

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Кафедра механіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету конструювання та дизайну



Зіновій РУЖИЛО

“ 16 ” травня 2023 року

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри механіки

Протокол № 9 від 25 квітня 2023 р.

Завідувач кафедри механіки

Володимир БУЛГАКОВ

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП "Будівництво та цивільна інженерія"

Євген ДМИТРЕНКО

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Теоретична та будівельна механіка

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність 192 „Будівництво та цивільна інженерія”  
Освітня програма „Будівництво та цивільна інженерія”  
Факультет конструювання та дизайну  
Розробники проф., д.т.н. Булгаков В.М.,  
доц., к.фіз. – мат. н. Куценко А.Г.

2023 рік

## 1.Опис навчальної дисципліни

Теоретична та будівельна механіка – це наука про принципи та методи визначення напружено-деформованого стану типових розрахункових моделей, аналізу їх стійкості та динамічної поведінки. Як навчальна та наукова дисципліна теоретична та будівельна механіка базується на курсах вищої математики, фізики. Положення та методи теоретичної та будівельної механіки є безпосередньою основою для проектування сучасних споруд сільськогосподарського призначення.

### Теоретична та будівельна механіка: будівельна механіка

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень						
Освітньо-кваліфікаційний рівень		бакалавр				
Спеціальність		192 «Будівництво та цивільна інженерія»				
Освітня програма		освітньо-професійна				
<b>Характеристики навчальної дисципліни</b>						
Вид		Обов'язкова				
Загальна кількість годин		300				
Кількість кредитів ECTS		10				
Кількість змістовних модулів		8				
Форма контролю		Залік , екзамен, залік, екзамен				
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>						
		денна форма навчання			заочна форма навчання	
Рік підготовки (курс)		I, II, III			I, II	
Семестри		2, 3, 4, 5			2, 3	
Лекційні заняття		30 год	30 год	30 год	30 год	12 год
Практичні заняття				30 год	30 год	12 год
Лабораторні заняття		30 год	30 год			12 год
Самостійна робота		15 год	15 год	15 год	15 год	126 год
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання		4 год.	4 год.	4 год.	4 год.	-

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Отримані знання будуть корисні студентам при вивченні спеціальних дисциплін і при виконанні науково-дослідницьких і випускних робіт. В процесі вивчення дисципліни “Теоретична та будівельна механіка” у студентів формується інженерне мислення, яке дає можливість оптимізувати параметри будов сільськогосподарського призначення та сільськогосподарських машин. На лекціях розглядаються шляхи і методи розв’язання технічних завдань, на практичних заняттях відпрацьовуються навички застосування цих методів у конкретних виробничих ситуаціях.

Дисципліна забезпечує наступні компетенції:

- інтегральні компетенції (ІК):

**ІК.** Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії у процесі навчання, що передбачає застосування комплексу теорій та методів визначення міцності, стійкості, деформованості, моделювання, посилення будівельних конструкцій; подальшої безпечної експлуатації, реконструкції, зведення та монтажу

будівель та інженерних споруд; застосування систем автоматизованого проектування у галузі будівництва.

- загальні компетенції (ЗК):

**ЗК1** – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК2** - Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

**ЗК6** – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК7** – Навички міжособистісної взаємодії.

**фахові (спеціальні) компетентності (СК):**

**СК1** – Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.

**СК4** – Здатність обирати і використовувати відповідні обладнання, матеріали, інструменти та методи для проектування та реалізації технологічних процесів будівельного виробництва.

**СК7** – Спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у сфері архітектури та будівництва у непередбачуваних робочих контекстах.

**Програмні результати навчання (ПРН):**

**ПРН01** – Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

**ПРН02** – Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

**ПРН03** – Презентувати результати власної роботи та аргументувати свою позицію з професійних питань, фахівцям і нефахівцям, вільно спілкуючись державною та іноземною мовою.

**ПРН07** – Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни

- для повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	тижні	усього	у тому числі			усього	у тому числі			
			л	л.р.	с.р.		л	л.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Семестр 2</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Статика</b>										
Тема 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття і визначення	1	2	2			2				2
Тема 2. Основні поняття та аксіоми статички	2	2	2			2				2
Тема 3. Збіжна система сил	3	6	2	2	2	10	1	1		8
Тема 4. Плоска довільна система сил	4	8	2	4	2	7	1	1		5
Тема 5. Плоскі ферми. Визначення опорних реакцій.	5	8	2	4	2	7	1	1		5
Тема 6. Просторові	6	6	2	2	2	7				7

системи сил										
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		34	12	14	8	35	3	3		29
<b>Змістовий модуль 2. Кінематика</b>										
Тема 7. Способи визначення руху точки у просторі	7	8	2	4	2	6	1			5
Тема 8. Швидкість руху точки	8	5	2	2	1	6		1		5
Тема 9. Прискорення руху точки	9	5	2	2	1	6		1		5
Тема 10. Прості рухи твердого тіла	10	8	2	4	2	3	1			2
Тема 11. Плоскопаралельний рух тіла	11	4	2	2		1	1			
Тема 12. План швидкостей при плоско паралельному русі	12	5	2	2	1	6		1		5
Тема 13. Складний рух точки	13	2	2			5				5
Тема 14. Теорема Коріоліса	14	2	2							2
Тема 15. Рух твердого тіла навколо нерухомої точки	15	2	2			5				5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		41	18	16	7	40	3	3		34
<b>Усього годин за 2 семестр</b>		75	30	30	15	75	6	6		63
<b>Семестр 3</b>										
<b>Змістовий модуль 3. Динаміка матеріальної точки і системи</b>										
Тема 16. Основні поняття динаміки. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Перша задача	1	5	2	2	1	6		1		5
Тема 17. Друга задача динаміки матеріальної точки	2	5	2	2	1	6	1			5
Тема 18. Диференціальні рівняння вільних коливань матеріальної точки	3	5	2	2	1	3		1		2
Тема 19. Диференціальні рівняння змушених коливань матеріальної точки	4	5	2	2	1	6	1			5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 20. Матеріальна система. Геометрія мас матеріальної системи	5	4	2	2		5				5
Тема 21. Диференціальні рівняння руху матеріальної системи. Закон збереження руху центра мас	6	6	2	2	2	5	1			4
Тема 22. Основи динаміки твердого тіла. Диференціальні рівняння руху	7	6	2	2	2	6		1		5
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>		36	14	14	8	37	3	3		31
<b>Змістовий модуль 4. Загальні теореми динаміки, основи аналітичної механіки</b>										
Тема 23. Загальні теореми динаміки. Кількість руху матеріальної точки і системи	8	6	2	2	2	5		1		4
Тема 24. Момент кількості руху матеріальної точки і системи	9	5	2	2	1	5	1			4
Тема 25. Робота і потужність. Поняття про кінетичну енергію	10	4	2	2		5	1			4
Тема 26. Потенціальне силове поле. Закон збереження механічної енергії	11	4	2	2		3		1		2
Тема 27. Кінетостатика матеріальної точки і твердого тіла	12	4	2	2		5		1		4
Тема 28. Аналітичні принципи Лагранжа. Загальне рівняння динаміки	13	6	2	2	2	5				5
Тема 29. Диференціальні рівняння матеріальних систем в узагальнених координатах	14	4	2	2		4				4
Тема 30. Рівняння Лагранжа другого роду	15	6	2	2	2	6	1			5
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>		39	16	16	7	38	3	3		32
<b>Усього годин за 3 семестр</b>		75	30	30	15	75	6	6		63

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	тижні	усього	у тому числі			усього	у тому числі			
			л	п.з.	с.р.		л	п.з.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Семестр 4</b>										
<b>Змістовий модуль 5. Розрахунок складених статично визначених систем</b>										
Тема 31. Кінематичний аналіз плоских систем	1.	4	2	2		3	1			2
Тема 32. Кінематичний аналіз плоских систем	2.	6	2	2	2	5				5
Тема 33. Дослідження напруженого стану простих балок	3.	4	2	2		5				5
Тема 34. Кінематичний аналіз складеної балки	4.	6	2	2	2	3		1		2
Тема 35. Побудова епюр внутрішніх зусиль для складеної балки.	5.	8	2	2	4	9	2	2		5
Тема 36. Побудова ліній впливу опорних реакцій для простих статично визначених балок	6.	4	2	2		5				5
Тема 37. Побудова ліній впливу згинаючих моментів для простих балок	7.	4	2	2		5				5
Тема 38. Побудова ліній впливу поперечних сил для простих балок	8.	4	2	2		5				5
<b>Всього за 5 модуль</b>		40	16	16	8	40	3	3		34
<b>Змістовий модуль 6. Розрахунок ферм</b>										
Тема 39. Побудова ліній впливу внутрішніх факторів для консольної балки.	9.	4	2	2		5				5
Тема 40. Побудова ліній впливу опорних реакцій для складених балок загальним методом.	10.	4	2	2		5				5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 41. Побудова ліній впливу опорних реакцій для складених балок кінематичним методом.	11.	4	2	2		5				5
Тема 42. Розрахунок плоских ферм. Спосіб вирізання вузлів	12.	6	2	2	2	5	1	1		3
Тема 43. Розрахунок плоских ферм. Метод Ріттера	13.	6	2	2	2	5	1	1		3
Тема 44. Розрахунок плоских ферм. Спосіб сумісності перерізів	14.	5	2	2	1	5				5
Тема 45. Розрахунок плоских ферм від снігового навантаження	15.	6	2	2	2	5	1	1		3
<b>Всього за 6 модуль</b>		35	14	14	7	35	3	3		29
<b>Всього за 4 семестр</b>		75	30	30	15	75	6	6		63
<b>Змістовий модуль 7. Розрахунок арок</b>										
Тема 46. Визначення опорних реакцій простих арок	16.	5	2	2	1	5				5
Тема 47. Побудова епюр повздовжніх сил для простих арок	17.	5	2	2	1	4	1			3
Тема 48. Побудова епюр поперечних сил для простих арок	18.	5	2	2	1	5				5
Тема 49. Побудова епюр згинаючого моменту для простих арок	19.	5	2	2	1	4	1			4
Тема 50. Трьохшарнірні системи. Визначення опорних реакцій для складеного кривого бруса від вертикального навантаження.	20.	5	2	2	1	4		1		4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 51. Визначення опорних реакцій для складеного кривого бруса від довільно прикладеного навантаження.	21.	5	2	2	1	4	1			3
Тема 52. Побудова епюр повздовжніх та поперечних сил зусиль для складеного кривого бруса.	22.	5	2	2	1	4		1		5
Тема 53. Побудова епюр внутрішніх зусиль для складеного кривого бруса.	23.	5	2	2	1	4		1		3
<b>Всього за 7 модуль</b>		40	16	16	8	40	3	3		34
<b>Змістовий модуль 8. Розрахунок статично невизначених складених рам</b>										
Тема 54. Розрахунок трьохшарнірних арок на рухоме навантаження	24.	4	2	2		5				5
Тема 55. Розрахунок статично визначених плоских рам	25.	6	2	2	2	3	1			2
Тема 56. Розрахунок статично визначених плоских складених рам	26.	6	2	2	2	3		1		2
Тема 57. Розрахунок статично невизначених систем методом сил.	27.	5	2	2	1	8	1	2		5
Тема 58. Розрахунок статично невизначених систем методом переміщень.	28.	6	2	2		6	1			5
Тема 59. Розрахунок статично невизначених складених плоских рам.	29.	6	2	2	2	5				5
Тема 60. Стійкість споруд. Метод переміщень	30.	4	2	2		5				5
<b>Всього за 8 модуль</b>		35	14	14	7	35	3	3		29
<b>Всього за 5 семестр</b>		75	30	30	15	75	6	6		63



#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кінематичний аналіз складеної балки.	2
2.	Визначення опорних реакцій складеної балки	2
3.	Перевірка статичної рівноваги складеної балки	2
4.	Побудова епюри повздовжних сил для складеної балки	2
5.	Побудова епюри поперечних сил для складеної балки	2
6.	Побудова епюри згинаючого моменту для складеної балки	2
7.	Побудова ліній впливу реакцій для шарнірної балки	2
8.	Побудова ліній впливу згинаючого моменту для шарнірної балки	2
9.	Побудова ліній впливу поперечних сил для шарнірної балки	2
10.	Побудова ліній впливу внутрішніх зусиль для консольної балки	2
11.	Кінематичний аналіз ферми	2
12.	Розрахунок ферми методом вирізання вузлів	2
13.	Розрахунок ферми методом Ріттера або сумісності перерізів	2
14.	Розрахунок ферми від снігового навантаження	2
15.	Розрахунок ферми на жорсткість	2
16.	Визначення опорних реакцій кривого бруса	4
17.	Побудова епюри повздовжних сил для кривого бруса	2
18.	Побудова епюри поперечних сил для кривого бруса	2
19.	Побудова епюри згинаючого моменту для кривого бруса	2
20.	Визначення опорних реакцій трьохшарнірної арки	2
21.	Побудова епюри повздовжних сил для кривого бруса	2
22.	Побудова епюри поперечних сил для кривого бруса	2
23.	Побудова епюри згинаючого моменту для кривого бруса	2
24.	Кінематичний аналіз плоских рам	2
25.	Побудова епюри повздовжних і поперечних сил для простої рами	2
26.	Побудова епюри згинаючого моменту для простої рами	2
27.	Розрахунок статично невизначаних складених рам	6
	Разом	120

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження рівнодійної плоскої системи збіжних сил	4
2.	Дослідження рівноваги тіла під дією плоскої системи збіжних сил	4
3.	Дослідження рівноваги тіла під дією плоскої системи довільних сил	4
4.	Дослідження рівноваги валу під дією просторової системи довільних сил	4
5.	Дослідження рівноваги плити під дією просторової системи довільних сил	4
6.	Дослідження центру ваги плоских тіл	4
7.	Визначення передаточних відношень зубчастих механізмів	4
8.	Дослідження кінематики плоского руху механізму	4
9.	Дослідження вільних коливань пружинного маятника	4
10.	Дослідження закону збереження руху центра мас механічної системи	4
11.	Дослідження теореми про зміну кінетичного моменту механічної системи	4

12	Дослідження теореми про зміну кінетичної енергії механічної системи	4
13.	Дослідження закону збереження енергії механічної системи	4
14.	Дослідження принципу Д'Аламбера при визначенні реакцій в'язей динамічних систем	4
15.	Дослідження коливань механічної системи із одним ступенем вільності	4

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Рівновага систем збіжних сил	2
2.	Рівновага плоских систем довільних сил	2
3.	Рівновага просторових систем довільних сил	2
4.	Способи визначення руху точки у просторі	2
5.	Швидкість руху точки. Прискорення руху точки	2
6.	Прості рухи твердого тіла	2
7.	План швидкостей при плоско паралельному русі	2
8.	Складний рух точки	2
9.	Основні задача динаміки матеріальної точки	2
10.	Диференціальні рівняння коливань матеріальної точки	2
11.	Диференціальні рівняння руху матеріальної системи. Закон збереження руху центра мас	2
12.	Основи динаміки твердого тіла.	2
13.	Аналітичні принципи Лагранжа. Загальне рівняння динаміки	2
14.	Диференціальні рівняння матеріальних систем в узагальнених координатах	2
15.	Рівняння Лагранжа другого роду	2
16.	Кінематичний аналіз плоских систем	4
17.	Побудова епюр внутрішніх зусиль для складеної балки	4
18.	Розрахунок плоских ферм від технологічного навантаження різними способами	5
19.	Розрахунок плоских ферм від снігового навантаження	2
20.	Розрахунок кривих брусів	4
21.	Розрахунок трьохшарнірних арок	4
22.	Розрахунок статично визначених плоских рам	2
23.	Розрахунок статично визначених плоских складених рам	2
24.	Розрахунок статично невизначених плоских складених рам	3
25.	Разом	60

### 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

#### Контрольні питання

1. Який кут складає вектор сили з віссю, якщо він проектується в натуральну величину?
2. Скільки обмежень руху накладає сферичний шарнір?
3. Якою відстанню між центром і вектором сили характеризується плече?
4. Якими параметрами характеризується момент сили відносно центра?
5. В яке рівняння рівноваги може входити момент пари сил?
6. Хто є автором теореми: "Момент рівнодійної відносно центра і осі дорівнює сумі моментів складових"?
7. До яких силових факторів зводиться будь-яка система довільних сил?

8. При якому співвідношенні між кількістю вузлів  $m$  і кількістю стержнів  $n$  плоска ферма буде геометрично незмінною і статично визначеною?
9. Які умови рівноваги плоскої системи довільних сил?
10. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя ковзання?
11. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя кочення?
12. Скільки умов рівноваги має просторова система довільних сил?
13. Що є незмінним при зміні центра зведення просторової системи довільних сил?
14. Скільки реакцій дає жорстке закріплення при просторовому навантаженні консолі?
15. Яка із сил створює момент відносно осі?
16. Момент сили відносно осі дорівнює моменту сили відносно центра, помноженому на тригонометричну функцію кута між ними. Яка ця функція?
17. Який спосіб визначення руху точки використовується в теорії?
18. Які способи визначення руху точки використовуються при розв'язуванні задач?
19. Що називається швидкістю точки?
20. Що називається прискоренням точки?
21. Що характеризує радіус – вектор точки?
22. Як визначається прискорення точки при векторному способі?
23. Які координати, як функції часу використовують при координатному способі?
24. Як визначити траєкторію руху точки при координатному способі?
25. Як визначити швидкість руху точки при координатному способі?
26. Як визначити прискорення точки при координатному способі?
27. Що є предметом динаміки?
28. Що зветься інертністю матеріального тіла?
29. Як формулюється основний закон динаміки?
30. Що таке інерціальна система відліку?
31. Як записати диференціальне рівняння руху матеріальної точки у векторній формі?
32. Як записати диференціальні рівняння руху матеріальної точки в декартових координатах?
33. Як записати диференціальні рівняння руху матеріальної точки в натуральних осях?
34. Яка перша задача динаміки?
35. Яка друга задача динаміки?
36. Як визначають довільні сталі при розв'язуванні диференціальних рівнянь руху точки?
37. Який рух є гармонійним коливальним рухом?
38. Що таке амплітуда коливань?
39. Що таке колова частота коливань?
40. Що зветься періодом коливань?
41. Які коливання зветься вільними?
42. Чому дорівнює маса матеріальної системи?
43. Що таке центр мас матеріальної системи?
44. Яка одиниця вимірювання моменту інерції тіла відносно осі?
45. Що зветься кількістю руху матеріальної точки котра має масу, швидкість і прискорення?
46. Чому дорівнює кількість руху механічної системи масою  $m$ ?
47. Що таке елементарний імпульс сили?
48. Який вид має диференціальне рівняння обертального руху тіла?
49. Скільки диференціальних рівнянь описує плоскопаралельний рух тіла?
50. Чому дорівнює робота сили тертя ковзання при русі катка по дорозі без проковзування?
51. При якому куті між силою і швидкістю робота сили дорівнює нулю?
52. Які сили здійснюють від'ємну роботу?
53. Елементарна робота сили, яка прикладена до обертального тіла, дорівнює добутку моменту цієї сили відносно осі на переміщення. Яке переміщення мається на увазі?
54. Чому дорівнює кінетична енергія матеріальної точки?
55. У яких одиницях вимірюється кінетична енергія?
56. Чому дорівнює кінетична енергія механічної системи?

57. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при поступальному русі?
58. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при його обертанні навколо нерухомої осі?
59. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при його плоскопаралельному русі?
60. Чому дорівнює зміна кінетичної енергії матеріальної точки за певний час?
61. Чому дорівнює зміна кінетичної енергії механічної системи за певний час?
62. Що називають силою інерції матеріальної точки?
63. В чому полягає суть принципу д'Аламбера для матеріальної точки і механічної системи?
64. В якому випадку динамічні реакції опор не залежать від кутової швидкості обертання тіла?
65. Скільки ступенів вільності має абсолютно вільне тіло у просторі?
66. Чому дорівнює робота реакції ідеальної в'язі (без тертя)?
67. Як відбуваються можливі переміщення?
68. Як звести реальну в'язь з тертям до ідеальної?
69. Як зветься сила, елементарна робота якої дорівнює сумі елементарних робіт діючих сил?
70. Назвіть умову рівноваги динамічної системи в узагальнених координатах.
71. Основні положення та рівняння будівельної механіки.
72. Ознаки незмінності шарнірно – стержневої системи. Необхідна та достатня умови.
73. Ознаки незмінності системи, яка складається з двох дисків.
74. Ознаки незмінності системи, яка складається з трьох дисків.
75. Поняття про епюри.
76. Епюри згинаючих моментів та поперечних сил в перерізі простої балки.
77. Епюри зусиль у двоконсольній балці.
78. Епюри зусиль для багато прольотних статично визначених балок.
79. Визначення зусиль за еквівалентним навантаженням.
80. Поняття про ферму. Статична визначеність ферм.
81. Класифікація плоских ферм.
82. Визначення зусиль в стержнях ферми способом вирізання вузлів. Поняття нульового стержня.
83. Трьохшарнірна арка. Аналітичне визначення реакцій.
84. Трьохшарнірна арка. Визначення зусиль в перерізі.
85. Епюра згинаючого моменту в перерізах трьохшарнірної арки.
86. Епюра поперечної сили в перерізах трьохшарнірної арки.
87. Епюра повздовжньої сили в перерізах трьохшарнірної арки.
88. Теорія переміщень. Робота зовнішніх сил (Теорема Клайперона).
89. Теорія переміщень. Можливі переміщення. Можлива робота сил. Теорема про взаємність можливих робіт зовнішніх сил.
90. Теорема Мора. Аналітичний вираз теореми Мора.
91. Теорема про взаємність робіт та переміщень. Теорема Бетті.
92. Теорема Максвела.
93. Формули для визначення переміщень, які базуються на теоремі Максвела.
94. Формули для визначення переміщень, які базуються на теоремі Мора.
95. Спрощена техніка обчислення переміщень за допомогою способу Верещагіна.
96. Переміщення від навантажень, які викликають пружні осадки опор.
97. Статично невизначені системи. Формула для визначення степеня статичної невизначеності системи.
98. Розрахунок рам методом сил. Основна система. Загальний порядок розрахунку.
99. Розрахунок рам методом сил. Канонічні рівняння та знаходження їх коефіцієнтів.
100. Розрахунок рам методом сил. Перевірка правильності обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь.
101. Розрахунок рам методом сил. Побудова сумарної епюри моментів поперечних та повздовжніх сил.

102. Спрощений розрахунок симетричних рам методом сил.  
 103. Розрахунок рам методом переміщень. Кінематична невизначеність. Два види рам. Степінь кінематичної невизначеності.  
 104. Розрахунок рам методом переміщень. Співвідношення між моментами на кінцях та кутовими деформаціями для стержнів з жорстким закріпленням кінців.  
 105. Розрахунок рам методом переміщень в канонічній формі.  
 106. Розрахунок нерозрізних балок методом сил. Рівняння трьох моментів.  
 107. Просторові ферми. Аналітична та геометрична ознака незмінності. Розрахунок.

### Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

#### 1. Якщо два диски з'єднані простою припайкою, то:

1	виключається можливість їх взаємних поступальних переміщень
2	допускається одне взаємне переміщення вздовж фіксованої прямої
3	виключаються взаємні лінійні та кутові переміщення дисків
4	перешкоджає лінійному переміщенню одного диска по відношенню до іншого

**Правильна відповідь: 3.**

#### 2. Якщо два диски з'єднані муфтою, то:

1	виключається можливість їх взаємних поступальних переміщень
2	допускається одне взаємне переміщення вздовж фіксованої прямої
3	виключаються взаємні лінійні та кутові переміщення дисків
4	перешкоджає лінійному переміщенню одного диска по відношенню до іншого

**Правильна відповідь: 2**

#### 3. Якщо два диски з'єднані простим циліндричним шарніром, то:

1	виключається можливість їх взаємних поступальних переміщень
2	допускається одне взаємне переміщення вздовж фіксованої прямої
3	виключаються взаємні лінійні та кутові переміщення дисків
4	перешкоджає лінійному переміщенню одного диска по відношенню до іншого

**Правильна відповідь: 1**

#### 4. Якщо два диски з'єднані кінематичною в'яззю, то:

1	виключається можливість їх взаємних поступальних переміщень
2	допускається одне взаємне переміщення вздовж фіксованої прямої
3	виключаються взаємні лінійні та кутові переміщення дисків
4	перешкоджає лінійному переміщенню одного диска по відношенню до іншого

**Правильна відповідь: 4**

#### 5. Скільки етапів включає в себе кінематичний аналіз конструкції?

*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)*

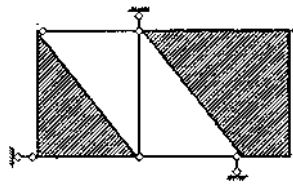
**Правильна відповідь: 2 „два”**

#### 6. Ступінь геометричної змінюваності системи визначається за формулою:

*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)*

**Правильна відповідь:  $G = 3D + 2B - 3П - 2Ш - C - 3$**

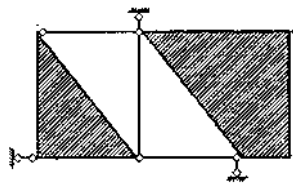
7. Скільки дисків і кінематичних в'язей містить дана конструкція?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)

Правильна відповідь:  $D = 3, C = 6$

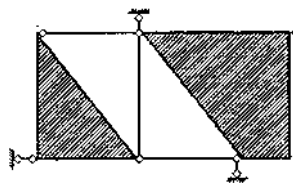
8. Запишіть формулу Чебишова для даної конструкції



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma = 3 \cdot 3 - 6 - 3 = 9 - 9 = 0$

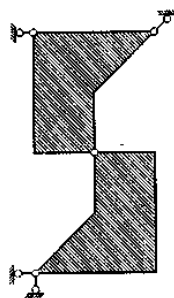
9. За скільки етапів монтажу будеться розрахункова схема даної конструкції ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: два

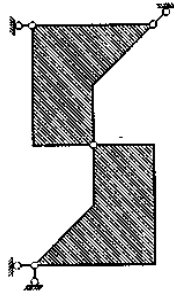
10. Скільки дисків і кінематичних в'язей містить дана конструкція?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)

Правильна відповідь:  $D = 3, C = 4$

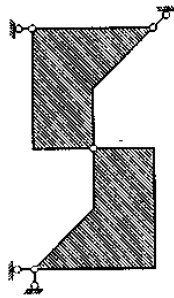
11. Запишіть формулу Чебишова для даної конструкції



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 3 - 2 \cdot 1 - 4 - 3 = 9 - 9 = 0$

12. За скільки етапів монтажу будується розрахункова схема даної конструкції?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: один

13. Підберіть правильні означення:

1. Кінематична в'язь	A. з'єднання, що виключає можливість їх взаємних поступальних переміщень
2. Простий циліндричний шарнір	B. з'єднання, що допускає одне взаємне переміщення вздовж фіксованої прямої
3. Проста припайка	C. з'єднання, що виключає взаємні лінійні та кутові переміщення дисків
4. Муфта	D. з'єднання, що перешкоджає лінійному переміщенню одного диска по відношенню до іншого

Правильна відповідь: 1-D, 2-A, 3-C, 4-B

14. Спосіб Шухова це - коли:

1	шарнірний вузол з'єднаний з диском двома кінематичними в'язями
2	два диски поєднанні трьома кінематичними в'язями
3	два диски поєднанні шарніром і кінематичною в'яззю
4	три диски з'єднанні трьома шарнірами, що не лежать на одній прямій

Правильна відповідь: 2

15 Спосіб Полонсо це - коли:

1	шарнірний вузол з'єднаний з диском двома кінематичними в'язями
---	--

2	два диски поєднанні трьома кінематичними в'язями
3	два диски поєднанні шарніром і кінематичною в'яззю
4	три диски з'єднанні трьома шарнірами, що не лежать на одній прямій

**Правильна відповідь: 3**

**16. Спосіб шарнірного трикутника це - коли:**

1	шарнірний вузол з'єднаний з диском двома кінематичними в'язями
2	два диски поєднанні трьома кінематичними в'язями
3	два диски поєднанні шарніром і кінематичною в'яззю
4	три диски з'єднанні трьома шарнірами, що не лежать на одній прямій

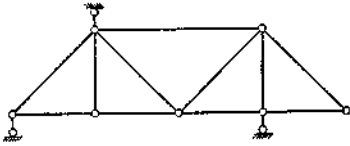
**Правильна відповідь: 4**

**17. Підберіть правильні способи з'єднання:**

1. Спосіб Шухова	A. шарнірний вузол з'єднаний з диском двома кінематичними в'язями
2. Спосіб Полонсо	B. два диски з'єднанні трьома кінематичними в'язями
3. Спосіб діади	C. два диски з'єднанні шарніром і кінематичною в'яззю
4. Спосіб шарнірного трикутника	D. три диски з'єднанні трьома шарнірами, що не лежать на одній прямій

**Правильна відповідь: 1-B, 2-C, 3-A, 4-D**

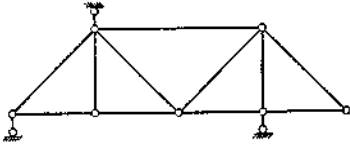
**18. Запишіть формулу Чебишова для даної конструкції**



*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)*

**Правильна відповідь:  $\Gamma = 3 \cdot 1 + 2 \cdot 7 - 14 - 3 = 17 - 17 = 0$**

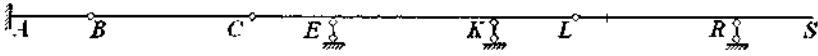
**19. За скільки етапів монтажу буде утворюватися розрахункова схема даної конструкції?**



*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)*

**Правильна відповідь: 6**

**20. За скільки етапів монтажу буде утворюватися розрахункова схема даної конструкції?**

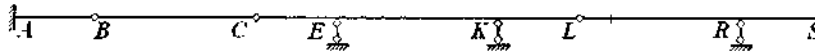




(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 3

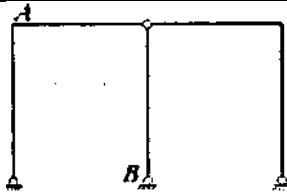
21. Запишіть формулу Чебишова для даної балки



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 5-3 \cdot 1-2 \cdot 3-3-3=15-15=0$

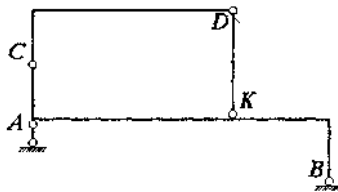
22. Запишіть формулу Чебишова для даної рами\*



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 4-2 \cdot 5-3=12-13=-1$

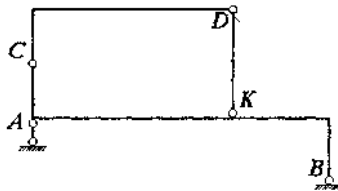
23. Запишіть формулу Чебишова для даної конструкції



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 4-2 \cdot 4-1-3=12-12=0$

24. За скільки етапів монтажу будуватиметься розрахункова схема даної конструкції?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 2

25. Запишіть формулу Чебишова для даної балки



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3=12 - 13=-1$

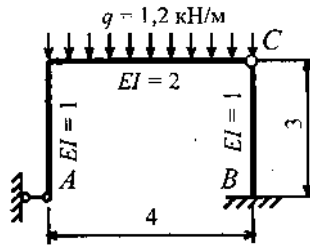
26. Запишіть формулу Чебишова для даної балки



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:  $\Gamma=3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 3=12 - 12=0$

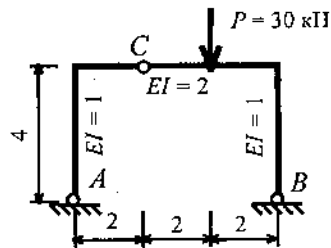
27. Чому дорівнює реакційний момент  $M_B$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 9,6 кН·м

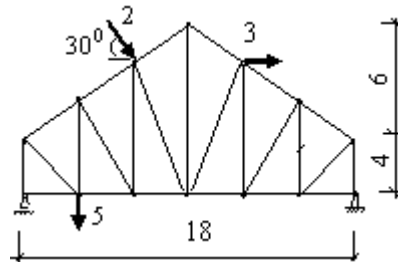
28. Чому рівна реакція  $H_A$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 5 кН

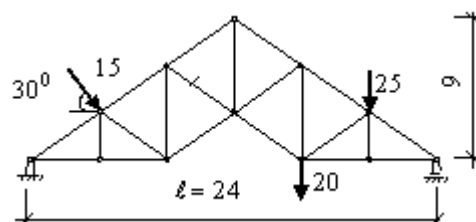
29. Знайти зусилля у позначеному стержні ферми



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: кН

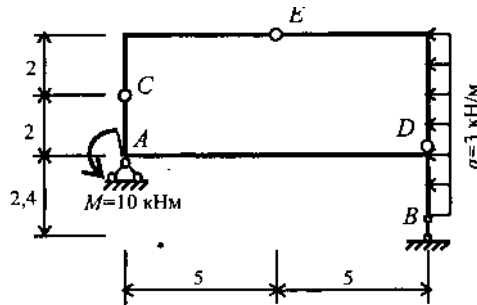
30. Знайти зусилля у позначеному стержні ферми



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: кН

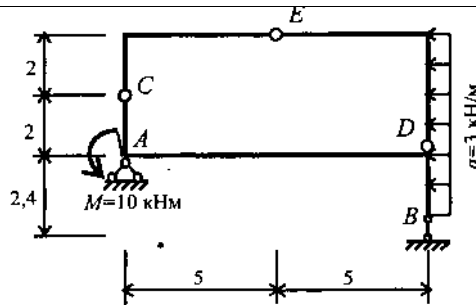
31. Чому дорівнює реакція  $V_D$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: -1,6 кН

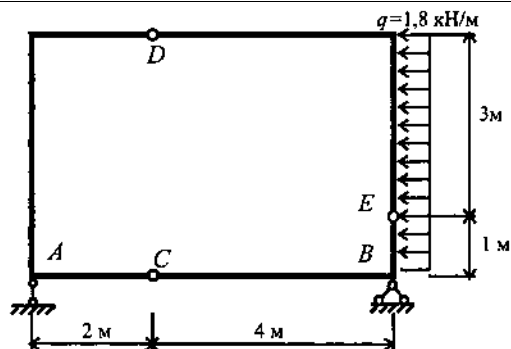
32. Чому реакція  $H_D$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: -8 кН

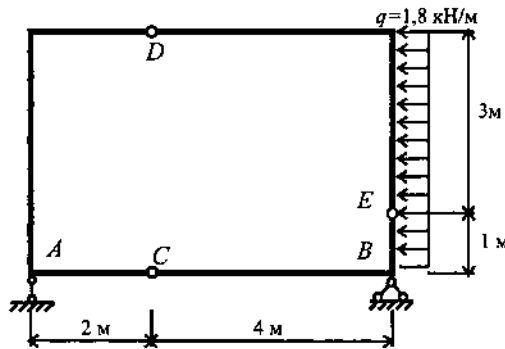
33. Чому дорівнює реакція  $V_D$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 1,125 кН

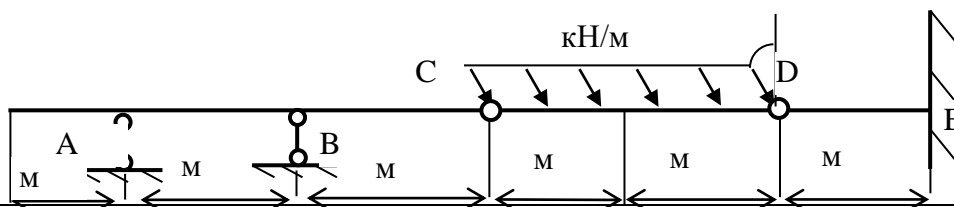
34. Чому рівна реакція  $H_B$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 1,2 кН

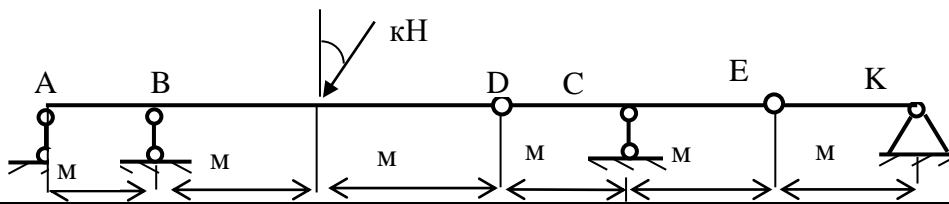
35. Чому дорівнює реакційний момент  $M_E$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 26,5 кН·м

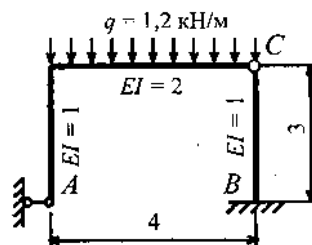
36 Чому дорівнює реакція  $V_B$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь: 18,75 кН

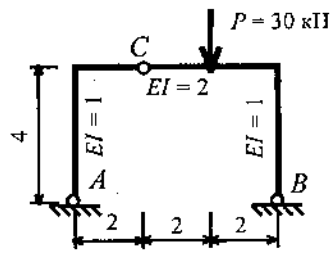
37 Чому дорівнює кут повороту шарніра А?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

Правильна відповідь:

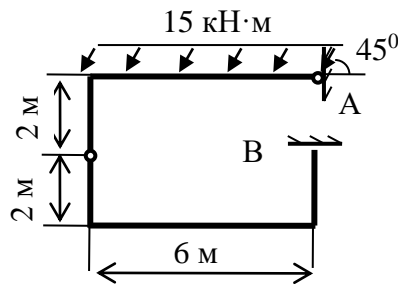
38 Чому рівний кут зламу шарніра С?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

**Правильна відповідь: 5 кН**

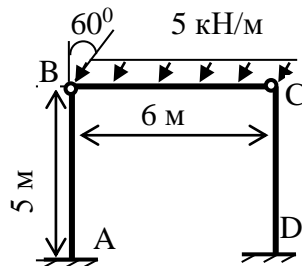
### 39 Чому дорівнює реакція $H_A$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

**Правильна відповідь:**

### 40 Чому дорівнює реакція $H_A$ ?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією формулою)

**Правильна відповідь:**

#### 8. Методи навчання.

При викладанні даної дисципліни використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

#### 9. Форми контролю.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з початкової дисципліни «Теоретична та будівельна механіка».

Поточний контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає усне експрес-опитування під час аудиторних занять, проведення 2 письмових модульних контрольних робіт та виконання практичних робіт.

#### 10/Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинної редакції "Положення про екзамени та заліки у НУБіП України".

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **R**<sub>дис</sub> (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **R**<sub>нр</sub> (до 70 балів): **R**<sub>дис</sub> = **R**<sub>нр</sub> + **R**<sub>ат</sub>.

### 11. Навчально-методичне забезпечення

Перелік наочних та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів.

№ пор	Назва	Кількість
1	2	4
1.	ЕНК <a href="#">Курс: Теоретична та будівельна механіка (БЦ). Ч2: Будівельна</a> <input checked="" type="checkbox"/> ( <a href="http://nubip.edu.ua">nubip.edu.ua</a> )	1 прим.
2.	<a href="#">Теоретична механіка (БЦ) 1</a> <input checked="" type="checkbox"/>   <a href="#">Навчальний портал НУБіП</a> ( <a href="http://nubip.edu.ua">nubip.edu.ua</a> )	1 прим.
2.	Навчальний посібник	Електронна версія
3	Методичні розробки.	Електронна версія

### 12. Рекомендовані джерела інформації

#### Основні:

1. Булгаков В.М., Яременко В.В., Черниш О.М., Березовий М.Г. Теоретична механіка. Підручник. – К. Центр учбової літератури, 2017. – 704 с.
2. Булгаков В.М., Головач І.В., Черниш О.М. та ін. Теоретична механіка. Навчальний посібник – Київ: НУБіПУ, 2023. – 347 с.
3. Куценко А.Г., Бондар М.М., Яременко В.В. Будівельна механіка. Навчальний посібник. Перше перевидання. – Київ: 2019 – 702 с.
4. Куценко А.Г., Бондар М.М. Теоретична та будівельна механіка. Методичні вказівки для студентів спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» до виконання самостійної роботи з будівельної механіки (змістовні модулі 1 та 2)/ - К.: Електронне видання, 2022.– 102 с.
5. Теоретична та будівельна механіка. Методичні вказівки для студентів спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» до виконання самостійної роботи з будівельної механіки (змістовні модулі 3 та 4)/ Куценко А.Г., Бондар М.М. - К.: Електронне видання, 2022.– 132 с.

### Допоміжні:

1. Булгаков В.М., Калетнік Г.М., Гриник І.В., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка в прикладах і завданнях / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 348 с.
2. Будівельна механіка: Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування/ В.А.Баженов, Г.М.Іванченко, О.В.Шишов, С.О.Пискунов. – К., 2013 – 439 с.
3. В.А.Баженов, А.В.Перельмутер, О.В.Шишов. Будівельна механіка. К.: Каравела, 2009.–Комп'ютерні технології.
4. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Гриник І.В., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка: навч. посібник для практич. занять / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 576 с.

### 13. Інформаційні ресурси

<https://www.youtube.com/>  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/>  
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>  
<http://www.tib.uni-hannover.de/>  
<http://www.bookshop.ua/>