

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кафедра мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

“ ____ ” _____ 2020 року

03-05-60

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

«Опір матеріалів» (спецкурс)

«STRENGTH OF MATERIALS» (SPECIAL COURSE)

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

SPECIALTY 192 «CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING»

«Промислове та цивільне будівництво»

«INDUSTRIAL AND CIVIL ENGINEERING»

Рівне – 2020

Робоча програма навчальної дисципліни „Опір матеріалів” (спецкурс) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 „Будівництво та цивільна інженерія” (промислове та цивільне будівництво) всіх форм навчання / А.В. Подворний. Рівне: НУВГП, 2020р. 15с.

Розробник: Подворний А.В., к.т.н., доцент кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Протокол від “28” квітня 2020 року № 10

Завідувач кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки

“28” квітня 2020 року _____ (Трач В.М.)

Керівник групи забезпечення спеціальності

_____ (Є.М. Бабич)

Схвалено науково-методичною радою з якості навчально-наукового інституту будівництва та архітектури

Протокол від «05» травня 2020 року № 5

Голова ради

_____ (Р.М. Макаренко)

© Подворний А.В., 2020 р
© НУВГП, 2020 рік

ВСТУП

Дисципліна «Опір матеріалів» (спецкурс) забезпечує необхідний теоретичний рівень знань та інженерних навичок спеціалістів в галузі будівництва будівель та споруд, достатній для створення раціональних та економічних підходів до процесу їх будівництва. В даному предметі розглядаються основні аспекти напружено-деформованого стану тонкостінних стержнів, балок, плит, оболонок під різними видами впливів на них.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Вивчення навчальної дисципліни «Опір матеріалів» (спецкурс) є невід’ємною складовою формування професійної компетентності й важливою передумовою формування теоретичних та практичних навичок майбутнього спеціаліста – будівельника. Програма предмету «Опір матеріалів» (спецкурс) розрахована на студентів, які раніше вивчали дисципліни “Опір матеріалів”, “Будівельна механіка” та успішно їх здали відповідно до вимог навчального процесу. Програма передбачає вивчення таких розділів, що необхідні майбутнім інженерам – будівельникам, які працюватимуть за фахом.

Предмет «Опір матеріалів» (спецкурс) носить міждисциплінарний характер і пов’язує між собою фундаментальні курси та прикладні предмети.

Ключові слова: тонкостінний стержень; метод скінченних елементів; плита; оболонка.

Annotation

The study of the subject "Strength of materials" (special course) is an integral part of the formation of professional competence and an important prerequisite for the formation of theoretical and practical skills of the future specialist - builder. The program of the subject "Strength of materials" (special course) is designed for students who have previously studied the disciplines "Strength of materials", "Construction Mechanics" and successfully passed them in accordance with the requirements of the educational process. The program provides for the study of such sections as are necessary for future civil engineers who will work in the specialty.

The Strength of materials (specialty course) is interdisciplinary and integrates fundamental courses and applied subjects.

Keywords: thin-walled rod; finite element method; plate; shell.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ОПП, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 3	Галузь знань: 19 „Архітектура та будівництво”	Нормативна	
	Спеціальність 192 „Будівництво та цивільна інженерія”		
Модулів: 1	ОПП: „Промислове та цивільне будівництво”	Рік підготовки	
Змістових модулів: 4		3-й	3-й
		Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		5-й	6-й
		Лекції	
		20 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		4 год.	4 год.
		Лабораторні	
		8 год.	4 год.
	Самостійна робота		
Загальна кількість годин: 90	58 год.	80 год.	
	Індивідуальні завдання		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 2.	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень.	-	-
		Вид контролю	
		5-й семестр – екзамен.	6-й семестр – екзамен.

Примітка:

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

для денної форми навчання – 45% до 55%;

для заочної форми навчання – 10% до 90%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни, її спрямування.

Метою викладання дисципліни „Опір матеріалів” (спецкурс) є підготовка бакалавра до самостійного, вдумливого, ініціативного вирішення задач з розрахунку елементів конструкцій будівель і споруд на міцність, жорсткість і витривалість.

Завдання.

Освоїти основні теоретичні положення предмету „Опір матеріалів” (спецкурс), розрахункові формули і межі їх придатності, наукову і технічну термінологію, фізичні величини та одиниці їх вимірювання, чинне нормативне законодавство.

Навчитись виконувати методи розв’язання задач теорії пружності та оцінювати напружений і деформований стан балок-стінок, пластин і оболонок при статичній та динамічній дії зовнішніх простих і складних навантажень.

Здобути навички в методах експериментальної перевірки теоретичних положень та експериментального визначення фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів.

Розвинути вміння самостійно працювати над вивченням складних питань курсу за рекомендованою літературою.

Дістати певний досвід щодо використання комп’ютерних технологій в інженерних розрахунках.

Усвідомити відповідальність за точність і достовірність проектних розрахунків елементів конструкцій будівель і споруд, оскільки з цим пов’язана безпека людей, які їх експлуатують.

У результаті вивчення навчальної дисципліни „Опір матеріалів” (спецкурс) студент повинен:

знати: що таке секторальні характеристики перерізів тонкостінних стержнів відкритого профілю, основні співвідношення теорії пружності, основні поняття і гіпотези при розрахунку пластин та оболонок;

вміти: визначати напружено-деформований стан: тонкостінних стержнів відкритого профілю, балок з урахуванням їх пластичних деформацій; розраховувати стержні на ударне навантаження та коливання, визначати внутрішні зусилля та переміщення в пластинах та оболонках.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Опір матеріалів (спецкурс).

Змістовий модуль 1. Напружено-деформований стан тонкостінних стержнів. Розрахунки стержнів при врахуванні пластичних деформацій.

Тема 1.1. Секторальні характеристики перерізів тонкостінних стержнів відкритого профілю: Секторальні характеристики перерізу. Секторальна площа, або секторальна координата. Секторальний статичний момент. Секторально–лінійні статичні моменти перерізу. Центр згину. Головні секторальні координати.

Тема 1.2. Напружено-деформований стан тонкостінних стержнів відкритого профілю щодо скutoго кручення: Основні гіпотези. Найпростіші випадки роботи тонкостінних стержнів. Вільне і скute кручення тонкостінних стержнів. Переміщення та деформації при скutoму крученні. Секторальні нормальні напруги. Основні залежності між силовими чинниками. Диференціальне рівняння закрутових моментів.

Тема 1.3. Розрахунки балок з урахуванням пластичних деформацій: Витривалість балок при чистому згині. Розрахунок ізостатичних двохопорних балок за методом витривалої здатності. Розрахунки нерозрізних балок на витривалість. Розвантаження і залишкові напруги. Дослідження напруженого стану.

Змістовий модуль 2. Розрахунки стержнів на динамічні навантаження.

Тема 2.1. Розрахунки на удар: Загальні відомості про ударне навантаження. Розрахунок стержнів на ударне навантаження без урахування власної ваги. Поздовжній, поперечний і горизонтальний удар. Урахування маси стержня по якому наноситься удар. Зведена маса. Визначення коефіцієнтів зведеної маси. Механічні властивості матеріалів при ударі.

Тема 2.2. Коливання балок: Власні коливання пружних невагомих балок з одним ступенем вільності. Вимушені коливання пружних невагомих балок з одним ступенем вільності. Явище резонансу.

Змістовий модуль 3. Напружено-деформований стан пластин.

Тема 3.1. Плоский напружений стан: Основні співвідношення теорії пружності. Статичні рівняння. Диференціальні рівняння рівноваги. Умови на поверхні тіла. Напруги на похилих площадках. Головні напруги. Диференціальні залежності між деформаціями та переміщеннями. Вираз напруг через деформації. Вираз деформацій через напруги. Узагальнений закон Гука.

Тема 3.2. Метод скінченних елементів для плоскої задачі: Напружено-деформований стан і матриця жорсткості плоского скінченного елемента. Матриця жорсткості скінченно-елементної моделі. Перехід від матриці жорсткості скінченного елемента в локальній системі координат до матриці жорсткості в глобальній системі координат. Визначення коефіцієнтів матриці глобальної жорсткості.

Тема 3.3. Згин пластин: Основні поняття і гіпотези. Переміщення, деформації і напруги в прямокутній пластині. Зусилля в пластині. Вираження напружень через зусилля. Умови на контурі пластини. Потенціальна енергія у випадку згину пластини.

Змістовий модуль 4. Застосування криволінійних координат для вирішення задач теорії пружності. Напружено-деформований стан оболонок.

Тема 4.1. Загальні рівняння теорії пружності у криволінійних координатах: Основні рівняння плоскої задачі теорії пружності в полярних координатах. Простий радіальний напружений стан. Основні рівняння вісесиметричного (полярно-симетричного) згину круглої пластини. Силкові чинники і напруження в перерізах круглих пластин у разі вісесиметричного навантаження. Згин кільцевої пластини сталої товщини під дією вісесиметричного навантаження.

Тема 4.2. Гіпотези, загальні рівняння і співвідношення теорії оболонок. Безмоментний та моментний напружений стани деяких видів оболонок: Поняття про розрахунок оболонок за безмоментною теорією. Розрахунок оболонки циліндричної форми за безмоментною теорією та напівмоментною теоріями. Переміщення та деформації кругової циліндричної оболонки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	Усього	у тому числі					усього	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													
III курс, семестр 5 (осінній)													
<i>Змістовий модуль 1. Напружено-деформований стан тонкостінних стержнів. Розрахунки стержнів при врахуванні пластичних деформацій.</i>													
<i>Тема 1.1.</i> Секторальні характеристики перерізів тонкостінних стержнів відкритого профілю.	8	2	2	-	-	4	11	1	2	-	-	8	
<i>Тема 1.2.</i> Напружено деформований стан тонкостінних стержнів відкритого профілю щодо скуютого кручення.	8	2	-	2	-	4	7	-	-	1	-	6	
<i>Тема 1.3.</i> Розрахунки балок з урахуванням пластичних деформацій.	6	2	-	-	-	4	6	-	-	-	-	6	
Разом за змістовим модулем 1	22	6	2	2	-	12	24	1	2	1	-	20	
<i>Змістовий модуль 2. Розрахунки стержнів на динамічні навантаження.</i>													
<i>Тема 2.1.</i> Розрахунки на удар.	7	2	1	2	-	2	8	-	-	-	-	8	
<i>Тема 2.2.</i> Коливання балок.	8	2	-	2	-	4	9	-	-	1	-	8	
Разом за змістовим модулем 2	15	4	1	4	-	6	17	-	-	1	-	16	
<i>Змістовий модуль 3. Напружено-деформований стан пластин.</i>													
<i>Тема 3.1.</i> Плоский напружений стан.	10	2	-	-	-	8	8	-	-	-	-	8	
<i>Тема 3.2.</i> Метод скінченних елементів для плоскої задачі.	13	2	1	2	-	8	15	1	2	2	-	10	
<i>Тема 3.3.</i> Згин пластин.	10	2	-	-	-	8	8	-	-	-	-	8	
Разом за змістовим модулем 3	33	6	1	2	-	24	31	1	2	2	-	26	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 4. Застосування криволінійних координат для вирішення задач теорії пружності. Напружено-деформований стан оболонок.												
<i>Тема 4.1.</i> Загальні рівняння теорії пружності у криволінійних координатах.	10	2	-	-	-	8	8	-	-	-	-	8
<i>Тема 4.2.</i> Гіпотези, загальні рівняння і співвідношення теорії оболонок. Безмоментний та моментний напружений стани деяких видів оболонок.	10	2	-	-	-	8	10	-	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 4	20	4	-	-	-	16	18	-	-	-	-	18
Усього годин	90	20	4	8	-	58	90	2	4	4	-	80

5. Теми практичних занять

№ теми	Назва теми	К-сть годин	
		стац. навч.	заочн. навч.
1.1	Секторальні характеристики перерізів тонкостінних стержнів відкритого профілю.	2	2
2.1	Розрахунки на удар.	1	-
3.2	Метод скінченних елементів для плоскої задачі.	1	2
Всього годин		4	4

6. Теми лабораторних занять

№ теми	Назва теми	К-сть годин	
		стац. навч.	заочн. навч.
1.2	Напружено-деформований стан тонкостінних стержнів відкритого профілю щодо скутого кручення.	2	1
2.1	Розрахунки на удар.	2	-
2.2	Коливання балок.	2	1
3.2	Метод скінченних елементів для плоскої задачі.	2	2
Всього годин:		8	4

7. Самостійна робота

Розподіл годин для самостійної роботи студентів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 0,5год/1год занять;
- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС;
- опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 15 год. на 1 кредит ЄКТС.

7.1. Завдання для самостійної роботи

№ заняття	Назва теми	К-сть годин	
		денна	заочн.
1	<i>Тема 1.1.</i> Секторальні характеристики перерізів тонкостінних стержнів відкритого профілю.	4	8
2	<i>Тема 1.2.</i> Напружено деформований стан тонкостінних стержнів відкритого профілю щодо скутого кручення.	4	6
3	<i>Тема 1.3.</i> Розрахунки балок з урахуванням пластичних деформацій.	4	6
4	<i>Тема 2.1.</i> Розрахунки на удар.	2	6
5	<i>Тема 2.2.</i> Коливання балок.	2	6
6	<i>Тема 3.1.</i> Плоский напружений стан.	6	6
7	<i>Тема 3.2.</i> Метод скінченних елементів для плоскої задачі.	6	10
8	<i>Тема 3.3.</i> Згин пластин.	6	6
9	<i>Тема 4.1.</i> Загальні рівняння теорії пружності у криволінійних координатах.	6	6
10	<i>Тема 4.2.</i> Гіпотези, загальні рівняння і співвідношення теорії оболонки. Безмоментний та моментний напружений стани деяких видів оболонки.	6	8
Всього:		46	68

8. Методи навчання

Під час лекційного курсу, практичних і лабораторних занять використовуються:

10.1. Активізація навчального процесу на лекціях та практичних заняттях в основному проводиться шляхом розв'язання проблемних ситуацій та спеціалізації курсу.

10.2. Робота в Інтернеті. Студент під час самостійної роботи має можливість увійти в Інтернет з метою поглибленого вивчення матеріалу викладеного в конспекті за темами курсу.

10.3. Використання ПЕОМ. Всі задачі можуть бути розв'язані з використанням обчислювальних програм для ПЕОМ “МИРАЖ”, “ЛИРА” та “SCAD”.

10.4. При проведенні аудиторних занять рекомендується застосовувати технічні засоби навчання: слайди, плакати, моделі, макети, діючі прозорі моделі тощо, які активізують зорову пам'ять студентів, значно покращують сприйняття того матеріалу, який потребує просторової уяви.

10.5. Метод активного навчання. Лекцію: “Метод скінченних елементів для плоскої задачі” прочитати як проблемну.

9. Методи контролю

За результатами вивчення основних тем змістових модулів і виконання всіх лабораторних робіт, передбачених робочою програмою, проводиться поточне тестування знань студентів шляхом написання контрольних робіт за визначеними темами.

Підсумковий контроль (п'ятий семестр) проводиться письмово за екзаменаційними білетами, або за комплектами контрольних робіт (ККР).

9.1. Підсумковий контроль (ПК)

Підсумковий письмовий контроль	ПК-1
Форма контролю	екзамен

10. Розподіл балів, які отримують студенти

10.1. III курс, семестр 5 (підсумковий контроль у формі екзамену, стаціонарна форма навчання)

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий тест (екзамен)		Σ балів	
ЗМ ₁			ЗМ ₂		ЗМ ₃		ЗМ ₄		40			
T1.1	T1.2	T1.2	T2.1	T2.2	T3.1	T3.3	T4.1	T4.2	МК 1	МК 2		
5	5	5	5	4	4	4	4	4	20	20	100	max балів
3	3	3	3	3	3	2	2	2			60	min балів

10.2. Порядок оцінювання навчальних досягнень студентів заочної форми навчання:

- підсумковий контроль у формі екзамену:
Складання семестрового екзамену – 100 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

Комплекс методичного забезпечення навчального процесу містить наступні матеріали:

11.1. Для підготовки до занять рекомендований підручник: В.М. Трач, А.В. Подворний „Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності”, Київ «Каравела», 2016, 434с.

11.2. Для проведення тестування розроблені комп’ютеризовані завдання.

11.3. Для активізації аудиторних занять використовують комплект демонстраційних моделей, комплект плакатів та комплект прозірок для кодоскопа.

12. Рекомендована література

Базова

1. В.М. Трач, А.В. Подворний „Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності”, Київ «Каравела», 2016, 434с.
2. А.О. Мартиненко, А.В. Подворний „Опір матеріалів (спеціальний курс)” Частина I, Рівне, 2010, 334с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1650/>;
3. Н.И. Безухов „Основы теории упругости, пластичности и ползучести”, М., „Высшая школа”, 1968, 512с.
4. В.Г.Піскунов та інші. „Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності”, К., „Вища школа”, 1995р.
5. В.И. Самуль „Основы теории упругости и пластичности”, М., „Высшая школа”, Киев, 1982, 264с.
6. Г.П. Дорошук, В.М. Трач „Будівельна механіка з елементами інформаційних технологій”, Рівне, 2005, 567с.

Допоміжна

1. Г.П. Пісаренко та інші. „Довідник з опору матеріалів”, К., „Вища школа”, 2004р.
2. М.С. Можаровський „Теорія пружності, пластичності і повзучості”, К., „Вища школа”, 2002, 308с.
3. В.А. Киселев „Расчет пластин”, М., „Стройиздат”, 1973, 151с.
4. А.В. Дарков „Строительная механика”, М., „Высшая школа”, 1976, 151с.

13. Інформаційні ресурси

1. Кабінет Міністрів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/>.
2. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>.

3. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>.
4. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
5. http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php

Розробник: к. т. н, доцент Подворний А.В.