всі запитання, крім одного-двох, на які дана часткова відповідь	15 – 18
		відповідь відсутня менше ніж на половину запитань	11 – 14
		відповідь дана тільки на половину запитань	1 – 10
		незадовільні відповіді на всі запитання	0
Тестове завдання		80-100% правильних відповідей	4-5
		60-80% правильних відповідей	3-4
		40-60% правильних відповідей	2-3
		20-40% правильних відповідей	1-2
		0-20% правильних відповідей	0-1
Доповідь на задану тему		Оригінальність роботи	0-1
		Системність і лаконічність викладення матеріалу	0-1
		Цілісність і логічність представленого матеріалу	0-1
		Оформлення матеріалів	0-1
		Уміння вести наукову дискусію по темі індивідуального завдання	0-1
Звіт про виконання індивідуальних завдань	Відповідність завданню та повнота виконання (максимум 15 балів)	Виконано всі завдання у повному обсязі, надані правильні та обґрунтовані відповіді, матеріал відповідає поставленим вимогам	13-15
		Виконано всі завдання, але є незначні помилки або неточності	10-12
		Виконано більшість завдань, але є помилки, матеріал не повністю відповідає завданню	6-9
		Виконано менше половини завдань, значні помилки	1-5
		Завдання не виконано, матеріал відсутній	0
	Оригінальність і самостійність виконання (максимум 5 балів)	Робота виконана повністю самостійно, має оригінальний підхід до вирішення завдань	5
		Робота частково містить запозичені матеріали, однак є елементи самостійного аналізу	3-4
		Значна частина роботи є запозиченням без самостійного опрацювання	1-2
		Робота повністю скопійована, оригінальність відсутня	0
	Системність і логічність викладення матеріалу (максимум 10 балів)	Матеріал викладено чітко, послідовно, логічно; присутня структурованість і пов'язана аргументація	8-10
		Матеріал має незначні порушення логіки викладення або структурованості	6-7
		Матеріал викладено з порушеннями логіки, спостерігається хаотичність, але основні думки можна зрозуміти	3-5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 11

		Викладення матеріалу нелогічне, безструктурне, зрозуміти основні тези складно	1-2
		Логіка викладення повністю відсутня, матеріал незрозумілий	0
	Оформлення звіту (максимум 5 балів)	Робота виконана згідно з усіма вимогами щодо оформлення: форматування, таблиці, рисунки, список літератури, стиль написання	5
		Робота оформлена з незначними недоліками (помилки у форматуванні, відсутність незначних елементів)	3-4
		Робота має суттєві недоліки в оформленні, але частково дотримано вимоги	1-2
		Оформлення повністю не відповідає вимогам	0
	Уміння пояснити та захистити роботу (максимум 5 балів)	Відповіді на питання викладача чіткі, обґрунтовані, демонструють глибоке розуміння матеріалу	5
		Відповіді на більшість питань коректні, але спостерігається недостатня глибина знань	3-4
		Відповіді на питання поверхові, демонструють фрагментарне розуміння матеріалу	1-2
		Студент не зміг пояснити або захистити роботу	0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 12

### 3. ПРОГРАМА КУРСУ

#### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ І РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО ВИЗНАЧЕНИХ СТЕРЖНЕВИХ СИСТЕМ

##### **Тема 1. Вступ та основні положення дисципліни (СК2, СК3, СК10, СК11, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН10, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Вступ. Основні положення та історія розвитку будівельної механіки.
2. Поняття споруди в будівельній механіці.
3. Поняття розрахункової схеми споруди.
4. Види розрахункових схем та їх елементи (тіла, опори, навантаження).

##### **Тема 2. Кінематичний аналіз конструктивних систем (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Геометрично незмінювані та змінювані системи. Умови вільності систем.
2. Кінематичний аналіз.
3. Поняття про статично визначені та невизначені системи.
4. Приклади кінематичного аналізу систем.

##### **Тема 3. Розрахунок багатопрольотних статично визначених балок (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Загальні відомості. Переваги та недоліки. Умови статичної визначеності і геометричної невизначеності.
2. Розрахунок балок.

##### **Тема 4. Статично визначені рами (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Загальні поняття та відомості про рамні системи. Умови статичної визначеності і геометричної невизначеності.
2. Розрахунок рамних систем.

##### **Тема 5. Трьохшарнірні арки (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Загальні поняття та відомості про арочні системи. Умови статичної визначеності і геометричної невизначеності.
2. Визначення опорних реакцій.
3. Визначення внутрішніх зусиль.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 13

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. РОЗРАХУНОК ФЕРМ, ПЕРЕМІЩЕНЬ КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМ ТА ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ СИСТЕМ**

### **Тема 6. Статично визначені плоскі ферми (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Загальні поняття та відомості про ферми. Класифікація ферм.
2. Геометрична незмінність та статична визначеність ферм.
3. Визначення внутрішніх зусиль в фермах. Метод вирізання вузлів. Метод моментної точки (метод Ріттера). Метод проєкцій. Графічний метод.

### **Тема 7. Робота сил. Методи визначення переміщень (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Робота зовнішніх сил. Узагальнені сили та узагальнені переміщення.
2. Робота внутрішніх сил.
3. Теореми про взаємність.
4. Обчислення переміщень за методом Мора.
5. Переміщення від осідання опор.
6. Переміщення від температурного впливу.
7. Техніка визначення переміщень.
8. Приклади визначення переміщень з використанням способу Верещагіна.

### **Тема 8. Статично невизначувані системи. Метод сил та метод переміщень (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Поняття та переваги статично невизначених систем.
2. Основи розрахунку статично невизначених систем методом сил.
3. Порядок розрахунку статично невизначених систем методом сил.
4. Основи розрахунку статично невизначених систем методом переміщень.

### **Тема 9. Нерозрізні балки (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Основні відомості.
2. Рівняння трьох моментів.
3. Застосування рівняння трьох моментів

### **Тема 10. Стійкість стержневих систем (СК2, СК3, ПРН2, ПРН8, ПРН9, ПРН12, ПРН 14, ПРН 15)**

1. Основні поняття.
2. Методи розрахунку на стійкість.
3. Стійкість прямого стиснутого стержня.
4. Стійкість рам.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 14

## ПЕРЕЛІК ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Завдання 1. Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів в статично визначеній однопролітній балці

Для заданої балки необхідно:

- 1) визначити опорні реакції;
- 2) побудувати епюри поперечних сил  $Q$  і згинаючих моментів  $M$ ;

Порядок виконання завдання:

1. Згідно варіанту вибрати схему балки на рис. 4.3 та вихідні дані до неї відповідно до табл 4.1.

2. Накреслити в масштабі розрахункову схему балки.

3. За допомогою рівнянь статички визначити вертикальні реакції на опорах. Якщо в результаті розрахунку реакція виявиться зі знаком мінус, то напрям вибраної реакції слід змінити на протилежний.

Для контролю правильності визначення реакції скласти рівняння рівноваги, що не було використане при визначенні реакцій.

4. Побудувати епюри поперечних сил і згинаючих моментів  $M$ .

В основу побудови епюр покладено метод перерізів. При побудові епюри  $Q$  і  $M$  необхідно дотримуватись правила знаків.

Якщо зовнішні сили мають повернути балку навколо перерізу за годинниковою стрілкою, то їх слід приймати зі знаком плюс, а якщо проти - із знаком мінус (рис. 4.1).

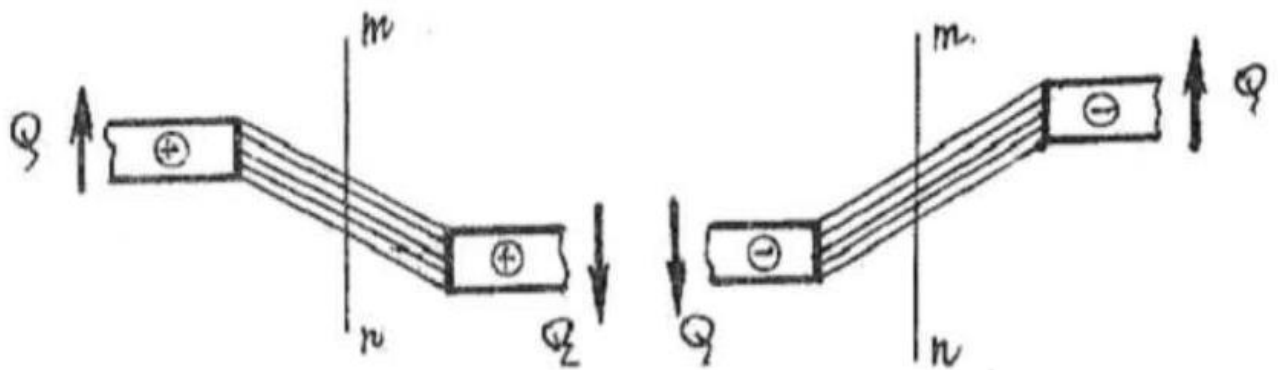


Рисунок 4.1. Правило знаків для зовнішніх сил при визначенні  $Q$

Правило знаків для моментів: згинаючий момент вважається додатним, якщо в розглянутому перерізі балка згинається опуклістю вниз (нижні волокна

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 15

розтягнуті), і від'ємним – якщо балка згинається опуклістю догори (верхні волокна розтягнуті) (рис. 4.2).

Епюру згинаючих моментів  $M$  будують на стороні розтягнутих волокон (додатні значення відкладають від осі епюри вниз, від'ємні - вгору).

Ординати епюри  $Q$  і  $M$  відкладають під прямим кутом до базисної лінії.

Згинаючі моменти на шарнірних опорах дорівнюють нулю, максимальні й мінімальні значення на епюрі  $M$  відповідають зміні знаків на епюрі  $Q$ .

При побудові епюри слід пам'ятати, що розриви на епюрі  $Q$  мають місце там, де прикладені зосереджені сили (в тому числі реакції), а на епюрі  $M$  - в місцях прикладання зосереджених зовнішніх моментів.

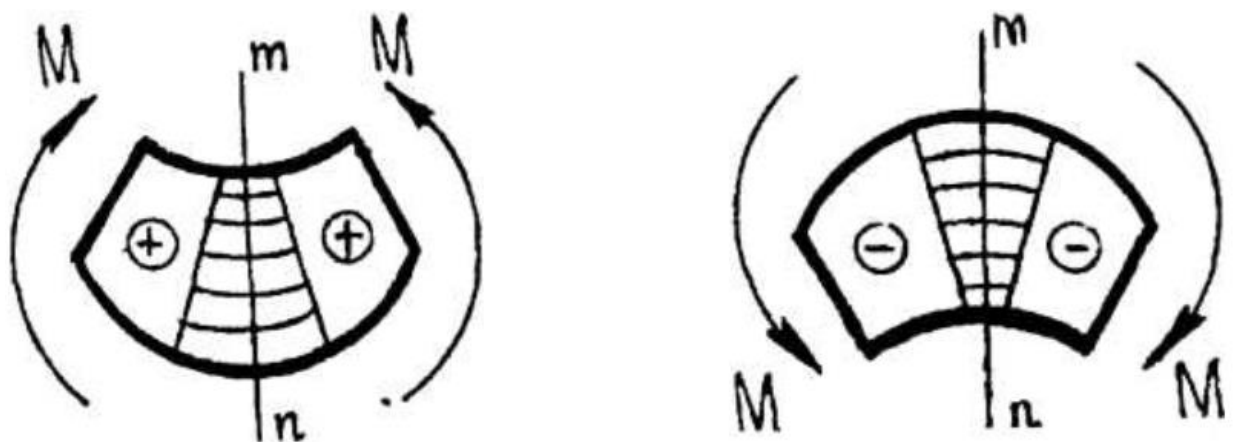


Рис.4.2. Правило знаків для моментів зовнішніх сил при визначенні згинаючих моментів  $M$

Таблиця 4.1

Вихідні дані до завдання 1

Перша цифра шифру	a, м	b, м	c, м	Друга цифра шифру	d, м	F, кН	Третя цифра шифру	Номер схеми	M, кН·м	q, кН/м
1	2,5	3,0	1,0	1	1,0	10	1	1	50	10
2	3,0	2,0	1,5	2	2,0	30	2	2	60	20
3	2,0	2,5	1,0	3	3,0	20	3	3	40	30
4	1,0	3,0	0,5	4	1,5	15	4	4	30	5
5	0,5	2,0	1,5	5	0,5	35	5	5	20	15
6	3,0	3,0	0,5	6	2,0	25	6	6	70	25
7	2,5	2,5	1,0	7	2,5	10	7	7	60	10
8	1,5	3,0	0,5	8	1,0	40	8	8	40	20
9	1,0	2,5	1,0	9	1,0	30	9	9	30	30
0	2,0	2,0	0,5	0	1,0	20	0	10	50	10

Примітка. Довжина  $l = a+c+d$

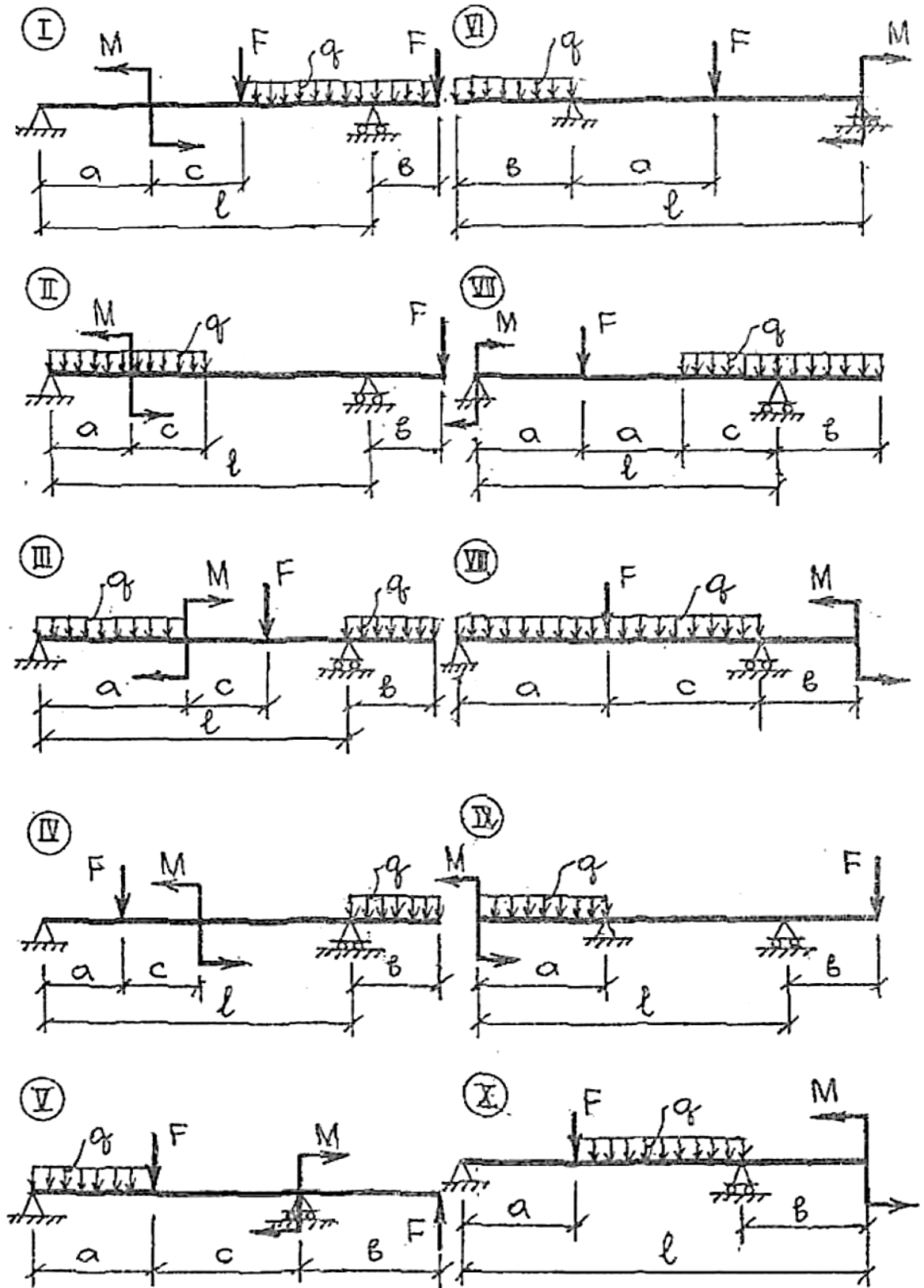


Рис.4.3. Вихідні варіанти схем балок до завдання 1



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 17

## Завдання 2. Кінематичний аналіз конструктивних систем

Відповідно до варіанту з рисунку 4.4 обрати конструктивну систему. Для заданої конструктивної системи перевірити геометричну незмінюваність (виконати кінематичний аналіз)

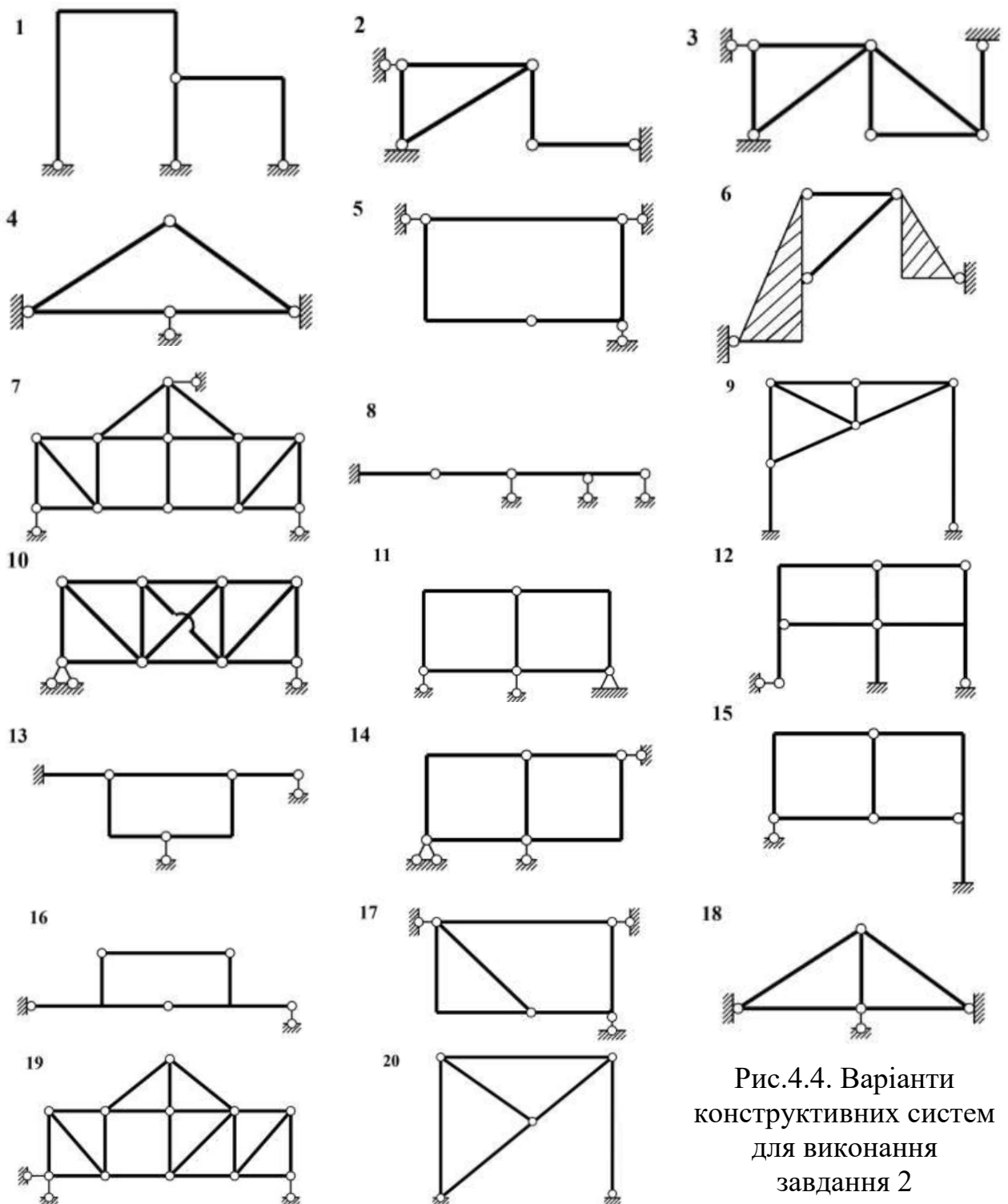


Рис.4.4. Варіанти конструктивних систем для виконання завдання 2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 18

Завдання 3. Розрахунок багатопрольотної балки на дію постійного навантаження

Для заданої відповідно до варіанту балки необхідно:

1. Перевірити умови статичної визначеності балки.
2. Побудувати поверхову схему балки.
3. Зробити розрахунок елементів поверхової схеми.
4. Побудувати епюри внутрішніх зусиль  $M$  і  $Q$  виконати перевірку рівноваги балки в цілому.

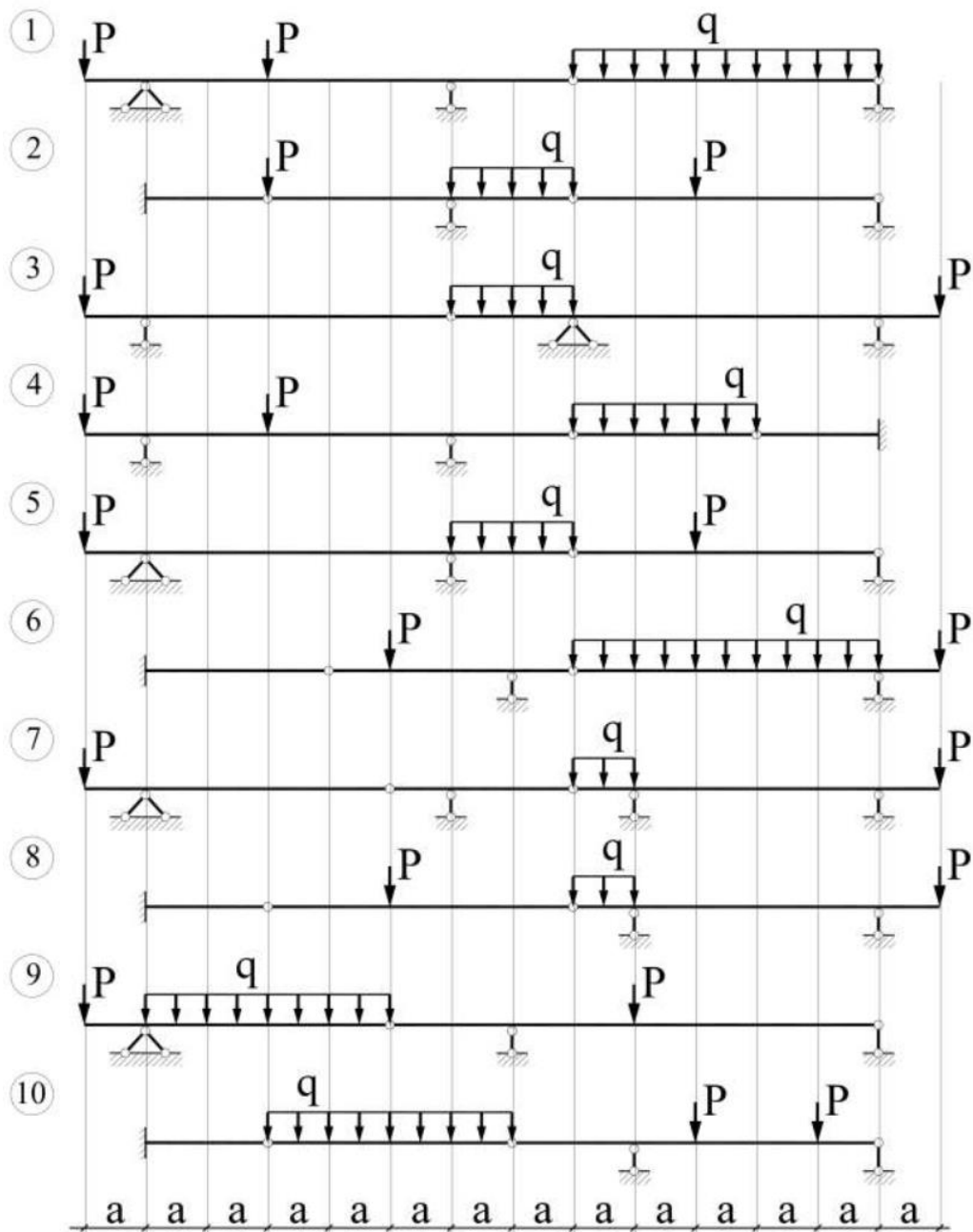


Рис.4.5. Варіанти схем балок для завдання 3

Таблиця 4.2

## Вихідні дані до завдання 3

Варіант	а, м	P, кН	Q, кНм
1	1,0	10	10
2	1,2	15	12
3	1,4	20	14
4	1,6	25	16
5	1,8	30	18
6	2,0	35	20
7	2,2	40	22
8	2,4	45	10
9	2,6	50	12
10	2,8	55	20

## Завдання 4. Розрахунок трьохшарнірної системи

Для заданої відповідно до варіанту трьохшарнірної системи з арочною частиною:

1. Визначити опорні реакції в трьохшарнірній арці чи рамі від заданого навантаження.
2. Обчислити зусилля  $M$ ,  $Q$  та побудувати відповідні епюри.

Математичні залежності кривих та їх похідних, якими описується арочна частина трьохшарнірної системи показані на рисунку 4.6.

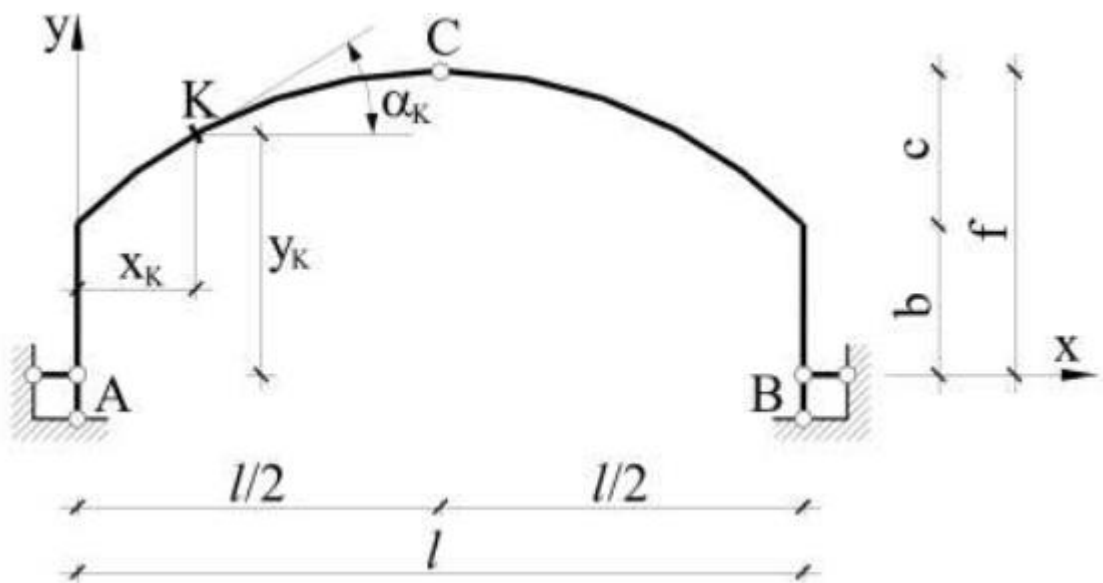


Рис.4.6. Розрахункова схема

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 20

Рівняння кривих та їх похідних:

$$y(x) = b + \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^2} - R + c; R = \frac{l^2 + 4c^2}{8c} \text{ (Коло)}$$

$$y(x) = b + \frac{4c}{l^2} (l - x)x \text{ (Парабола)}$$

$$y(x) = b + \frac{2c}{l} \sqrt{(l - x)x} \text{ (Еліпс)}$$

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{l - 2x}{2\sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^2}} \text{ (Коло)}$$

$$y' = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{4c}{l^2} (l - 2x) \text{ (Парабола)}$$

$$y' = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{c \cdot (l - 2x)}{l \cdot \sqrt{(l - x)x}} \text{ (Еліпс)}$$

Таблиця 4.3

Вихідні дані до виконання завдання 4

Варіант	Розміри конструкції		Навантаження, кН				
	l, м	f, м	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
1	12	5	50	140	120	-	-
2	14	6	-	130	140	300	-
3	16	7	-	-	160	280	80
4	18	8	80	-	-	280	90
5	20	9	90	100	-	-	70
6	22	10	100	90	220	-	-
7	24	11	-	80	240	240	-
8	26	12	-	-	260	240	100
9	28	13	140	-	-	220	120
10	30	10	100	50	-	-	130

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 36 / 21

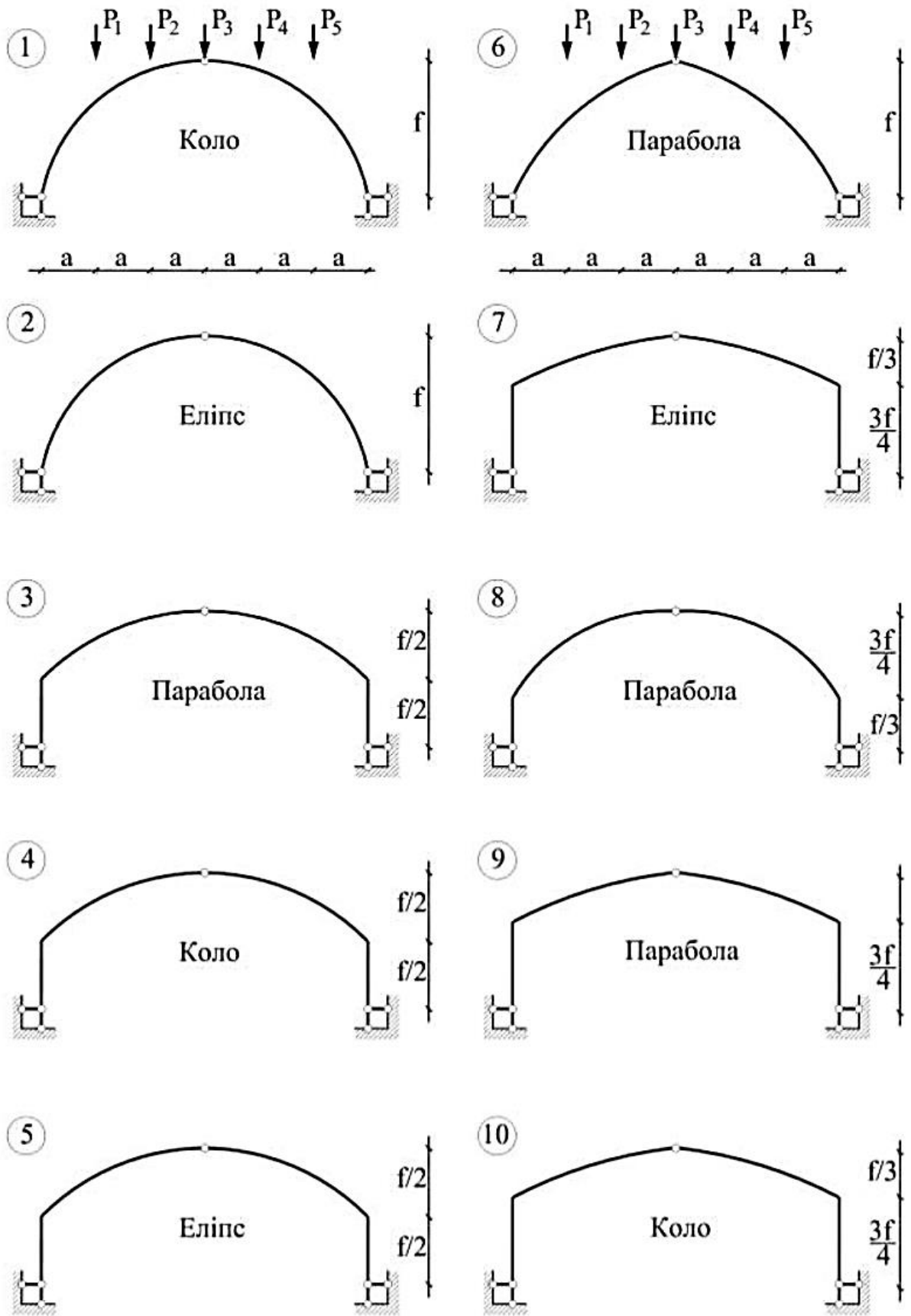


Рис.4.7. Варіанти схем арок для виконання завдання 4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 22

Завдання 5. Розрахунок статично визначеної ферми на дію постійного навантаження

Для заданої відповідно до вихідних даних ферми необхідно:

1. Перевірити умови статичної визначеності ферми.
2. Визначити опорні реакції в фермі від заданого навантаження.
3. Аналітично визначити зусилля в елементах ферми.

Таблиця 4.4

Вихідні дані до виконання завдання 5

Варіант	Розмір балкової ферми			Навантаження, кН						
	l, м	h, м	Номер панелі	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>
1	15	6,0	3	20	30	60	80	90	30	100
2	18	7,5	4	30	100	70	30	20	40	60
3	21	8,0	5	40	90	30	20	30	50	100
4	24	9,0	6	50	80	70	10	80	90	60
5	27	9,5	3	60	40	20	80	90	110	120
6	30	10,5	4	70	60	30	70	100	10	20
7	33	12,0	5	80	50	80	60	110	40	30
8	36	13,0	6	90	40	70	50	120	60	10
9	33	11,0	6	100	30	60	40	10	110	100
0	30	9,0	5	20	80	50	30	20	90	40

Примітка. Зосереджені сили P<sub>i</sub> прикладаються на верхні проміжні вузли ферми зліва-направо від P<sub>1</sub> до P<sub>7</sub>.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 23

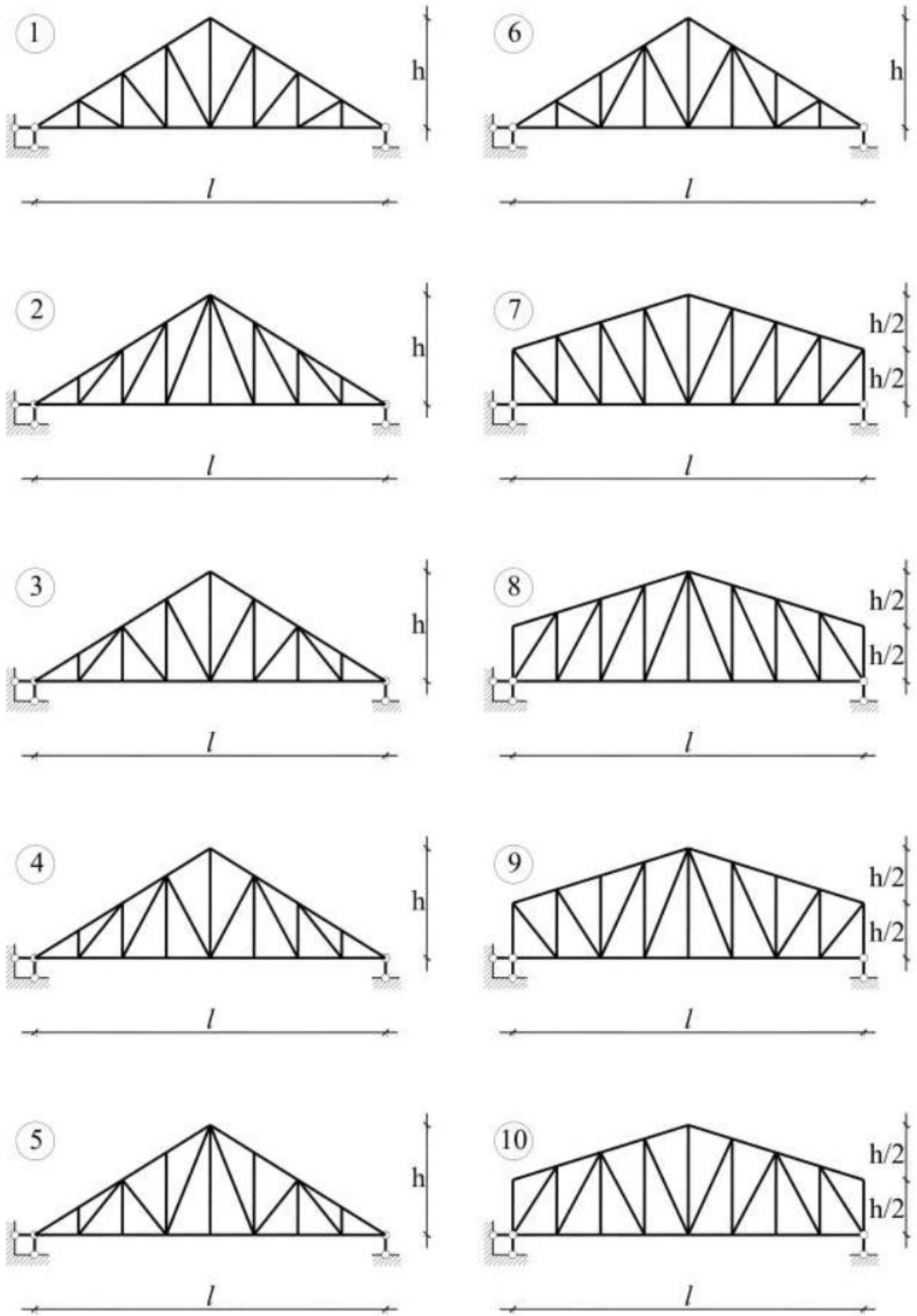


Рисунок 4.8. Варіанти схем ферм для виконання завдання 5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

### Завдання 6. Розрахунок переміщень плоскої рами

Визначити вертикальне та горизонтальне переміщення, а також кут повороту перерізу К при  $l = 6$  м;  $h = 4$  м;  $F = 20$  кН;  $q = 4$  кН/м;  $M = 25$  кНм;  $EI = \text{const}$ .

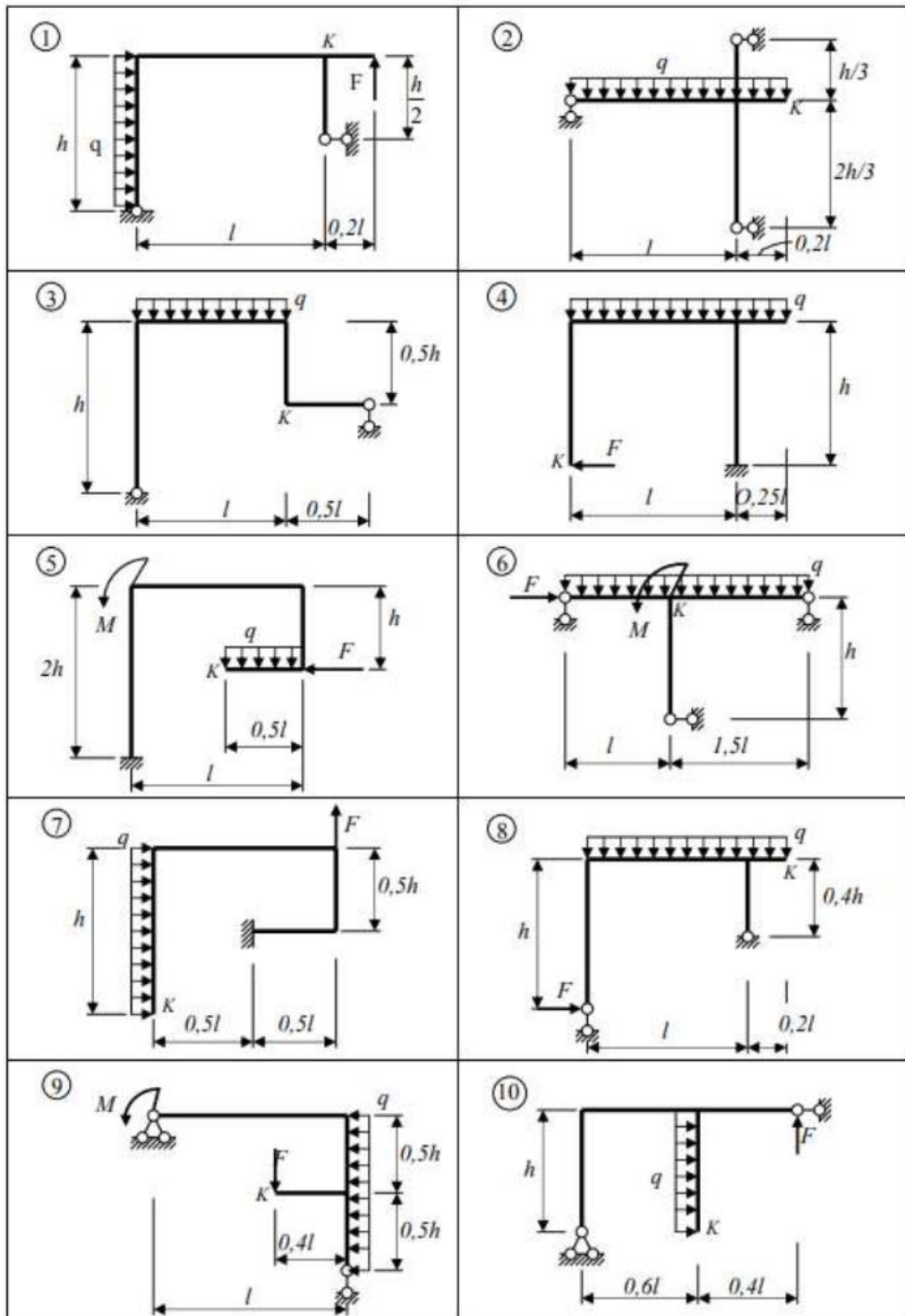


Рис.4.9. Варіанти схем рам №1-10 для виконання завдання 6



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

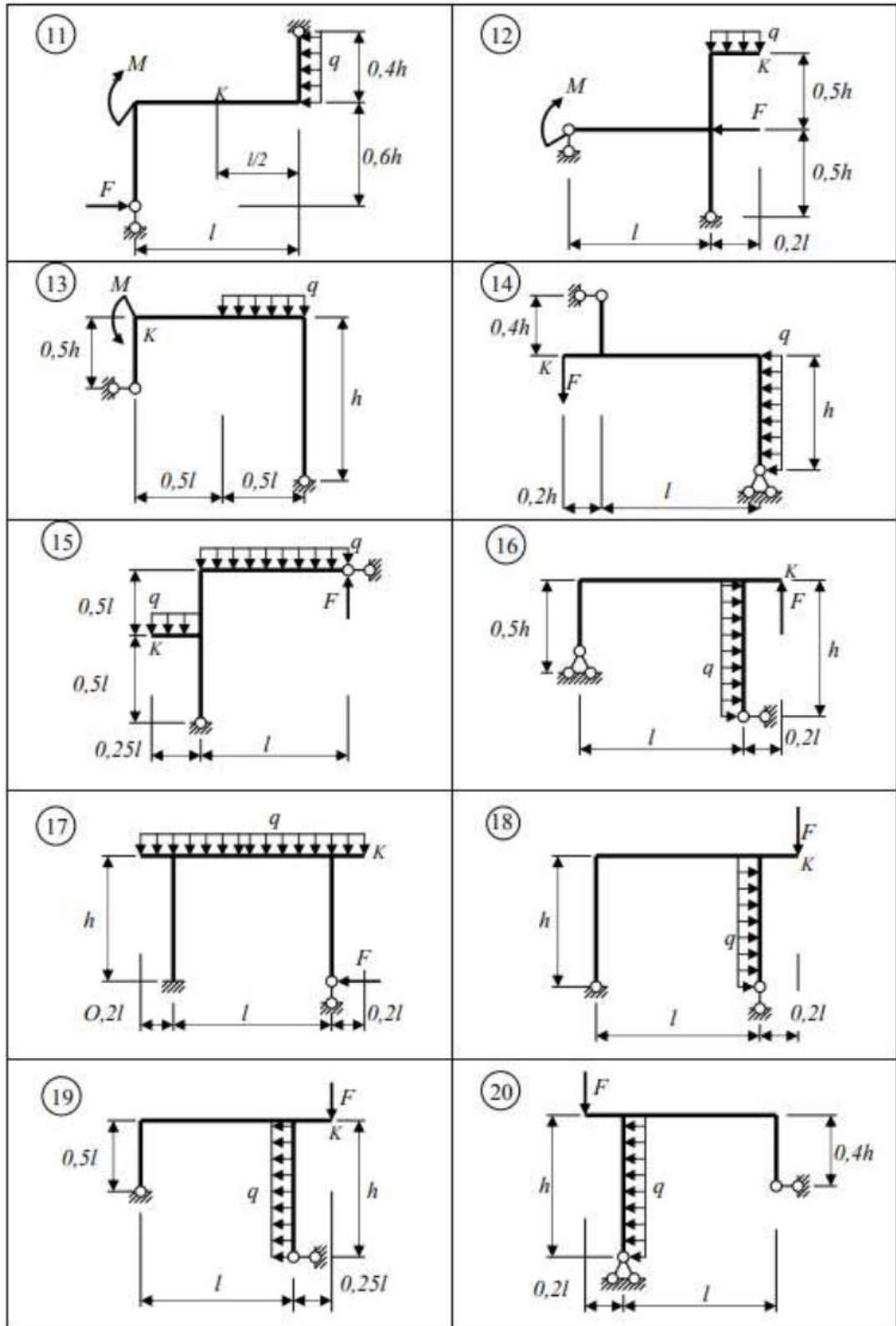


Рис.4.10. Варіанти схем рам 11-20 для виконання завдання 6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 26

## 5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ

1. Що вивчає будівельна механіка?
2. Які основні етапи розвитку будівельної механіки?
3. Що таке споруда в контексті будівельної механіки?
4. Що таке розрахункова схема споруди?
5. Назвіть основні елементи розрахункової схеми.
6. Які є види опор у будівельній механіці?
7. Що таке навантаження? Які його види існують?
8. У чому полягає значення історичного розвитку будівельної механіки?
9. Що таке геометрично незмінювана система?
10. У чому полягає різниця між геометрично змінюваними та незмінюваними системами?
11. Що таке кінематичний аналіз?
12. Які умови забезпечують вільність систем?
13. Дайте визначення статично визначеної системи.
14. Що таке статично невизначена система?
15. Які методи використовуються для кінематичного аналізу?
16. Наведіть приклади статично визначених і невизначених систем.
17. Як визначити число ступенів вільності конструктивної системи?
18. У чому переваги багатопрольотних балок?
19. Що таке умови статичної визначеності?
20. Як визначити реакції опор у багатопрольотній балці?
21. Що таке геометрична невизначеність балок?
22. Як проводиться розрахунок згинального моменту в багатопрольотній балці?
23. Які етапи розрахунку багатопрольотної балки?
24. Як впливає схема навантаження на розподіл зусиль у балці?
25. Що таке рамна система?
26. Які умови статичної визначеності рам?
27. Як проводиться розрахунок статично визначених рам?
28. Що таке геометрична незмінність рам?
29. У чому переваги рамних конструкцій?
30. Як визначити опорні реакції в рамах?
31. Які методи використовуються для аналізу рам?
32. Що таке трьохшарнірна арка?
33. Які умови забезпечують статичну визначеність арки?
34. Як розраховуються опорні реакції трьохшарнірної арки?
35. Які внутрішні зусилля виникають в арках?
36. У чому особливості трьохшарнірних арок порівняно з іншими конструкціями?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 27

37. Як впливають навантаження на розподіл зусиль в арці?
38. Що таке ферма?
39. Які види ферм існують?
40. У чому особливості плоских ферм?
41. Що таке геометрична незмінність ферми?
42. Які методи використовуються для визначення внутрішніх зусиль у фермах?
43. Опишіть метод вирізання вузлів.
44. Що таке метод моментної точки (метод Ріттера)?
45. Як використовується графічний метод для аналізу ферм?
46. Що таке робота зовнішніх сил?
47. Що таке узагальнені сили?
48. Як визначити роботу внутрішніх сил?
49. У чому суть теореми про взаємність?
50. Як визначити переміщення за методом Мора?
51. Як впливають осідання опор на переміщення конструкції?
52. Що таке температурні переміщення?
53. Як використовувати спосіб Верещагіна для визначення переміщень?
54. Що таке статично невизначена система?
55. Які переваги статично невизначених систем?
56. У чому суть методу сил?
57. Як розраховуються зусилля в системах методом сил?
58. Що таке метод переміщень?
59. Які етапи розрахунку за методом переміщень?
60. У чому полягає основна різниця між методом сил і методом переміщень?
61. Що таке нерозрізна балка?
62. Як використовуються рівняння трьох моментів для розрахунку балок?
63. Які особливості нерозрізних балок порівняно зі звичайними?
64. Як розраховуються опорні реакції в нерозрізних балках?
65. У яких випадках застосовуються нерозрізні балки?
66. Що таке стійкість конструктивної системи?
67. Як визначається стійкість прямого стиснутого стержня?
68. У чому полягає небезпека втрати стійкості?
69. Які методи розрахунку стійкості існують?
70. Як перевірити стійкість рамної системи?
71. Що таке критичне навантаження?
72. Як впливає довжина стержня на його стійкість?
73. Яке значення має визначення розрахункової схеми?
74. Як класифікуються навантаження за напрямком дії?
75. Які характеристики матеріалів враховуються в будівельній механіці?
76. Що таке рівновага конструкції?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 28

77. Які основні критерії перевірки геометричної незмінності системи?
78. Чому статична визначеність важлива для розрахунку конструкцій?
79. Як визначити тип системи за числом ступенів вільності?
80. Що є основою кінематичного аналізу?
81. Як кінематичний аналіз впливає на вибір розрахункової схеми?
82. Чому системи з надлишковими ступенями вільності вважаються геометрично змінюваними?
83. Як впливають умови підтримки на розподіл внутрішніх зусиль у балці?
84. Як побудувати епюру згинальних моментів у багатопрольотній балці?
85. Що таке поперечна сила? Як її розраховують?
86. Як розрахувати балку за змішаного типу навантаження?
87. Які наслідки виникають при неправильному визначенні розрахункової схеми балки?
88. Як визначити внутрішні зусилля в рамних системах?
89. Що таке опорна реакція в рамах?
90. Як розраховується момент у вузлах рам?
91. Як впливають геометричні характеристики рами на її розрахунок?
92. Чому важливо враховувати додаткові навантаження (наприклад, вітрові)?
93. Як змінюється внутрішнє зусилля в трьохшарнірній арці залежно від типу навантаження?
94. Як розрахувати поперечну силу в арці?
95. Як впливає розташування шарнірів на розрахункову схему арки?
96. У чому особливості розрахунку арки порівняно з балками та рамами?
97. Як перевірити геометричну незмінність ферми?
98. Як класифікуються ферми за кількістю прольотів?
99. Що таке основний вузол ферми?
100. Як побудувати епюру внутрішніх зусиль у фермі?
101. У яких випадках застосовується метод проєкцій?
102. Як змінюються внутрішні зусилля в фермі при зміщенні вузлів?
103. Як застосовується теорема Кастільяно для розрахунку переміщень?
104. Що таке принцип незалежності дії сил?
105. Як визначити переміщення за методом Верещагіна у фермових системах?
106. Яке значення мають температурні впливи при розрахунку переміщень?
107. Як враховуються осідання опор у розрахунках?
108. У яких випадках використовується метод Мора?
109. Як визначити кількість надлишкових зв'язків у системі?
110. Як обчислити реакції опор методом сил?
111. Які переваги та недоліки має метод сил?
112. Як проводиться розрахунок статично невизначених балок?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 36 / 29</i>

113. Які фактори впливають на точність розрахунку методом переміщень?
114. Як визначити критичну точку в статично невизначеній системі?
115. Як метод переміщень враховує геометричні зміни в системі?
116. Як розподіляються зусилля в нерозрізній балці за нерівномірного навантаження?
117. Як рівняння трьох моментів застосовується до балок із різною жорсткістю?
118. Які етапи розрахунку нерозрізних балок?
119. Як враховується взаємодія прольотів у нерозрізних балках?
120. Як оцінити стійкість стиснутого стержня під час поздовжнього навантаження?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 30

## 6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

### Білет 1

1. Що вивчає будівельна механіка?
2. Які методи використовуються для аналізу рами?
3. Що таке нерозрізна балка?
4. Як впливають геометричні характеристики рами на її розрахунок?

### Білет 2

1. Які основні етапи розвитку будівельної механіки?
2. Що таке трьохшарнірна арка?
3. Як використовуються рівняння трьох моментів для розрахунку балок?
4. Чому важливо враховувати додаткові навантаження (наприклад, вітрові)?

### Білет 3

1. Що таке споруда в контексті будівельної механіки?
2. Які умови забезпечують статичну визначеність арки?
3. Які особливості нерозрізних балок порівняно зі звичайними?
4. Як змінюється внутрішнє зусилля в трьохшарнірній арці залежно від типу навантаження?

### Білет 4

1. Що таке розрахункова схема споруди?
2. Як розраховуються опорні реакції трьохшарнірної арки?
3. Як розраховуються опорні реакції в нерозрізних балках?
4. Як розрахувати поперечну силу в арці?

### Білет 5

1. Назвіть основні елементи розрахункової схеми.
2. Які внутрішні зусилля виникають в арках?
3. У яких випадках застосовуються нерозрізні балки?
4. Як впливає розташування шарнірів на розрахункову схему арки?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 31

### Білет 6

1. Які є види опор у будівельній механіці?
2. У чому особливості трьохшарнірних арок порівняно з іншими конструкціями?
3. Що таке стійкість конструктивної системи?
4. У чому особливості розрахунку арки порівняно з балками та рамами?

### Білет 7

1. Що таке навантаження? Які його види існують?
2. Як впливають навантаження на розподіл зусиль в арці?
3. Як визначається стійкість прямого стиснутого стержня?
4. Як перевірити геометричну незмінність ферми?

### Білет 8

1. У чому полягає значення історичного розвитку будівельної механіки?
2. Що таке ферма?
3. У чому полягає небезпека втрати стійкості?
4. Як класифікуються ферми за кількістю прольотів?

### Білет 9

1. Що таке геометрично незмінювана система?
2. Які види ферм існують?
3. Які методи розрахунку стійкості існують?
4. Що таке основний вузол ферми?

### Білет 10

1. У чому полягає різниця між геометрично змінюваними та незмінюваними системами?
2. У чому особливості плоских ферм?
3. Як перевірити стійкість рамної системи?
4. Як побудувати епюру внутрішніх зусиль у фермі?

### Білет 11

1. Що таке кінематичний аналіз?
2. Що таке геометрична незмінність ферми?
3. Що таке критичне навантаження?
4. У яких випадках застосовується метод проєкцій?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 32

### Білет 12

1. Які умови забезпечують вільність систем?
2. Які методи використовуються для визначення внутрішніх зусиль у фермах?
3. Як впливає довжина стержня на його стійкість?
4. Як змінюються внутрішні зусилля в фермі при зміщенні вузлів?

### Білет 13

1. Дайте визначення статично визначеної системи.
2. Опишіть метод вирізання вузлів.
3. Яке значення має визначення розрахункової схеми?
4. Як застосовується теорема Кастільяно для розрахунку переміщень?

### Білет 14

1. Що таке статично невизначена система?
2. Що таке метод моментної точки (метод Ріттера)?
3. Як класифікуються навантаження за напрямком дії?
4. Що таке принцип незалежності дії сил?

### Білет 15

1. Які методи використовуються для кінематичного аналізу?
2. Як використовується графічний метод для аналізу ферм?
3. Які характеристики матеріалів враховуються в будівельній механіці?
4. Як визначити переміщення за методом Верещагіна у фермових системах?

### Білет 16

1. Наведіть приклади статично визначених і невизначених систем.
2. Що таке робота зовнішніх сил?
3. Що таке рівновага конструкції?
4. Яке значення мають температурні впливи при розрахунку переміщень?

### Білет 17

1. Як визначити число ступенів вільності конструктивної системи?
2. Що таке узагальнені сили?
3. Які основні критерії перевірки геометричної незмінності системи?
4. Як враховуються осідання опор у розрахунках?



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 33

### Білет 18

1. У чому переваги багатопрольотних балок?
2. Як визначити роботу внутрішніх сил?
3. Чому статична визначеність важлива для розрахунку конструкцій?
4. У яких випадках використовується метод Мора?

### Білет 19

1. Що таке умови статичної визначеності?
2. У чому суть теореми про взаємність?
3. Як визначити тип системи за числом ступенів вільності?
4. Як визначити кількість надлишкових зв'язків у системі?

### Білет 20

1. Як визначити реакції опор у багатопрольотній балці?
2. Як визначити переміщення за методом Мора?
3. Що є основою кінематичного аналізу?
4. Як обчислити реакції опор методом сил?

### Білет 21

1. Що таке геометрична невизначеність балок?
2. Як впливають осідання опор на переміщення конструкції?
3. Як кінематичний аналіз впливає на вибір розрахункової схеми?
4. Які переваги та недоліки має метод сил?

### Білет 22

1. Як проводиться розрахунок згинального моменту в багатопрольотній балці?
2. Що таке температурні переміщення?
3. Чому системи з надлишковими ступенями вільності вважаються геометрично змінюваними?
4. Як проводиться розрахунок статично невизначених балок?

### Білет 23

1. Які етапи розрахунку багатопрольотної балки?
2. Як використовувати спосіб Верещагіна для визначення переміщень?
3. Як впливають умови підтримки на розподіл внутрішніх зусиль у балці?
4. Які фактори впливають на точність розрахунку методом переміщень?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 34

### Білет 24

1. Як впливає схема навантаження на розподіл зусиль у балці?
2. Що таке статично невизначена система?
3. Як побудувати епюру згинальних моментів у багатопрольотній балці?
4. Як визначити критичну точку в статично невизначеній системі?

### Білет 25

1. Що таке рамна система?
2. Які переваги статично невизначених систем?
3. Що таке поперечна сила? Як її розраховують?
4. Як метод переміщень враховує геометричні зміни в системі?

### Білет 26

1. Які умови статичної визначеності рам?
2. У чому суть методу сил?
3. Як розрахувати балку за змішаного типу навантаження?
4. Як розподіляються зусилля в нерозрізній балці за нерівномірного навантаження?

### Білет 27

1. Як проводиться розрахунок статично визначених рам?
2. Як розраховуються зусилля в системах методом сил?
3. Які наслідки виникають при неправильному визначенні розрахункової схеми балки?
4. Як рівняння трьох моментів застосовується до балок із різною жорсткістю?

### Білет 28

1. Що таке геометрична незмінність рам?
2. Що таке метод переміщень?
3. Як визначити внутрішні зусилля в рамних системах?
4. Які етапи розрахунку нерозрізних балок?

### Білет 29

1. У чому переваги рамних конструкцій?
2. Які етапи розрахунку за методом переміщень?
3. Що таке опорна реакція в рамах?
4. Як враховується взаємодія прольотів у нерозрізних балках?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 36 / 35</i>

### Білет 30

1. Як визначити опорні реакції в рамах?
2. У чому полягає основна різниця між методом сил і методом переміщень?
3. Як розраховується момент у вузлах рам?
4. Як оцінити стійкість стиснутого стержня під час поздовжнього навантаження?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК22- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 36 / 36

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чихладзе Е.Д. Будівельна механіка: Підручник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 320 с., рис. 234, табл. 14. – ISBN 978-966-2033-49-6
2. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: навчальний посібник / [В. А. Баженов, Г. М. Іванченко, О. В. Шишов, С. О. Пискунов]. – Київ: «Каравела», 2010. – 502 с. – ISBN 966-8019-60-1.
3. Моргун А. С., Сорока М. М. Будівельна механіка та будівельні конструкції: навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 243 с. – ISBN 978-966-641-385-0.
4. Яременко О.Ф., Шибанін В.С., Орлова А.М., Сорока М.М., Калініна Т.О. Будівельна механіка у прикладах: Посібник. – Одеса, 2003 р. – 246 с.
2. Попович Б.С., Давидчак О.Р. Будівельна механіка статично визначених стержневих систем: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 194 с. – ISBN 978-617-555-4.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Будівельна механіка: Конспект лекцій / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с. – URL: <https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/lecture-course/%D0%A8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C.%D0%91%D0%9C.%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>
2. Шпачук В. П. Конспект лекцій з курсу Будівельна механіка: для студентів 3 курсу денної форми навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво / В. П. Шпачук, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко, О. О. Чупринін; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с. URL: <https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/lecture-course/%D0%A8%D0%BF%D0%B0%D1%87%D1%83%D0%BA.%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%8F%D0%B4%D1%8C%D0%BA%D0%BE.%D0%91%D0%9C.%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>
3. Методичні рекомендації і завдання до організації самостійної роботи, підготовки до практичних занять і контрольних робіт із навчальної дисципліни «Будівельна механіка» (для бакалаврів 2–3 курсу денної і заочної форм навчання за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / уклад. О. О. Чупринін, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 41 с. – URL: <https://eprints.kname.edu.ua/56333/1/2019%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20168%D0%9C.pdf>