

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова

Кафедра суднобудування та ремонту суден  
Т721



**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	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова викладання	<i>українська</i>

Херсон – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Опір матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців *галузі знань* G «Інженерія, виробництво та будівництво», *спеціальності* G11 «Машинобудування», *спеціалізації* «G11.04 Суднобудування», *освітніх програм* «Суднокорпусобудування», «Судноремонт та технічне обслуговування флоту».

«25» серпня 2025 року – 22 с.

Розробники: Щедролосєв О.В., завідувач кафедри суднобудування та ремонту суден, д.т.н., проф.

Литвиненко Д.Ю., в.о. доцента кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, к.т.н.

Проект робочої програми навчальної програми «Опір матеріалів» узгоджено з гарантими освітніх програм

Гарант освітньої програми «Суднокорпусобудування»

д.т.н., проф.



О.В. Щедролосєв

Гарант освітньої програми «Судноремонт та технічне обслуговування флоту»

к.т.н., доц.



А.І. Кузнєцов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри суднобудування та ремонту суден  
Протокол № 01 від «25» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри



О.В. Щедролосєв

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

Протокол № 01 від «27» серпня 2025 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2025 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 . . . . .	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування. . . . .	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю. . . . .	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання. . . . .	17
9. Засоби навчання . . . . .	17
10. Рекомендовані джерела інформації . . . . .	17
Додаток . . . . .	19

## Вступ

### Анотація

Вивчення дисципліни «Опір матеріалів» з циклу загальної підготовки бакалаврського рівня є важливою передумовою засвоєння дисциплін професійного спрямування та дозволяє оволодіти знаннями для виконання розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість конструкцій та їх елементів.

Дисципліна «Опір матеріалів» забезпечує студентам знання для визначення напружень і деформацій у найпростіших елементах конструкцій, деталей машин і механізмів при найбільш типових видах зовнішнього навантаження.

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

Дисципліна «Опір матеріалів» має міждисциплінарний характер і передбачає підготовку студентів до подальшого вивчення спеціальних дисциплін, таких як, наприклад, «Будівельна механіка корабля», «Конструкція корпусу корабля».

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

### Abstract

The study of the discipline “Strength of Materials”, which is part of the general training cycle at the bachelor’s level, is an important prerequisite for studying professionally oriented subjects and enables students to acquire the knowledge necessary to perform calculations of strength, stiffness, and stability of structures and their elements.

The discipline “Strength of Materials” provides students with the knowledge required to determine stresses and deformations in the simplest structural elements, machine parts, and mechanisms under the most typical types of external loading.

The course is intended for students who have studied higher mathematics, physics, and theoretical mechanics.

The discipline “Strength of Materials” is interdisciplinary and prepares students for further study of specialized courses, such as “Ship Structural Mechanics” and “Ship Hull Construction”.

**Keywords:** strength, stability, rigidity, impact 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 G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів - 2		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів - 4		2-й	2-й
Електронна адреса РПНД на сайті ХННІ НУК <a href="http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/2025%20Shipbuilding_b.html">http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/2025%20Shipbuilding_b.html</a> ; <a href="http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/2025%20Ship%20repair%20and%20fleet%20maintenance_b.html">http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/2025%20Ship%20repair%20and%20fleet%20maintenance_b.html</a>	Спеціальність G11 «Машинобудування»	<b>Семестри</b>	
		3-й, 4-й	3-й, 4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачається	Спеціалізація «G11.04 Суднобудування»	<b>Лекції</b>	
		3-й семестр – 30 год.; 4-й семестр – 30 год.	3-й семестр – 6 год.; 4-й семестр – 6 год.
Загальна кількість годин - 180	Освітні програми «Суднокорпусобудування», «Судноремонт та технічне обслуговування флоту»		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 3-й семестр – 3; 4-й семестр – 3; самостійної роботи студента: 3-й семестр – 2; 4-й семестр – 2			
	Освітній рівень: <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Практичні заняття</b>	
		3-й семестр – 15 год. 4-й семестр – 15 год.	3-й семестр – 4 год. 4-й семестр – 6 год.
		<b>Індивідуальні завдання</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		3-й семестр – 45 год. 4-й семестр – 45 год.	3-й семестр – 80 год. 4-й семестр – 78 год.
		<b>Вид контролю</b>	
		3-й семестр – залік 4-й семестр – екзамен	
<b>Форма контролю:</b> 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 суднобудування.

Вивчення 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:*

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

*Фахові компетентності:*

ФК03. Здатність виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, вібрацію основних конструктивних елементів суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, судових енергетичних установок, судового обладнання, судових пристроїв, судової електротехніки, автоматики та інших об'єктів, які відносяться до сфери професійної діяльності до освітньо-професійної програми.

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. Очікувані 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, напружено-деформованого 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;

ПР 16. Розуміти основні принципи механічної інженерії (механіки твердого тіла, опору матеріалів, термодинаміки, теплофізики, механіки рідини і газу) відповідно до спеціалізації;

## 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. 7-12; [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. 114-130; [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. 12-20; [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. 21-43. [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. 16-17; [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. 47-53; [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; [2], с. 54-113; 195-202; [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. 203-209; [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. 131-137; [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. 138-183; [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; [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. 218-227; [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. 228-237; [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. 210-217; [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. 238-250; [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. 590-611; [2], с. 251-258; [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: [1], с.562-589; [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	с.р.		л	практ	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>3-й семестр</b>								
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1.1. Основи опору матеріалів</b>								
<b>Тема 1.</b> Предмет та задачі курсу. Типи елементів конструкцій. Розрахункові схеми та види навантажень. Основні допущення і гіпотези з опору матеріалів.	5	2	-	3				8
<b>Тема 2.</b> 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.	20	5	7	8				15
<b>Тема 3.</b> Визначення внутрішніх силових факторів. Метод перерізів. Визначення напружень. Взаємозв'язок між напруженнями та внутрішніми силовими факторами. Визначення деформацій. Поняття о деформаціях та переміщеннях.	10	4	-	6				9
<b>Тема 4.</b> 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.	10	4	-	6				9
<b>Разом за змістовим модулем 1.1</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>41</b>
<b>Змістовий модуль 1.2. Деформації розтягування-стискання, зсуву, кручення</b>								
<b>Тема 5.</b> Визначення поздовжніх сил, напружень і переміщень статично визначеного бруса. Побудова епюр силових і кінематичних факторів при розтягуванні-стисканні бруса.	10	3	3	4				7
<b>Тема 6.</b> Розрахунок статично невизначуваних стержневих конструкцій на розтягання і стискання.	7	2	1	4				5
<b>Тема 7.</b> Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Класичні теорії міцності.	4	2	-	2				6

<b>Тема 8.</b> Деформація зсуву. Закон Гука при чистому зсуві. Перевірка міцності і допустимі напруження при чистому зсуві. Розрахунок на зріз та змінання гвинтових, заклепкових, шпонкових та зварних з'єднань.	7	2	1	4				7
<b>Тема 9.</b> 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.	9	2	3	4				7
<b>Тема 10.</b> Загальні положення про деформацію згину балок. Типи опор балок. Поперечні сили і згинальні моменти М в перерізах балки, їх епюри. Диференційні залежності при згинанні. Особливості епюр Q і М. Нормальні та дотичні напруження при плоскому згинанні, їх епюри для різних форм поперечних перерізів. Розрахунок балок на міцність при згинанні	8	4	-	4				7
<b>Разом за змістовим модулем 1.2</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>39</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>80</b>

Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4-й семестр</b>								
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 2.1. Основи опору матеріалів</b>								
<b>Тема 11.</b> Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння. Визначення переміщень у балках методом початкових параметрів	19	4	7	8				12
<b>Тема 12.</b> Загальні теореми про пружні системи. Потенціальна енергія пружної деформації. Загальні поняття. Узагальнені сили і узагальнені переміщення	6	2	-	4				9
<b>Тема 13.</b> Визначення переміщень пружних систем енергетичними методами на основі теореми Кастільяно. Інтеграл Мора. Обчислення інтегралів Мора за правилом Верещагіна	9	4	-	5				9
<b>Тема 14.</b> Згин статично невизначених балок. Основні поняття та визначення. Розрахунок однопрогонних балок способом порівняння деформацій. Згин прогонних нерозрізних балок. Теорема трьох моментів	11	4	2	5				9
<b>Разом за змістовим модулем 2.1</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>39</b>
<b>Змістовий модуль 2.2. Складний опір. Стійкість стержнів та ударне навантаження Додаткові питання з опору матеріалів.</b>								
<b>Тема 15.</b> Складний опір. Косе згинання бруса. Згин вала з крученням. Перевірка міцності з відповідними теоріями	16	4	4	8				11
<b>Тема 16.</b> 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				9
<b>Тема 17.</b> Ударне навантаження. Переміщення і напруження пружної системи при ударі одиничним вантажем. Поняття коефіцієнта динамічності	8	4	-	4				9

<b>Тема 18.</b> 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	10	4	-	6				10
<b>Разом за змістовим модулем 2.2</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>39</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>78</b>
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>158</b>

Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

## 5.2 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денне	заочне
<b>Семестр 3</b>			
1	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів складної форми (розрахунково-графічна робота № 1)	7	1
2	Визначення продольних зусиль, напружень і переміщень у статично визначеному брусі (розрахунково-графічна робота № 2)	3	1
3	Визначення продольних зусиль, напружень і переміщень у статично невизначеному брусі	1	0,5
4	Розрахунок деформацій зрізу і зминання у заклепкових і зварних з'єднань	1	0,5
5	Розрахунок на міцність і жорсткість валів з круглим перерізом (розрахунково-графічна робота № 3)	3	1
	Разом за семестр 3	15	4
<b>Семестр 4</b>			
1	Розрахунок на міцність і жорсткість статично визначених балок (стержнів) при згинанні (розрахунково-графічна робота № 4)	7	2
2	Розрахунок на міцність і жорсткість статично невизначених балок (стержнів) при згинанні	2	1
3	Розрахунок вала на міцність і жорсткість при згинанні з крученням (розрахунково-графічна робота № 5)	4	2
4	Розрахунки на стійкість стиснутих стержнів (розрахунково-графічна робота № 6)	2	1
	Разом за семестр 4	15	6
	<b>Разом за рік</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

### 5.3 Розподіл годин для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>3-й семестр</b>			
1	Підготовка до лекцій	15	3
2	Підготовка до практичних занять	7,5	4
3	Виконання розрахунково-графічних робіт	4,5	30
4	Підготовка до поточного модульного контролю	1	18
5	Підготовка до підсумкового контролю (залік)	2	25
<b>Разом за 3-й семестр</b>		<b>30</b>	<b>80</b>
<b>4-й семестр</b>			
1	Підготовка до лекцій	15	3
2	Підготовка до практичних занять	7,5	6
3	Виконання розрахунково-графічних робіт	4,5	30
4	Підготовка до поточного модульного контролю	1	15
5	Підготовка до підсумкового контролю (екзамен)	2	24
<b>Разом за 4-й семестр</b>		<b>30</b>	<b>78</b>
<b>Усього за дисципліною</b>		<b>60</b>	<b>158</b>

### 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, сконцентрованою 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 практичних занять застосовується:

- практична 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 практичних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому практичному занятті за університетською електронною поштою.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання розрахунково-графічних робіт надаються в письмовій формі;
- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточні та підсумкові види контролю у формі тестування (тестовий контроль);
- контрольна робота (для заочної форми);
- залік (3 семестр), екзамен (4 семестр).

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріали змістового модуля оцінюється шляхом поточного та підсумкового контролю із засвоєння матеріалу.

## 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, який 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 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 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 практичних (розрахунково- графічних) робіт

Бал	Критерії оцінювання
12	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно. Застосовувалися коректні методи виконання розрахунків. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
9	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
6	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.
3	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
<b>3-й семестр</b>										
<b>Бал</b>	12	11	10	8	7	6	5	4	2	1
<b>4-й семестр</b>										
<b>Бал</b>	12	11	10	8	7	6	5	4	2	1

### Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
36	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
27	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.
18	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

### Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент під час відповіді продемонстрував володіння навчальним матеріалом, вільно й аргументовано його висвітлює, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань; вільно володіє спеціалізованою термінологією та здійснює аналіз і робить висновки.
30	Студент достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано розкриваючи зміст теоретичних запитань, вільно володіє спеціалізованою термінологією. Проте репрезентація окремих питань недостатньо змістовна й аргументована, допущені окремі несуттєві неточності та незначні помилки.
20	Студент загалом володіє навчальним матеріалом, висвітлює його основний зміст, але без глибокого аналізу, обґрунтування й аргументації, допускає окремі суттєві неточності та помилки.
10	Студент володіє навчальним матеріалом не в повному обсязі, висвітлює його фрагментарно, аргументи не сформульовані, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань, використовується невірна термінологія, допускає суттєві неточності.
0	Студент не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань.

### Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
<b>3-й семестр</b>		
Виконання розрахунково-графічних робіт	3 роб. × 12 балів = 36 балів	2 роб. × 12 балів = 24 бали
Поточний модульний контроль	2 МКР × 12 балів = 24 бали	-
Виконання контрольної роботи	-	1 КР × 36 балів = 36 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>4-й семестр</b>		
Виконання розрахунково-графічних робіт	3 роб. × 12 балів = 36 балів	2 роб. × 12 балів = 24 бали
Поточний модульний контроль	2 МКР × 12 балів = 24 бали	-
Виконання контрольної роботи	-	1 КР × 36 балів = 36 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів	
<b>3-й семестр</b>					
ЗМ 1.1	T1, T2	РГР № 1	12	РГР № 1	12
	T1-4	Поточний модульний контроль	12	-	-
ЗМ 1.2	T3-6	РГР № 2	12	РГР № 2	12
	T7, 8, 9	РГР № 3	12	-	-
	T5-10	Поточний модульний контроль	12	-	-
	T1-10	-	-	Контрольна робота	36
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
<b>4-й семестр</b>					
ЗМ 2.1	T2, 3, 10, 11	РГР № 4	12	РГР № 3	12
	T11-14	Поточний модульний контроль	12	-	-
ЗМ 2.2	T2, 3, 7, 10, 11, 15	РГР № 5	12	-	-
	T2, 16	РГР № 6	12	РГР № 4	12
	T15-18	Поточний модульний контроль	12	-	-
	T11-18	-	-	Контрольна робота	36
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			<b>100</b>		<b>100</b>

## 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, 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. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.
3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання при вивченні дисципліни «Опір матеріалів»: методичні вказівки. Ч.І. / 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. Боби́ря. Київ: Вища школа, 2008. 399 с.

#### **Допоміжна література**

7. Скребцов А.А., Штанько П.К., Омельченко О.С., Опір матеріалів. Навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 452 с.
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. Кожожицькі 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**

1. Сайт ХННІ НУК: [www://kb.nuos.edu.ua](http://kb.nuos.edu.ua).
2. <http://www.nbuv.gov.ua> – Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.
3. <https://nlu.org.ua> – Офіційний сайт Національної парламентської бібліотеки України.

Розробники:

професор



Олександр ЩЕДРОЛОСЄВ

в.о. доцента



Дмитро 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 виписати та пояснити формулу для визначення дотичних напружень при зсуві. Визначити поняття чистого зсуву і виписати 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 невизначних 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.