

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра будівельної механіки та гідравліки

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ

«БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»
(спецкурс)

Харків - 2014

Робочу навчальну програму розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки 10 травня 2012 р., протокол № 8.

Робочу програму з будівельної механіки (спецкурс) призначено для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної скороченої форм підготовки за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво».

Укладачі:

доценти Г.Л. Ватуля,
Л.Б. Кравців

Рецензент

проф. А.А. Пługін

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ

«БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»
(спецкурс)

Відповідальний за випуск Ватуля Г.Л.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 15.08.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**Українська державна академія залізничного транспорту
Кафедра будівельної механіки та гідравліки**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор

« _____ »

_____ 2014 року

<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напрямку підготовки _____</p> <p>(шифр і назва напрямку підготовки)</p> <p>Декан факультету _____</p> <p>(найменування факультету)</p> <p>(підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p>« _____ » _____ 20...р.</p>	<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напрямку підготовки _____</p> <p>(шифр і назва напрямку підготовки)</p> <p>Декан факультету _____</p> <p>(найменування факультету)</p> <p>(підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p>« _____ » _____ 20...р.</p>	<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напрямку підготовки <u>6.060101 «Будівництво»</u></p> <p>(шифр і назва напрямку підготовки)</p> <p>Декан факультету _____ <u>будівельного</u> (найменування факультету)</p> <p><u>Скорик О.О.</u> (підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p>« _____ » _____ 2014 р.</p>
--	--	--

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА» (спецкурс)

(назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки _____ 6.060101 «Будівництво» _____

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____ «Промислове та цивільне будівництво» (скорочена форма)

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

Факультет _____ будівельний _____

(назва інституту, факультету, відділення)

Харків – 2014 рік

Робоча програма з будівельної механіки (спецкурс) для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної скороченої форм підготовки за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво».
«___» _____, 2014 року - __ с.

Розробники:

Г.Л. Ватуля, завідувач кафедри будівельної механіки та гідравліки, к.т.н, доцент
Л.Б. Кравців, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки, к.т.н, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки Української державної академії залізничного транспорту.

Протокол від «20» серпня 2012 року № 1.

Завідувач кафедри будівельної механіки та гідравліки _____ (Ватуля Г.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 2012 року

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за напрямом підготовки (спеціальністю)

6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво»
(шифр, назва)

Протокол від «30» серпня 2012 року № 1.

«___» _____ 2012 року. Голова _____ (Трикоз Л.В.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Перезатвердження робочої програми навчального курсу

Навчальний рік	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Підпис декана факультету				
Підпис декана факультету				
Підпис декана факультету				
Підпис голови методичної комісії факультету				
Дата засідання кафедри	20.08.12			
Номер протоколу	1			
Підпис зав. кафедри				

© Ватуля Г.Л., 2012
рік
© Кравців Л.Б., 2012
рік

1 Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1.1

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>0601 Будівництво та архітектура</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки* <u>6.060101</u> <u>«Будівництво»</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність:**	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 5	—	3-й	3-й
Загальна кількість годин – 144	—	Семестр	
	—	6-й	6-й
	—	Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>аудиторних – 5</i> <i>самостійної роботи студента – 4</i>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	48 год	8 год
		Практичні, семінарські	
		32 год	8 год
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		64 год	128 год
		Індивідуальні завдання:	
24 год	24 год		
		Вид контролю: іспит	

Примітка – Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 80/64;

для заочної форми навчання – 16/128.

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчити принципи і методи розрахунку споруд на міцність, жорсткість і стійкість.

Завдання: навчити студентів кваліфіковано виконувати розрахунки транспортних споруд та конструкцій на вказані види впливів, правильно вибирати конструкційні матеріали та форми, які б відповідали вимогам показників безпеки, економічності та ефективності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: методи розрахунку статично невизначних конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість, що використовуються при проектуванні та реконструкції транспортних споруд;

вміти: виконувати розрахунки конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість при рухомому та нерухомому навантаженні, температурних впливах та зміщенні опорних чи інших зв'язків, враховуючи різноманітні умови навантаження та роботи, в тому числі динамічні впливи.

3 Програма навчальної дисципліни

Заліковий кредит 1 – «Будівельна механіка» (спецкурс), 144 години, 4 кредити ECTS.

Модуль 1 – змістовий модуль 1, 2 та 3.

Модуль 2 – змістовий модуль 4 та 5.

Модуль 1. Методи розрахунку статично невизначних систем

Змістовий модуль 1. Розрахунок статично невизначних рам методом сил

Тема 1. Поняття про статично невизначні системи. Методи їх розрахунку, переваги та недоліки, поняття про основні невідомі. Сутність методу сил. Ступінь статичної невизначності плоских систем. Основна система методу сил. Канонічні рівняння методу сил, їх фізичний зміст та матричний запис. Визначення та перевірка коефіцієнтів і вільних членів системи канонічних рівнянь. Побудова епюр M , Q , N у заданій статично невизначній системі та їх перевірка.

Тема 2. Розрахунок симетричних статично невизначних систем методом сил. Розрахунок статично невизначних систем методом сил на температуру та зміщення опорних зв'язків.

Змістовий модуль 2. Розрахунок статично невизначних рам методом переміщень. Змішаний та комбінований методи

Тема 3. Сутність методу та основні допущення. Невідомі та степінь кінематичної невизначності. Основна система. Канонічні рівняння. Способи визначення коефіцієнтів та вільних членів системи канонічних рівнянь. Теорема про взаємність реакцій і переміщень. Таблиця стандартних рішень. Особливості розрахунку рам з похилими стояками. Побудова та перевірка епюр M , Q і N .

Тема 4. Розрахунок статично невизначних систем методом переміщень на температурні впливи та зміщення опор.

Тема 5. Основна система змішаного методу. Канонічні рівняння, властивості матриці системи канонічних рівнянь. Побудова та перевірка епюр M , Q і N . Комбінований метод розрахунку симетричних систем.

Тема 6. Метод скінченних елементів: центрально розтягнутий стержень; стержень, що згинається; трикутний елемент плоскої задачі теорії пружності.

Змістовий модуль 3. Розрахунок статично невизначних балок, арок, ферм на рухоме та нерухоме навантаження

Тема 7. Застосування методів сил та переміщень для розрахунку нерозрізних балок. Розрахунок нерозрізної балки на пружних опорах на зовнішнє навантаження.

Тема 8. Розрахунок нерозрізних балок на пружних опорах на температурні впливи та зміщення опорних зв'язків. Побудова ліній впливу в перерізах балки на пружних опорах.

Тема 9. Види статично невизначних ферм. Розрахунок на нерухоме навантаження: на дію зовнішнього навантаження, температурні впливи та зміщення зв'язків (неточність складання).

Тема 10. Побудова лінії впливу основних невідомих та зусиль в стержнях ферм. Визначення переміщень за допомогою фіктивних вантажів. Розрахунок статично невизначних ферм із застосуванням комп'ютера.

Тема 11. Розрахунок двохарнірної арки на нерухоме навантаження. Основна система. Канонічне рівняння. Визначення коефіцієнтів рівняння. Побудова розрахункових епюр. Особливості розрахунку двохарнірної арки з зтяжкою. Лінії впливу розпору та зусиль в двохарнірній арці.

Тема 12. Розрахунок безшарнірної арки на нерухоме навантаження. Основна система. Канонічні рівняння. Визначення коефіцієнтів рівняння. Побудова розрахункових епюр. Розрахунок безшарнірної арки на температурний вплив та зміщення опор.

Модуль 2. Розрахунок статично невизначних систем на стійкість. Динамічні розрахунки конструкцій

Змістовий модуль 4. Стійкість стержневих систем. Розрахунок просторових стержневих систем.

Тема 13. Стійкість стержневих систем. Основні поняття, степені свободи, форми втрати стійкості. Методи розрахунку на стійкість. Критична сила та критичні напруження.

Тема 14. Наближені методи розрахунку стиснутих стержнів на стійкість: метод Рітца-Тимошенко, метод Бубнова-Гальоркіна, метод скінченних різниць.

Тема 15. Стійкість статично невизначних рам. Основні положення та припущення. Розрахунок на стійкість статично невизначних рам методом сил. Врахування симетрії при розрахунках на стійкість.

Тема 16. Розрахунок на стійкість статично невизначних рам методом переміщень. Припущення та положення методу. Система канонічних рівнянь. Умова стійкості. Визначення коефіцієнтів рівнянь. Побудова та перевірка епюр внутрішніх зусиль.

Тема 17. Розрахунок арок на стійкість. Диференційні рівняння. Розрахунок двошарнірної та безшарнірної арки.

Тема 18. Види просторових стержневих систем. Опори. Кінематичний аналіз. Визначення переміщень. Особливості застосування методу сил та методу переміщень в розрахунках просторових стержневих систем. Розрахунок плоских рам на просторове навантаження.

Змістовий модуль 5. Динамічні розрахунки конструкцій

Тема 19. Загальні положення. Поперечні коливання прямих стержнів. Диференційне рівняння поперечних коливань. Вільні коливання стержня. Головні форми коливання. Вимушені коливання стержня. Поздовжні коливання прямих стержнів. Диференційне рівняння поздовжніх коливань. Вимушені поздовжні коливання. Вплив постійної осьової сили на поперечні коливання стержня.

Тема 20. Розрахунок нерозрізних балок на вібраційні впливи. Загальні теореми. Розрахунок нерозрізних балок, навантажених одночасно на декількох прогонах, методом сил. Приклад розрахунку нерозрізної балки, навантаженої на одному прогоні. Розрахунок нерозрізних балок методом переміщень.

Приклад розрахунку балки. Приклад розрахунку рами на вібраційні впливи.

Тема 21. Нові напрямки в розрахунках на міцність, жорсткість та стійкість при використанні комп'ютера. Проблеми оптимального проектування конструкцій, зниження їх вартості, матеріалоемності при забезпеченні високого рівня надійності.

4 Структура навчальної дисципліни

Таблиця 4.1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього о	у тому числі					усього о	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Розрахунок статично невизначних рам методом сил												
Тема 1	10	4	4			2	10	1	1			8
Тема 2	8	2	4			2	8	1	1			6
Разом за змістовим модулем 1	18	6	8			4	18	2	2			14
Змістовий модуль 2. Розрахунок статично невизначних рам методом переміщень. Змішаний та комбінований методи												
Тема 3	12	4	6			2	12	1	1			10
Тема 4	5	2	2			1	5	1	1			3
Тема 5	5	2	2			1	5					5
Тема 6	4	2				2	4					4
Разом за змістовим модулем 2	26	10	10			6	26	2	2			22
Змістовий модуль 3. Розрахунок статично невизначних балок, арок, ферм на рухоме та нерухоме навантаження												
Тема 7	4	2				2	4					4
Тема 8	4	2				2	4					4
Тема 9	5	2	2			1	5	1	1			3
Тема 10	5	1	2			2	5					5
Тема 11	5	2	2			1	5					5
Тема 12	3	1				2	3					3
Разом за змістовим модулем 3	26	10	6			10	26	1	1			24

ІНДЗ	18	-	-	-	18	-	18	-	-	-	18	-
Усього годин за модулем 1	88	26	24		18	20	88	5	5		18	60

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 2												
Змістовий модуль 4. Розрахунок просторових стержневих систем. Стійкість стержневих систем												
Тема 13	4	2				2	4					4
Тема 14	4	2				2	4					4
Тема 15	6	2	2			2	6	1	1			4
Тема 16	6	2	2			2	6	1	1			4
Тема 17	4	2				2	4					4
Тема 18	4	2				2	4					4
Разом за змістовим модулем 4	28	12	4			12	28	2	2			24
Змістовий модуль 5. Динамічні розрахунки конструкцій												
Тема 19.	6	4				2	6					6
Тема 20.	10	4	4			2	10	1	1			8
Тема 21.	6	2				4	6					6
Разом за змістовим модулем 5	22	10	4			8	22	1	1			18
ІНДЗ	6	-	-	-	6	-	6	-	-	-	6	-
Усього годин за модулем 2	56	22	8		6	20	56	3	3		6	44
Усього годин за курсом	144	48	32	-	24	40	144	8	8		24	104

5 Теми семінарських занять

Таблиця 5.1

Назва теми	Кількість годин
Не передбачено згідно з робочим навчальним планом підготовки бакалаврів напряму 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» скороченої форми підготовки	-

6 Теми практичних занять

Таблиця 6.1

Назва теми	Кількість годин
1 Розрахунок статично невизначних систем методом сил	8
2 Розрахунок статично невизначних систем методом переміщень	8
3 Розрахунок статично невизначних систем змішаним та комбінованим методом	2
4 Розрахунок статично невизначних ферм	4
5 Розрахунок статично невизначних арок	2
6 Розрахунок статично невизначних рам на стійкість	4
7 Розрахунок статично невизначних систем на вібраційні впливи	4
Разом	32

7 Теми лабораторних занять

Таблиця 7.1

Назва теми	Кількість годин
Не передбачено згідно з робочим навчальним планом підготовки бакалаврів напряму 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» скороченої форми підготовки	-

8 Самостійна робота

Самостійна робота складається з:

- вивчення теоретичного матеріалу, який розглянуто на лекціях;
- вивчення теоретичного матеріалу, заданого викладачем на самостійне опрацювання;
- вивчення матеріалу, який розглянуто на практичних заняттях;
- виконання розрахунково-графічних завдань.

Таблиця 8.1

Назва теми	Кількість годин
1 Степінь статичної невизначності плоскої стержневої системи. Методи розв'язання системи канонічних рівнянь. Застосування геометрично змінюваних та статично невизначних основних систем.	4
2 Розрахунок рам методом сил. Розрахунок на комп'ютері. Вихідні дані для розрахунку на силовий та температурний вплив, осідання опор.	8
3 Розрахунок рам методом переміщень в матричній формі. Розрахунок на комп'ютері. Вихідні дані для розрахунку на силовий та температурний вплив, осідання опор.	8
4 Вибір методу розрахунку статично невизначної рами. Змішаний та комбінований метод.	4
5 Розрахунок рам методом скінченних елементів. Матриці жорсткості. Розрахунок на комп'ютері.	2
6 Методи розрахунку статично невизначних систем (балок, арок та ферм) на силові впливи.	6
7 Визначення переміщень за допомогою фіктивних вантажів. Побудова ліній впливу в безшарнірній арці.	2
8 Розрахунок статично невизначних ферм на комп'ютері. Вихідні дані для розрахунку на силовий та температурний впливи, осідання опор.	4
9 Загальні рівняння будівельної механіки для простих стержневих систем. Розрахунки на стійкість. Енергетичний метод. Метод скінченних різниць. Метод початкових параметрів. Наближені методи.	8
10 Розрахунок на стійкість статично невизначних рам методом переміщень.	4
11 Динамічні розрахунки конструкцій. Розрахунок	10

нерозрізних балок та рам на вібраційні впливи.	
12 Основи оптимального проектування будівельних конструкцій	4
Разом	64

9 Індивідуальні завдання

Під час вивчення курсу студент виконує дві розрахунково-графічні роботи (РГР):

– РГР 1 – Розрахунок статично невизначних рам методом сил та переміщень при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язання на комп'ютері. Розрахунок статично невизначної плоскої ферми з контролем розв'язання на комп'ютері;

– РГР 2 – Розрахунок статично невизначних балок та рам на вібраційні впливи.

Розрахунково-графічні роботи виконуються у складі залікового кредиту І. Загальне навчальне навантаження на студента складає 24 години за рахунок годин, відведених на самостійну та індивідуальну роботу. Розподіл РГР по залікових кредитах, навчальне навантаження на студента та терміни виконання наведені у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

№ № РГР	Заліковий кредит	Модуль	Навчальне навантаження на студента, год.	Термін виконання РГР	
				Видача завдання	Захист РГР
РГР 1	I	Модуль 1	18	2-й тиждень 6-го семестру	11-й тиждень 6-го семестру
РГР 2	I	Модуль 2	6	12-й тиждень 6-го семестру	18-й тиждень 6-го семестру

Зміст розрахунково-графічних робіт

РГР 1. Розрахунок статично невизначних рам методом сил та переміщень при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язання на комп'ютері. Розрахунок статично невизначної плоскої ферми з контролем розв'язання на комп'ютері.

1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил при дії зовнішнього навантаження.

2 Розрахунок статично невизначних рам методом сил на температурні впливи та зміщення опорних зв'язків.

3 Розрахунок статично невизначних рам методом переміщень при дії зовнішнього навантаження.

4 Розрахунок статично невизначних рам методом переміщень на температурні впливи та зміщення опорних зв'язків.

5 Розрахунок статично невизначної плоскої ферми на нерухоме навантаження.

РГР 2. Розрахунок статично невизначних балок та рам на вібраційні впливи.

1 Розрахунок нерозрізних балок на вібраційне навантаження за допомогою комп'ютера.

2 Розрахунок рам на вібраційне навантаження за допомогою комп'ютера.

10 Методи навчання

Лекції із застосуванням мультимедійних засобів навчання, розв'язання задач на практичних заняттях, виконання розрахунків на комп'ютері, варіативне виконання розрахунково-графічних завдань.

Перелік програм розрахунку конструкцій на комп'ютері

1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил з побудовою епюр M , Q , N і епюри переміщення вузлів.

2 Розрахунок статично невизначних рам методом переміщень з побудовою епюр M , Q , N і епюри переміщення вузлів.

3 Розрахунок статично невизначних ферм на рухоме та нерухоме навантаження з побудовою і завантаженням ліній впливу.

4 Розрахунок нерозрізних балок і рам на вібраційне навантаження.

11 Методи контролю

Усне опитування, письмове чи комп'ютерне тестування в межах модульного контролю, оцінювання розрахунково-графічних робіт, розв'язання залікових задач, письмовий іспит.

Контрольні запитання до модуля 1

1 Які системи називаються статично невизначними?

2 Коли розрахунок статично невизначних систем проводиться за схемою методу сил?

3 Як отримується основна система за методом сил?

4 Чому система рівнянь для визначення зайвих невідомих називається канонічною?

5 Як обчислюються коефіцієнти канонічних рівнянь за методом сил?

6 Як можна довести, що при $i \neq k$ коефіцієнти канонічних рівнянь за методом сил задовольняють умову $\delta_{ik} = \delta_{ki}$?

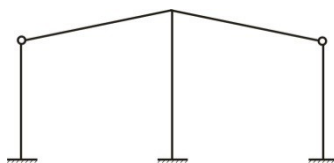
7 Чи можна довести, що коефіцієнти системи канонічних рівнянь з однаковими індексами завжди додатні?

8 Як найбільш повно перевірити правильність обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь за методом сил?

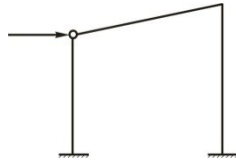
9 Коли розрахунок статично невизначних стержневих систем вважається таким, що проводиться за методом переміщень?

10 Які величини беруться як невідомі в методі переміщень?

11 Чому дорівнює степінь кінематичної невизначності для заданої системи?



12 Який вигляд має основна система методу переміщень для наведеної статично невизначної рами?



13 Чому рівняння для визначення невідомих в методі переміщень називаються канонічними?

14 Як найбільш просто обчислити значення коефіцієнтів канонічних рівнянь за методом переміщень?

15 Вкажіть правильні вирази для обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь методу переміщень.

16 На підставі якої теореми встановлюється взаємність коефіцієнтів канонічних рівнянь в методі переміщень?

17 Як в основній системі за методом переміщень можна побудувати епюри згинальних моментів від одиничних значень невідомих і заданого навантаження?

18 Про що свідчить рівновага вузлів епюри згинальних моментів в рамі, отриманій в результаті розрахунку системи за методом переміщень?

19 Яка перевірка епюри згинальних моментів в рамі є найбільш повною?

20 Який підхід можливий в методі переміщень при побудові епюри поперечних сил?

21 Чи можна при побудові епюри поздовжніх сил використати підхід, що застосовується в методі сил?

22 Який вигляд має канонічне рівняння при розрахунку системи з одним ступенем кінематичної невизначності на дію температури?

23 Що можна сказати про внутрішні сили при розрахунку системи на дію температури?

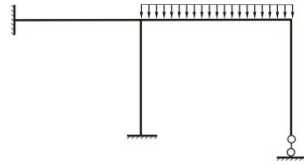
24 Який вигляд має канонічне рівняння при розрахунку системи з одним ступенем кінематичної невизначності на задані переміщення опор?

25 Що можна сказати про невідомі методу переміщень при розрахунку системи на задані переміщення опор?

26 Що можна сказати про внутрішні сили при розрахунку системи на задані переміщення опор?

27 Які величини приймаються як невідомі при розрахунках систем змішаним методом?

28 Скільки невідомих за змішаним методом має наведена нижче рама?



29 Чим принципово відрізняються канонічні рівняння змішаного методу від відповідних рівнянь за методом сил та методом переміщень?

30 Яким способом найпростіше обчислити коефіцієнт δ_{12} системи канонічних рівнянь змішаного методу

$$\begin{aligned} X_1 \delta_{11} + Z_2 \delta_{12} + \Delta_{1f} &= 0, \\ X_1 r_{21} + Z_2 r_{22} + R_{2f} &= 0? \end{aligned}$$

31 Яким способом найпростіше обчислити коефіцієнт r_{21} системи канонічних рівнянь змішаного методу

$$\begin{aligned} X_1 \delta_{11} + Z_2 \delta_{12} + \Delta_{1f} &= 0, \\ X_1 r_{21} + Z_2 r_{22} + R_{2f} &= 0? \end{aligned}$$

32 За допомогою якої теореми встановлюється залежність між коефіцієнтами δ_{ik} і r_{ki} канонічних рівнянь змішаного методу?

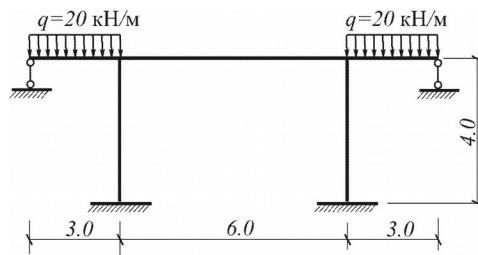
33 Для яких статично невизначних систем найбільш ефективно використовувати комбінований метод розрахунку рам?

34 Який підхід найбільш ефективний для спрощення розрахунку комбінованим методом симетричних статично невизначних систем при дії довільного навантаження?

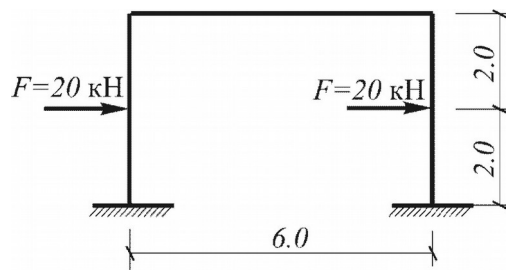
35 Які невідомі виникають в симетричній системі від симетричного навантаження?

36 Які невідомі виникають в симетричній системі від кососиметричного навантаження?

37 Яким методом доцільно виконувати розрахунок такої системи?



38 За яким методом доцільно виконувати розрахунок такої системи?



Контрольні запитання до модуля 2

- 1 Що розуміють під стійкістю споруди чи конструкції?
- 2 Яка основна мета розрахунків на стійкість?
- 3 Як визначається степінь свободи споруди при розрахунках на стійкість?
- 4 Які існують методи розрахунку на стійкість?
- 5 Які існують види рівноваги?
- 6 Яку силу вважають критичною при розрахунку на стійкість?
- 7 Що називають енергетичним критерієм стійкості?
- 8 Що розуміють під жорсткістю пружної опори?
- 9 Що лежить в основі методу Ейлера при розрахунках на стійкість?
- 10 Який зв'язок між числом степенем свободи та числом форм втрати стійкості?
- 11 Для якого стержня критична сила знаходиться за формулою Ейлера?

12 Як в формулі Ейлера враховуються умови закріплення кінців стержня?

13 Які припущення приймаються при розрахунку рам на стійкість?

14 Які умови використовуються при виведенні рівнянь стійкості методу сил та переміщень?

15 Що називають параметром стійкості стержня?

16 Як враховується наявність поздовжньої сили у рівняннях згинальних моментів та опорних реакцій?

17 Як визначаються коефіцієнти канонічних рівнянь методу переміщень при розрахунках на стійкість?

18 Які особливості вибору основної системи методу сил при розрахунках на стійкість?

19 Як враховується симетрія рам при розрахунках на стійкість?

20 Який критерій стійкості використовується в методі Рітца-Тимошенко?

21 Яким чином методу Бубнова–Гальоркіна можливо дати енергетичне трактування?

22 Як можна збільшити точність розрахунків за методами Рітца-Тимошенко та Бубнова–Гальоркіна?

23 Що є основою методу скінченних різниць?

24 Скільки рівнянь необхідно для розрахунку на стійкість методом скінченних різниць?

25 Як можна збільшити точність розрахунків методом скінченних різниць?

26 Яке навантаження на систему вважається динамічним?

27 Що таке степінь динамічної свободи системи?

28 Які коливання системи називаються власними?

29 Яке з диференціальних рівнянь відповідає власним коливанням систем з одним ступенем динамічної свободи?

30 Який вигляд має розв'язок диференціального рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної свободи

$$\frac{d^2 w}{dt^2} + \omega^2 w = 0?$$

31 Вкажіть правильну формулу для визначення частоти вільних коливань в системах з одним степенем динамічної свободи без врахування сил опору.

32 Які коливання системи називаються затухаючими?

33 Яке з диференціальних рівнянь відповідає власним коливанням систем з одним степенем динамічної свободи при наявності сил опору?

34 Який вигляд має розв'язок диференціального рівняння коливань системи з одним степенем динамічної свободи у випадку малих сил опору?

$$\frac{d^2 w}{dt^2} + 2\alpha \frac{dw}{dt} + \omega^2 w = 0$$

35 З якою частотою відбуваються коливання конструкцій з одним степенем динамічної свободи при наявності сил опору?

36 Які коливання системи називаються вимушеними?

37 Яке навантаження на систему називається вібраційним?

38 В якому вигляді отримується загальний розв'язок диференціального рівняння вимушених коливань в системі з одним степенем динамічної свободи при дії вібраційного навантаження?

39 З якою частотою через деякий проміжок часу коливається система у випадку дії вібраційного навантаження?

40 Яке характерне явище спостерігається при резонансі коливань?

41 Що таке динамічний коефіцієнт?

42 В яких системах дійсний цей вираз для динамічного коефіцієнта

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\theta^2}{\omega^2}\right)^2 + \frac{\gamma^2 \theta^2}{\pi^2 \omega^2}}}$$

43 Вкажіть формулу, що відповідає логарифмічному декременту коливань.

44 Який вигляд має вираз для динамічного коефіцієнта в системі з одним степенем динамічної свободи при відсутності сил опору?

45 За якою формулою визначається амплітуда вимушених коливань в будь-якому перетині системи з одним ступенем динамічної свободи?

46 За якою формулою визначається величина згинального моменту в будь-якому перетині системи з одним ступенем динамічної свободи?

47 Скільки частот власних коливань має місце в системах з декількома ступенями динамічної свободи?

48 Як визначаються частоти власних коливань в системах з двома ступенями динамічної свободи?

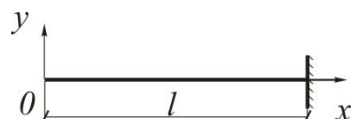
49 Скільки резонансів коливань спостерігається в системах з декількома ступенями динамічної свободи при дії вібраційного навантаження?

50 Яке з наведених диференціальних рівнянь відповідає власним поперечним коливанням стержня з нескінченним числом ступенів динамічної свободи?

51 В якому вигляді отримується розв'язок диференціального рівняння

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + c^2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0 ?$$

52 Вкажіть граничні умови на кінцях стержня для нижче наведеної схеми.



53 Якій з балок з нескінченним числом ступенів свободи відповідає така формула для визначення частоти власних коливань:

$$\omega_1 = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} ?$$

54 Що таке головна форма коливань для балки з нескінченним числом ступенів свободи?

55 Що означає ортогональність головних форм коливань?

12 Розподіл балів, які отримують студенти

Згідно з «Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу в УкрДАЗТ» використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікового кредиту I за 100-бальною шкалою показано у таблиці 12.1, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

За складову «Відвідування лекцій» бали не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50 % лекційних занять у модулі з неповажних причин. За відвідування кожної лекції понад 50 % (12 лекцій) нараховується по 0,83 бала. Максимальна сума становить 10 балів.

Таблиця 12.1

Максимальна кількість балів за модуль				
Відвідування лекцій (24 лекції)	Практичні заняття (16 занять)	Індивідуальна робота (РГР)	Модульне тестування	Сума балів за модуль
до 10	до 10	до 40	до 40	до 100

За складову «Практичні заняття» бали не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більше 50 % практичних занять у модулі з неповажних причин. За відвідування кожного заняття понад 50 % (8 занять) нараховується по 1,25 бала. Максимальна сума, яку може набрати студент – 10 балів.

У складовій «Індивідуальна робота» оцінюється якість виконання та захисту розрахунково-графічних робіт. Кожен модуль включає виконання та захист однієї РГР, оцінювання якої проводиться за трьома рівнями:

- “відмінно” – 40 балів;
- “добре” - 30 балів;
- “задовільно” – 20 балів.

Максимальна кількість балів складає 40 балів.

Модульне тестування оцінює рівень засвоєння матеріалу змістових модулів, які входять до складу відповідного модуля. Максимальна кількість балів складає 40, із розрахунку до двох балів за кожну правильну відповідь.

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися *додаткові бали* за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах тощо.

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більше 100 балів разом з переліченими складовими модульної оцінки. Обґрунтованість нарахування студенту додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згодні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

Кількість балів, яка може бути отримана за результатом модульного контролю, дає студенту можливість для підвищення оцінки поточного контролю на один ступінь за державною шкалою:

- з “4” (82-89 балів) на “5” (90-100 балів);
- з “3” (69-74 бали) на “4” (75-89 балів);
- з “2” (35-59 балів) на “3” (60-74 бали).

Таким чином, максимальна кількість балів модульного контролю коливається у межах від 10 до 25 балів залежно від конкретного випадку.

Оцінка семестрового екзамену визначається як середньоарифметична оцінок двох модулів відповідно до залікового кредиту І.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3) та шкали ECTS (A, B, C, D, E).

Визначення назви за державною шкалою (оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
1	2	3	4
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A

ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно – непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

13 Методичне забезпечення

1 Навчально-методичний комплекс дисципліни «Будівельна механіка» (спецкурс) (тестові питання, завдання для виконання розрахунково-графічних завдань, екзаменаційні білети, структурно-логічна схема дисципліни і т.д.).

2 Чихладзе Е.Д., Черненко М.Г., Красюк О.Г. Розрахунок плоских статично невизначних рам методом переміщень з використанням ПЕОМ. – Харків: УкрДАЗТ, 2001. – № 414.

3 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Черненко М.Г., Чирков Я.В., Гайдук О.М. Розрахунок плоских статично невизначних рам методом сил з використанням ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 1998. – 38 с. – № 3342.

4 Черненко М.Г. Розрахунок плоских і просторових статично невизначних рам на комп'ютері. – Харків: ХарДАЗТ, 1998. – 45 с. – № 3343.

5 Чихладзе Е.Д., Кобзева О.М. Розрахунок статично невизначних ферм з застосуванням ПЕОМ. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 64 с. – № 3511.

6 Чихладзе Е.Д., Веревічева М.А., Чирков Я.В. Розрахунок статично невизначних балок на вібраційні впливи. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – 48 с. – № 3580.

7 Чихладзе Е.Д., Веревічева М.А., Берестянська С.Ю. Розрахунок статично невизначних рам на вібраційні впливи. - Харків: ХарДАЗТ, 1999. – 47 с. – № 3581.

8 Чихладзе Е.Д., Веревічева М.А., Лобяк О.В. Розрахунок нерозрізних балок на вібраційні впливи методом динамічних фокусів. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – 49 с. – № 3582.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1 Чихладзе Э.Д. Строительная механика. – Харьков: УкрГАЖТ, 2011. – 320 с.

2 Чихладзе Е.Д. Будівельна механіка. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 320 с.

3 Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1980. – 431 с.

4 Строительная механика / Ю.И.Бутенко, Ю.П.Китов, С.П. Фесик и др.; Под. ред. Ю.И. Бутенко. – К.: Высшая школа, 1989. – 479 с.

5 Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, В.Я. Лащенников, Н.Н. Шапошников; Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981. – 512 с.

6 Строительная механика: Руководство к практическим занятиям / Ю.И. Бутенко, Н.А. Засядько, С.Н. Кан и др.; Под ред. Ю.И. Бутенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высшая школа, 1989. – 367 с.

7 Чихладзе Э.Д., Черненко Н.Г. Расчет распорных систем с применением ПЭВМ. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – 120 с.

Допоміжна

8 Александров А.В., Лащенников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы. – М.: Стройиздат, 1983. – 488 с .

9 Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лащенников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. – М.: Стройиздат, 1984. – 415 с .

10 Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 606 с.

11 Лабораторний практикум з опору матеріалів і будівельної механіки: Навч. посібник. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч.713.

12 Лабораторный практикум по сопротивлению материалов и строительной механике: Учеб. пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч–713.

Інформаційні ресурси

1 Державні будівельні норми України (ДБН) з розрахунку та проектування конструкцій та будівель.

2 НТБ УкрДАЗТ (Харків, пл. Фейєрбаха, 7).

3 Медіатека УкрДАЗТ (Харків, пл. Фейєрбаха, 7).

4 ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18).

5 Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4).

Примітки

1 Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

2 Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором вищого навчального закладу з навчальної роботи.

3 Формат бланка А4 (210×297 мм).

4 * для ОКР бакалавр, спеціаліст; ** для ОКР магістр.

