

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра суднобудування та ремонту суден

T721



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора
з навчальної роботи
О.М. Дудченко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОПР МАТЕРІАЛІВ

Strength of materials

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Опір матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців *галузі знань* 13 «Механічна інженерія» *спеціальності* 135 «Суднобудування» *освітніх програм* «Суднокорпусобудування», «Судноремонт та технічне обслуговування флоту», «Кораблі та океанотехніка».

«28» серпня 2023 року. – 25 с.

Розробники: Щедролосев О.В., завідувач кафедри суднобудування та ремонту суден, д.т.н., професор

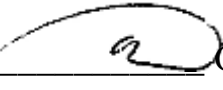
Литвиненко Д.Ю., старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, к.т.н.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Суднокорпусобудування»

д.т.н., професор _____  О.В. Щедролосев

Гарант освітньої програми «Судноремонт та технічне обслуговування флоту»


к.т.н., професор НУК _____  О.М. Дудченко

Гарант освітньої програми «Кораблі та океанотехніка»

к.т.н., доцент _____  А.І. Кузнецов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри суднобудування та ремонту суден

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____  О.В. Щедролосев

Робоча програма навчальної дисципліни «Опір матеріалів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК

_____  О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни.	5
2. Мета навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікуванні результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю.	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.	18
9. Засоби навчання	17
10.Рекомендовані джерела інформації	19
Додаток	19

Вступ

Анотація

Освітньою програмою дисципліни «Опір матеріалів» підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами теоретичних знань та практичних навичок за однією з основних загальноінженерних дисциплін фундаментальної підготовки студентів. За дисципліною розглядається підготовка студентів до забезпечення на стадії проектування надійності (міцності, стійкості, жорсткості) найпростіших елементів конструкцій, деталей машин і механізмів при найбільш типових видах зовнішнього навантаження.

Програма даної навчальної дисципліни розрахована на студентів, які вивчали вищу математику, фізику, теоретичну механіку.

Дисципліна «Опір матеріалів» носить міждисциплінарний характер і передбачає підготовку студентів у подальшому вивчанні спеціальних дисциплін, таких як, наприклад, «Будівельна механіка корабля», «Конструкція корпусу корабля».

Ключові слова: міцність, стійкість, жорсткість, ударне навантаження, напруження та деформації.

Abstract

The educational program of the discipline «Strength of Materials» of bachelor's training provides for the acquisition by students of theoretical knowledge and practical skills in one of the main general engineering disciplines of fundamental student training. The discipline considers the preparation of students to ensure the reliability (strength, stability, rigidity) of simple structural elements, parts of machines and mechanisms at the design stage under the most typical types of external loads.

The program of this discipline is developed for students who have studied higher mathematics, physics, theoretical mechanics.

The discipline is interdisciplinary and provides training for students in the further study of special disciplines, such as, for example, «Structural mechanics of the ship», «Construction of ship hull».

Key words: strength, stability, rigidity, shock load, stress and deformations

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 13 «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		2-й	2-й
Електронні адреси РПНД на сайті ХННІ НУК http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/shipbuilding-industry-b.html http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/ships-and-ocean-equipment-b.html http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/ship-repair-and-fleet-maintenance-b.html http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/yachts-and-boats-for-water-tourism.html	Спеціальність 135 «Суднобудування» Освітні програми: «Суднокорпусобудування», «Судноремонт та технічне обслуговування флоту», «Кораблі та океанотехніка»	Семестри	
		3-й, 4-й	3-й, 4-й
		Лекції	
		3-й семестр – 30 год.; 4-й семестр – 30 год.	3-й семестр – 6 год.; 4-й семестр – 6 год.
		Лабораторні заняття	
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачається		3-й семестр – 15 год.	3-й семестр – 4 год.
Загальна кількість годин – 180		Практичні заняття	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 3-й семестр – 3; 4-й семестр – 3; самостійної роботи студента: 3-й семестр – 3; 4-й семестр – 3.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	4-й семестр – 15 год.	4-й семестр – 6 год.
		Індивідуальні завдання	
		-	-
		Самостійна робота	
		3-й семестр – 45 год.	3-й семестр – 80 год.
		4-й семестр – 45 год.	4-й семестр – 78 год.
		Вид контролю	
		3-й семестр – залік 4-й семестр – екзамен	
Форма контролю: комбінована (письмовий, тестовий)			

2. Мета навчальної дисципліни

Мета навчання дисципліни «Опір матеріалів» – підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані завдання та прикладні проблеми професійної діяльності у галузі механічної інженерії.

Згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України № 1073 від 04.10.2018 р., вивчення означеної дисципліни сприятиме формуванню в студентів таких компетентностей:

Інтегральна компетентність:

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері суднобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності:

ФК08. Обізнаність з основними положеннями, методами, принципами фундаментальних та інженерних наук (математики, хімії, механіки твердого тіла, опору матеріалів, термодинаміки, теплофізики, електротехніки і електроніки, механіки рідини і газу) в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів програми відповідно до освітньо-професійної програми

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є такі предмети: вища математика, фізика, теоретична механіка.

4. Очікуванні результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання.

Програмні результати навчання:

ПР02. Володіти навичками, які дозволяють продовжувати навчання самостійно або автономно.

ПР05. Уміти виконувати розрахунки, що відносяться до сфери професійної діяльності, із застосуванням інформаційних і комунікаційних технологій, сучасного програмного забезпечення та систем автоматизованого проектування.

ПР10. Уміти виконувати розрахунки характеристик, якостей, напруженодеформованого стану і оцінювати міцність суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, судових конструкцій, енергетичних, електротехнічних установок, систем, пристроїв та інших об'єктів суднобудування, їх основних конструктивних елементів (відповідно до освітньо-професійної програми).

ПР11. Знати і розуміти розділи математики, хімії, конструкційних матеріалів на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР12. Уміти користуватися довідковою та нормативною літературою, технологічною та конструкторською документацією для вирішення інженерних завдань, пов'язаних з професійною діяльністю.

ПР16. Розуміти основні принципи механічної інженерії (механіки твердого тіла, опору матеріалів, термодинаміки, теплофізики, механіки рідини і газу) відповідно до освітньо-професійної програми.

5. Програма навчальної дисципліни

3-й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1.1 Основи опору матеріалів

Тема 1. Предмет та задачі курсу. Типи елементів конструкцій. Розрахункові схеми та види навантажень. Основні допущення і гіпотези з опору матеріалів. Література: [1], с.9-16; [2], с. 9-26; [5], с. 5-10.

Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти площі. Координати центра ваги перерізу. Моменти інерції простих фігур і складних перерізів. Моменти інерції відносно паралельних осей. Залежність між моментами інерції при повороті координатних осей. Положення головних осей та головні моменти інерції.

Література: [1], с.17-36; [2], с. 53-64; [3], с. 13-18

Тема 3. Визначення внутрішніх силових факторів. Метод перерізів. Визначення напружень. Взаємозв'язок між напруженнями та внутрішніми силовими факторами. Визначення деформацій. Поняття о деформаціях та переміщеннях.

Література: [1], с. 37-43; [2], с. 27-52; [3], с. 19-28.

Тема 4. Механічні характеристики матеріалів. Випробування матеріалів на розтягання, стискання, кручення. Характеристики міцності, пружності і пластичності. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження.

Література: [1], с. 83-114; [2], с. 65-76. [5], с.20-57.

Змістовий модуль 1.2 Деформації центрального розтягування-стискання, зсуву, крутіння

Тема 5. Визначення поздовжніх сил, напружень і переміщень статично визначеного бруса. Побудова епюр силових і кінематичних факторів при розтягуванні-стисканні бруса.

Література: [1], с. 115-130; [2], с. 37-46; [3], с. 19-22; [5], с.10-19.

Тема 6. Розрахунок статично невизначуваних стержневих конструкцій на розтягання і стискання.

Література: [1], с. 130-140; [2], с. 47-52; [3], с. 23-28; [5], с.40-46.

Тема 7. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Класичні теорії міцності.

Література: [1], с.152-191; [5], с.13-17

Тема 8. Деформація зсуву. Закон Гука при чистому зсуві. Перевірка міцності і допустимі напруження при чистому зсуві. Розрахунок на зріз та зминання гвинтових, заклепкових, шпонкових та зварних з'єднань.

Література: [1], с.193-205; [2], с.89-100; [5], с.58-67.

Тема 9. Кручення вала. Крутний момент, напруження і деформації при крученні вала. Епюри крутних моментів і кутів закручування вала. Розрахунки на міцність і жорсткість при крученні вала.

Література: [1], с. 206-216; [2], с. 50-53; [3], с. 28-33; [5], с.79-97.

Тема 10. Загальні положення про деформацію згину балок. Типи опор балок. Поперечні сили і згинальні моменти M в перерізах балки, їх епюри. Диференційні залежності при згинанні. Особливості епюр Q і M . Нормальні та дотичні напруження при плоскому згинанні, їх епюри для різних форм поперечних перерізів. Розрахунок балок на міцність при згинанні

Література: [1], с. 237-261; [2], с. 101-152; [5], с. 158 -179.

4-й семестр

Модуль 2

Змістовий модуль 2.1 Визначення переміщень статично визначених і статично невизначених багато прогонних балок

Тема 11. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння. Визначення переміщень у балках методом початкових параметрів.

Література: [1], с. 265-290; [2], с. 153-170; [4], с. 12-18; [5], с. 170-179.

Тема 12. Загальні теореми про пружні системи. Потенціальна енергія пружної деформації. Загальні поняття. Узагальнені сили і узагальнені переміщення.

Література: [1], с. 354-362; [5], с. 216-218.

Тема 13. Теорема Кастільяно. Інтеграл Мора. Обчислення інтегралів Мора за правилом Верещагіна.

Визначення переміщень пружних систем енергетичними методами на основі теореми Кастільяно. Інтеграл Мора. Обчислення інтегралів Мора за правилом Верещагіна.

Література: [1], с. 365-384; [2], с. 171-180; [5], с. 218-225.

Тема 14. Згин статично невизначених балок. Основні поняття та визначення. Розрахунок однопрогонних балок способом порівняння деформацій. Згин прогонних нерозрізних балок. Теорема трьох моментів.

Література: [1], с. 386-412; [2], с. 182-190; [4], с. 26-31. [5], с. 225-234.

Змістовий модуль 2.2 Складний опір та динамічна дія сил

Тема 15. Складний опір. Косе згинання бруса. Згин вала з крученням. Перевірка міцності з відповідними теоріями.

Література: [1], с. 325-353; [2], с. 191-210; [4], с.18-26.; [5], с.186-206.

Тема 16. Стійкість стиснутих стержнів. Ейлерові напруження та сили для стержнів з різним закріпленням кінців. Критичні напруження та їх визначення за графіком Шаманського та формулою Ясинського.

Література: [1], с. 492-508; [2], с. 211-228; [4], с.31-33; [5], с.251-262.

Тема 17. Ударне навантаження. Переміщення і напруження пружної системи при ударі одиничним вантажем. Поняття коефіцієнта динамічності.

Література: [1], с. 590-612; [2], с. 229-236; [5], с.268-272.

Тема 18. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях. Явище втоми матеріалів. Стадії втомного пошкодження. Характеристики циклу напружень. Крива втоми матеріалу. Визначення границі витривалості. Вплив конструктивно-технологічних факторів на границю витривалості матеріалів. Розрахунок на міцність при повторно -змінних напруженнях.

Література: [8], с.562-590; [2], с. 239-244; [5], с.272-282.

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	усього	денна форма				усього	заочна форма			
		у тому числі					у тому числі			
		л	практ	лаб.	с.р.		л	практ	лаб.	с.р.
3-й семестр										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1.1 Основи опору матеріалів										
Тема 1. Предмет та задачі курсу. Типи елементів конструкцій. Розрахункові схеми та види навантажень. Основні допущення і гіпотези з опору матеріалів.	6	2	-	-	4					5
Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти площі. Координати центра ваги перерізу. Моменти інерції простих фігур і складних перерізів. Моменти інерції відносно паралельних осей. Залежність між моментами інерції при повороті координатних осей. Положення головних осей та головні моменти інерції.	8	4	-	-	4					7
Тема 3. Визначення внутрішніх силових факторів. Метод перерізів. Визначення напружень. Взаємозв'язок між напруженнями та внутрішніми силовими факторами. Визначення деформацій. Поняття о деформаціях та переміщеннях.	8	4	-	-	4					7
Тема 4. Механічні характеристики матеріалів. Випробування матеріалів на розтягання, стискання, кручення. Характеристики міцності, пружності і пластичності. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження.	8	2	-	3	3					7
Разом за змістовим модулем 1.1	30	12	-	3	15	30	2		2	26
Змістовий модуль 1.2. Деформації розтягування-стискання, зсуву, кручення										
Тема 5. Визначення поздовжніх сил, напружень і переміщень статично визначеного бруса. Побудова епюр силових і кінематичних факторів при розтягуванні-стисканні бруса.	12	4	-	3	5					9
Тема 6. Розрахунок статично невизначуваних стержневих конструкцій на розтягання і стискання.	7	2	-	-	5					9
Тема 7. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Класичні теорії міцності.	7	2	-	-	5					9
Тема 8. Деформація зсуву. Закон Гука при чистому зсуві. Перевірка міцності і допустимі напруження при чистому зсуві. Розрахунок на зріз та зминання гвинтових, заклепкових, шпонкових та зварних з'єднань.	10	2	-	3	5					9
Тема 9. Кручення вала. Крутний момент, напруження і деформації при крученні вала. Епюри крутних моментів і кутів закручування вала. Розрахунки на міцність і жорсткість при крученні вала.	12	4	-	3	5					9
Тема 10. Загальні положення про деформацію згину балок. Типи опор балок. Поперечні сили і згинальні моменти M в перерізах балки, їх епюри. Диференційні залежності при згинанні. Особливості епюр Q і M. Нормальні та дотичні напруження при плоскому згинанні, їх епюри для різних форм поперечних перерізів. Розрахунок балок на міцність при згинанні	12	4	-	3	5					9
Разом за змістовим модулем 1.2	60	18	-	12	30	60	4	-	2	54
Усього за модулем 1	90	30	-	15	45	90	6	-	4	80
Разом за 3-й семестр	90	30	-	15	45	90	6	-	4	80

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	усього	денна форма				усього	заочна форма			
		у тому числі					у тому числі			
		л	практ	лаб.	с.р.		л	практ	лаб.	с.р.
4-й семестр										
Модуль 2										
Змістовий модуль 2.1 Визначення переміщень статично визначених і статично невизначених багато прогонних балок										
Тема 11. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння. Визначення переміщень у балках методом початкових параметрів	13	4	3	-	6					10
Тема 12. Загальні теореми про пружні системи. Потенціальна енергія пружної деформації. Загальні поняття. Узагальнені сили і узагальнені переміщення	10	2	2	-	6					10
Тема 13. Визначення переміщень пружних систем енергетичними методами на основі теореми Кастільяно. Інтеграл Мора. Обчислення інтегралів Мора за правилом Верещагіна	12	4	2	-	6					9
Тема 14. Згин статично невизначених балок. Основні поняття та визначення. Розрахунок однопрогонних балок способом порівняння деформацій. Згин прогонних нерозрізних балок. Теорема трьох моментів.	10	4	-	-	6					10
Разом за змістовим модулем 2.1	45	14	7	-	24	45	3	3	-	39
Змістовий модуль 2.2 Складний опір та динамічна дія сил										
Тема 15. Складний опір. Косе згинання бруса. Згин вала з крученням. Перевірка міцності з відповідними теоріями	14	4	4	-	6					10
Тема 16. Стійкість стиснутих стержнів. Ейлерові напруження та сили для стержнів з різним закріпленням кінців. Критичні напруження та їх визначення за графіком Шаманського та формулою Ясинського	11	4	2	-	5					10
Тема 17. Ударне навантаження. Переміщення і напруження пружної системи при ударі одиничним вантажем. Поняття коефіцієнта динамічності	11	4	2	-	5					9
Тема 18. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях. Явище втоми матеріалів. Стадії втомного пошкодження. Характеристики циклу напружень. Крива втоми матеріалу. Визначення границі витривалості. Вплив конструктивно-технологічних факторів на границю витривалості матеріалів. Розрахунок на міцність при повторно-змінних напруженнях	9	4	-	-	5					10
Разом за змістовим модулем 2.2	45	16	8	-	21	45	3	3	-	39
Разом за модулем 2	90	30	15	-	45	90	6	6	-	78
Усього за 4-й семестр	90	30	15	-	45	90	6	6	-	78
Загальна кількість годин	180	60	15	15	90	180	12	6	4	158

5.2 Теми лабораторних занять 3-й семестр

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		денне	заочне
1	Визначення механічних характеристик міцності й пластичності матеріалу при розтяганні зразка	3	1
2	Визначення характеристик пружності матеріалу при розтяганні та перевірка принципу Сен-Венана і гіпотези плоских перерізів	3	0,5
3	Випробування матеріалу на кручення і визначення модуля пружності при зсуві	3	1
4	Розрахунки на міцність і жорсткість валів при крученні	3	0,5
5	Експериментальна перевірка гіпотез чистого згинання балок	3	1
Разом		15	4

5.3 Теми практичних занять 4-й семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денне	заочне
1	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів складної форми	3	2
2	Визначення продольних зусиль, напружень і переміщень у статично визначеному брусі	2	1
3	Розрахунок на міцність і жорсткість валів з круглим перерізом	2	1
4	Розрахунок на міцність і жорсткість балок (стержнів) при згинанні	4	1
5	Розрахунок вала на міцність і жорсткість при згинанні з крученням	2	0,5
6	Розрахунки на стійкість стиснутих стержнів	2	0,5
Разом:		15	6

5.4 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
3-й семестр			
1	Визначення геометричних характеристик плоских складних фігур	1	4
2	Випробування матеріалу при розтягуванні та стисканні зразка. Робота, яка витрачається на деформування зразка при розтягуванні (стискуванні) і потенціальна енергія деформації.	1	2
3	Визначення деформацій, напружень і переміщень при розтяганні (стисканні) прямолінійного стержня (бруса). Побудова епюр повздовжніх сил пружності, напружень та переміщень поперечних перерізів бруса при його розтягуванні-стисканні з урахуванням власної ваги	1	4
4	Визначення осьових внутрішніх сил в статично невизначуваних стержневих системах різних типів: з'єднані стержні під дією зосередженої сили і «монтажна» задача; система стержнів з жорстким брусом. Поняття про концентрацію напружень і механізм руйнування при розтягуванні.	1	4
5	Напруження в точці тіла і його складові. Повне напруження і його складові на довільно похилій площадці. Головні напруження і головні напрямки. Максимальні дотичні напруження і площадки, в яких вони діють. Лінійні й кутові деформації в точці тіла. Головні і максимальні кутові деформації. Об'ємний, плоский і лінійний напружені стани.	2	4
6	Загальні поняття про оцінку міцності й критерії міцності. Класичні теорії міцності. Нові сучасні теорії міцності.	1	4
7	Визначення напружень при зсуві. Розрахунок на зріз та зминання заклепкових, шліцевих та зварних з'єднань	1	4
8	Побудова епюр M , Q . Диференціальні залежності при згинанні балок.	1	4
9	Розрахунок балок на міцність. Аналіз напруженого стану у небезпечній точці перерізу при згинанні балок	1	4
Разом за 3-й семестр		10	34

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
4-й семестр			
1	Визначення переміщень балки методом початкових параметрів.	0,5	3
2	Визначення переміщень балки за теоремою Кастельяно.	0,5	3
3	Визначення переміщень балки за інтегралом Мора і способом Верещагіна.	0,5	4
4	Розрахунок статично невизначених балок за теоремою трьох моментів.	0,5	3
5	Складний опір. Косий згин бруса. Згинання балок з розтяганням (стисканням).	1	3
6	Поняття про стійку і нестійку рівновагу. Повздовжнє згинання. Ейлерові критичні напруження. Розрахунок стержнів на стійкість. Обмеженість формули Ейлера. Графік Шиманського і визначення критичних напружень. Формула Ясинського.	1	4
7	Види динамічних навантажень і загальні методи динамічних розрахунків. Визначення напружень у тросі при підйому вантажу с прискоренням.	1	3
8	Ударне навантаження. Коефіцієнт динамічності. Механічні властивості матеріалів при ударі.	1	4
9	Втома матеріалів Визначення границі витривалості. Крива втоми матеріалу. Діаграми граничних напружень Сміта і Хейя. Поняття про малоциклову втому. Розрахунок на міцність при повторно-змінних напруженнях.	1	3
Разом за 4-й семестр		7	30

5.6 Розподіл годин для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
3-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	15	6
2	Підготовка до лабораторних занять	10	10
3	Підготовка до поточного модульного контролю	5	-
4	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	10	34
5	Виконання контрольної роботи	-	20
6	Підготовка до підсумкового контролю (залік)	5	10
Разом за 3-й семестр		45	80

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
4-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	16	6
2	Підготовка до практичних занять	12	12
3	Підготовка до поточного модульного контролю	5	-
4	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	7	30
5	Виконання контрольної роботи	-	20
6	Підготовка до підсумкового контролю (екзамен)	5	5
Разом за 4-й семестр		45	78

6 Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для лабораторних занять застосовується:

- лабораторна робота, як метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані навчально-методичні матеріали, завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання практичних робіт та їх результати надаються в письмовій формі;

- звіти з виконання лабораторних робіт та результати їх виконання надаються в письмовій формі;
- усні відповіді на лабораторних та практичних заняттях;
- поточні та підсумкові види контролю у формі тестування (тестовий контроль);
- залік, екзамен.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріали змістового модуля оцінюється шляхом поточного та підсумкового контролю із засвоєння матеріалу, захисту індивідуальних завдань за темами дисципліни.

За окремим розпорядженням адміністрації університету заняття можуть повністю проводитися дистанційно у Classroom.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
8	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі та завдання досліджень. Отримані результати оброблені коректно. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
6	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання
8	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно. Застосовувалися коректні методи виконання розрахунків. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
6	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
3-й семестр										
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
4-й семестр										
Бал	12	11	10	8	7	6	5	4	3	2

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал*	Критерії оцінювання
20/12	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15/9	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка відповідей наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10/6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка відповідей наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Робота не виконувалася

* - Бал 3-го семестру/бал 4-го семестру

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент відповів на всі питання самостійно без помилок та відповідає на додаткові теоретичні питання без помилок
30	Студент відповів на всі питання самостійно без помилок, але відповіді на додаткові теоретичні питання не повні
20	Студент відповів правильно не на всі питання проте відповідає на додаткові теоретичні питання без помилок
10	Студент відповів на всі питання з помилками, але на додаткові теоретичні питання відповідає без помилок
0	Студент не відповів на всі питання і не може відповісти на додаткові теоретичні питання

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
3-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	5 роб. × 8 балів = 40 балів	5 роб. × 8 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 20 балів = 20 балів	-
Виконання контрольної роботи	-	1 КР × 20 балів = 20 балів
Всього	60	60
4-й семестр		
Виконання практичних робіт	6 роб. × 8 балів = 48 балів	6 роб. × 8 балів = 48 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 12 балів = 12 балів	-
Виконання контрольної роботи	-	1 КР × 12 балів = 12 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів	
3-й семестр					
ЗМ 1.1	T1, T3-4	Лабораторна робота № 1	8	Лабораторна робота № 1	8
	T1-4	Поточний модульний контроль	20	-	-
ЗМ 1.2	T5	Лабораторна робота № 2	8	Лабораторна робота № 2	8
	T8	Лабораторна робота № 3	8	Лабораторна робота № 3	8
	T9	Лабораторна робота № 4	8	Лабораторна робота № 4	8
	T10	Лабораторна робота № 5	8	Лабораторна робота № 5	8
	T1-10	-	-	Контрольна робота	20
Підсумковий контроль		Тест	40	Тест	40
Сума			100		100

№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів	
4-й семестр					
ЗМ 2.1	T1-2	Практична робота № 1	8	Практична робота № 1	8
	T3-5	Практична робота № 2	8	Практична робота № 2	8
	T8-9	Практична робота № 3	8	Практична робота № 3	8
	T11-14	Поточний модульний контроль	12	-	-
ЗМ 2.2	T10-11	Практична робота № 4	8	Практична робота № 4	8
	T15	Практична робота № 5	8	Практична робота № 5	8
	T16	Практична робота № 6	8	Практична робота № 6	8
	T11-18	-	-	Контрольна робота	12
Підсумковий контроль	Екзамен		40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. Опір матеріалів: підручник. 2-е вид., допов. і перероб. / за ред. Г.С. Писаренка. Київ: Вища школа, 2004. 655с.
2. Коростильов Л.І., Лугінін О.Є., Спіхтаренко В.В., Коршиков Р.Ю., Клименков С.Ю., Терлич С.В. Опір матеріалів: Навч. посібник, 2-е видання. Миколаїв: НУК, 2019. 300 с.
3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання при вивченні дисципліни «Опір матеріалів»: методичні вказівки. Ч.1. / Л.І. Коростильов, С.Ю. Клименков, Д.Ю., Литвиненко та ін. Миколаїв: НУК, 2020. 48 с.
4. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання при вивченні дисципліни «Опір матеріалів»: методичні вказівки; Ч.ІІ / Л.І. Коростильов, С.Ю. Клименков, Д.Ю., Литвиненко та ін. – Миколаїв: НУК, 2021. 52 с.
5. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів : підручник для студ. інж. спец. вищих навч. закладів. Київ: Знання, 2016. 407 с.
6. Збірник задач з опору матеріалів: навч. посіб. / за ред. М.І. Бобиря. Київ: Вища школа, 2008. 399 с.

Допоміжна література

7. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: підручник. У 2 ч., 5 кн. / за ред. В.Г. Піскунова. Київ: Вища школа, 1994.
8. Ройзман В.П. Прикладна механіка. Опір матеріалів: Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 124 с.
9. Лугінін О.Є., Дудченко О.М. Навчально-методичний посібник з опору матеріалів для самостійної та індивідуальної роботи студентів. Херсон: Видавництво ТОВ «Борисфен» 2016. 272 с.
10. Козожичкі Ц., Чернець М. Збірник задач з опору матеріалів. Люблін: Люблінська Політехніка, 2014. 336 с.
11. Ройзман В.П. Опір матеріалів. Короткий курс. Львів: Афіша, 2004. 110 с.

Інформаційні ресурси

Сайт ХННІ НУК: www://kb.nuos.edu.ua

Розробники:

д.т.н., професор



О.В. Щедролюєв

к.т.н., ст. викладач



Д.Ю. Литвиненко

Питання для модульного контролю
Контрольні питання до 1-го модулю

1. Пояснити, що являє собою наука про опір матеріалів. Охарактеризувати поняття міцності, жорсткості і стійкості конструкцій та їх елементів. Описати об'єкти, які вивчаються в опорі матеріалів.
2. Описати основні види деформування стержня та суть пружних і пластичних деформацій. Пояснити, що називають відносною лінійною і кутовою деформаціями в точці тіла.
3. Викласти основні гіпотези науки про опір матеріалів і вказати на їх практичне використання.
4. Пояснити, що називають статичним моментом площі. Показати, як використовують статичний момент для визначення положення центра ваги плоскої фігури.
5. Пояснити, що називають осьовим, полярним і відцентровим моментами інерції площі фігури і вказати на їх властивості. Виписати формули для осьових моментів інерції площі круга і прямокутника відносно центральних осей та полярного моменту інерції круга.
6. Навести формули для визначення осьових і відцентрових моментів плоских фігур відносно паралельних осей.
7. Навести залежності між моментами інерції при повороті координатних осей.
8. Пояснити, які осі називають головними осями інерції. Навести формулу для кута, який характеризує положення головних осей відносно будь-яких центральних, а також формули для визначення головних моментів інерції площі фігури.
9. Описати загальний порядок визначення головних моментів інерції складних перерізів і продемонструвати його на прикладі.
10. Викласти класифікацію зовнішніх сил, які діють на конструкції та їх елементи, і пояснити природу їх виникнення. Пояснити, що являють собою зосереджені сили і моменти та інтенсивності навантаження.
11. Пояснити суть методу перерізів. Показати внутрішні зусилля, які діють в перерізах тіла, вказати їх розмірність та як ці зусилля пов'язані з внутрішніми силами (напруженнями). Пояснити використання методу перерізів для визначення внутрішніх зусиль та вказати на способи подання їх величини для різних перерізів стержня.
12. Описати напружено-деформований стан при розтяганні (стисканні) стержня з викладенням статичного, геометричного і фізичного аспектів. Навести різні форми подання і запису закону Гука.
13. Викласти умови міцності і жорсткості при розтяганні (стисканні) стержня. Описати види розрахунків, які базуються на умові міцності.
14. Описати процедуру випробування матеріалів: випробувальні машини, зразки, методика випробувань. Навести типові діаграми розтягання для сталей, вказати на характерні ділянки і точки.

15. Описати умовну і істинну діаграми розтягання сталей в координатах “напруження-деформація”, вказати на їх характерні ділянки і точки. Дати означення і показати, як визначають величини механічних характеристик матеріалу.
16. Навести характеристики пружності і пластичності при поздовжніх деформаціях матеріалу, їх позначення і розмірність. Показати, як визначають величини цих характеристик.
17. Навести формулу для визначення роботи при деформації зразка, який розтягується чи стискується.
18. Охарактеризувати підходи щодо встановлення величини допустимих напружень в розрахунках міцності при розтяганні-стисканні. Пояснити особливості вибору цих напружень для пластичних і крихких матеріалів.
19. Викласти процедуру розрахунку на міцність і жорсткість на прикладі розтягання (стискання) стержня при дії зосереджених сил. Показати побудову епюр осьової сили, напруження і переміщення поперечного перерізу з урахуванням власної ваги стержня.
20. Описати процедуру розрахунку статично невизначених стержневих систем при розтяганні-стисканні. Показати на прикладі складання умов сумісності деформацій стержнів системи.
21. Описати умови, за яких в стержнях має місце зріз, і вписати та пояснити формулу для визначення дотичних напружень при зсуві. Визначити поняття чистого зсуву і вписати закон Гука при такому напруженому стані.
22. Пояснити процедуру і формули розрахунку напружень в болтових і заклепкових з'єднаннях, які працюють на зріз і зминання, навести відповідні умови міцності. Показати, як вирішують задачу проектування таких з'єднань.
23. Пояснити умови виникнення кручення в стержнях (валах). Навести діаграму кручення та розрахункові формули для визначення напружень і кута закручування круглого вала. Показати побудову епюр крутних моментів і кута закручування вала та дотичних напружень в поперечному перерізі.
24. Навести умови міцності і жорсткості при крученні стержнів (валів). Отримати формули для визначення діаметра круглого вала із умов міцності і жорсткості.
25. Дати пояснення повного напруження в точці тіла і його складових. Зобразити компоненти повного напруження на трьох взаємно перпендикулярних площадках.
26. Сформулювати і записати закон парності дотичних напружень та показати, яким умовам він відповідає.
27. Описати умови, за яких в стержні виникає лінійний напружений стан. Отримати формули для визначення нормальних і дотичних напружень на похилих площадках.

28. Пояснити суть і призначення класичних критеріїв (теорій) міцності. Виписати формули для еквівалентних (зведених) напружень за цими критеріями і пояснити, як їх отримати.
29. Пояснити, яке тіло називають балкою, навести основні типи опор. Дати визначення статично визначуваної і статично невизначуваної балки. Показати на прикладі визначення реактивних зусиль (сил, моментів) при плоскому згинанні статично визначної балки.
30. Викласти поняття перерізуючої сили в поперечному перерізі балки, вказати її позначення і розмірність. Сформулювати правило знаків та пояснити спосіб визначення величини цієї сили в будь-якому перерізі балки.
31. Викласти поняття згинального моменту в поперечному перерізі балки, вказати його позначення і розмірність. Сформулювати правило знаків та пояснити спосіб визначення цього моменту в будь-якому перерізі балки.
32. Описати процедуру побудови епюр поперечної сили і згинального моменту аналітичним способом та продемонструвати її на прикладі.
33. Навести диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями і зовнішнім навантаженням балки для випадку плоского згину.
34. Навести формулу для визначення нормальних напружень при чистому плоскому згинанні балки. На прикладах показати побудову епюри цих напружень по висоті різних типів поперечного перерізу балки.
35. Навести формулу для визначення дотичних напружень при поперечному згинанні балки в одній площині. Показати побудову епюри цих напружень по висоті прямокутного і двотаврового поперечних перерізів.

Контрольні питання до 2-го модулю

36. Навести диференціальне рівняння зігнутої осі балки і залежності між силовими і кінематичними елементами згинання. Пояснити суть граничних умов і їх необхідність.
37. Викласти процедуру визначення лінійних і кутових переміщень поперечних перерізів балки безпосереднім інтегруванням диференціального рівняння згину. Показати на прикладі визначення сталих інтегрування.
38. Викласти суть і навести формули методу початкових параметрів для визначення лінійних і кутових переміщень поперечних перерізів призматичної балки при згинанні. Показати на прикладі визначення початкових параметрів.
39. Пояснити, як виконується розрахунок на міцність балок при плоскому згинанні. Записати умову міцності і на прикладі показати її використання для добору розмірів поперечних перерізів.
40. Дати пояснення узагальненим силам і переміщенням. Навести приклади узагальнених сил і відповідних їм переміщень. Показати, як визначається повне переміщення при одночасній дії декількох навантажень.
41. Пояснити, як визначається елементарна робота зовнішньої сили. Отримати формулу роботи при статичній дії узагальнених сил.

42. Пояснити, як визначається для стержня робота внутрішніх зусиль різних типів. Записати загальну формулу для визначення роботи у випадку дії в перерізах шести внутрішніх силових факторів.
43. Сформулювати принцип можливих переміщень, записати у математичній формі і пояснити його застосування до пружних систем.
44. Навести теорему про взаємність робіт та викласти теорему взаємності переміщень. Показати на прикладі використання вказаних теорем при розрахунках лінійних і кутових переміщень поперечних перерізів балок, які згинаються.
45. Записати формулу для визначення переміщень плоскої стержневої системи з використанням принципу початку можливих переміщень. Продемонструвати метод Мора на прикладі визначення переміщень при згинанні однопрогонової балки.
46. Пояснити, як обчислюються інтеграли Мора способом Верещагіна. Показати використання цього способу на прикладі.
47. Пояснити, що являє собою потенціальна енергія деформації і як визначається її величина у загальному випадку навантаження стержня та при плоскому поперечному згинанні.
48. Сформулювати теорему Кастільяно. Показати її використання для визначення лінійних або кутових переміщень поперечних перерізів балки.
49. Сформулювати теорему Лагранжа. Показати її використання для визначення зовнішніх сил, що діють на стержень або систему стержнів.
50. Сформулювати теорему про мінімум потенціальної енергії статично невизначених систем. Показати її використання для визначення зайвих реактивних зусиль однопрогонової призматичної балки.
51. Пояснити умови, за яких у балці має місце складне і косо згинання. Виписати формули для визначення напружень (нормальних і дотичних) та переміщень при складному згинанні. Записати умову міцності при складному згинанні і пояснити, як її можна використати для підбору розмірів перерізу.
52. Пояснити умови, коли у валах має місце згинання з крученням. Виписати формули для визначення нормальних і дотичних напружень при такому випадку деформування та записати умову міцності. Показати, як із умови міцності визначається діаметр вала.
53. Охарактеризувати етапи розрахунку статично невизначуваних стержневих систем. Пояснити, що таке основна та еквівалентна системи.
54. Викласти порядок розрахунку міцності однопрогонових статично невизначуваних балок. На прикладі згинання призматичної балки показати визначення зайвих реактивних зусиль.
55. Викласти поняття про стійкість форми рівноваги пружних систем. Пояснити, яку величину навантаження називають критичною і записати умову стійкості для стержня.
56. Записати формулу Ейлера для визначення критичної сили шарнірно обпертого, однопрогонового, призматичного стержня, який стискується

- сталою поздовжньою силою. Пояснити, як встановити форму втрати стійкості і графічно зобразити її.
57. Пояснити, як впливають умови закріплення кінців стиснутого стержня на значення Ейлерової сили. Записати загальну формулу для визначення Ейлерової сили призматичного стержня з типовими закріпленнями кінців і пояснити, як нею користуватись.
58. Пояснити, в чому полягає особливість визначення критичних сил при напруженнях, що перевищують границю пропорційності матеріалу. Записати зв'язок критичного напруження з гнучкістю стержня і відобразити його графічно. Показати, як практично визначають критичне напруження.
59. Пояснити явище ударного навантаження елементів конструкцій. Викласти гіпотези технічної теорії удару і поняття коефіцієнта динамічності.
60. Виписати формули для визначення коефіцієнта динамічності при осьовому і згинальному ударах стержня і показати, як практично користуватись цими формулами. Записати умову міцності при ударі.
61. Пояснити особливості роботи матеріалу при ударних навантаженнях. Описати, як практично визначають ударну в'язкість матеріалу.