

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля

Код РПНД



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор науково-педагогічної роботи
Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Опір матеріалів
Strength of Materials

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

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», за освітньою програмою «Кораблі та океанотехніка».

«19» лютого 2026 року. – 28 с.

Розробники:

кандидат технічних наук

кандидат технічних наук



Валерій СОКОВ

Дмитро ЛИТВИНЕНКО

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

Гарант освітньої програми:

канд. техн. наук, старший викладач

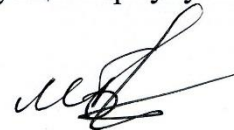


Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Протокол № 6 від «19» лютого 2026 року.

В.о. завідувача кафедри



Максим БОБРОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» розглянуто Навчально-методичною радою Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 6 від «19» 02 2026 року.

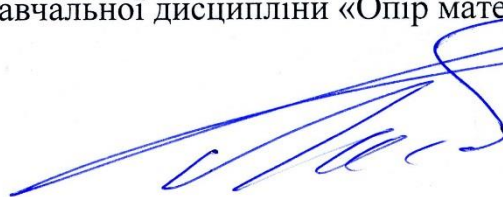
Голова



Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Опір матеріалів» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

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

Протокол № 3 від «25» 03 2026 року.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2026

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Опис навчальної дисципліни	6
2 Мета навчальної дисципліни	7
3 Передумови для вивчення дисципліни	7
4 Очікувані результати навчання	7
5 Програма навчальної дисципліни	9
6 Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	20
7 Форми поточного та підсумкового контролю	21
8 Критерії оцінювання результатів навчання	22
9 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	26
10 Рекомендовані джерела інформації	28

Прийняті скорочення

БМК – будівельна механіка корабля;
ОПП – освітньо-професійна програма;
РГР – розрахунково-графічна робота;
ЛР – лабораторна робота;
ПР – практична робота;
ЗМ – змістовий модуль;
М – модуль;
ПМК – поточно-модульний контроль;
лек – лекції;
лаб – лабораторні заняття;
пр – практичні заняття;
с.р. – самостійна робота.

Наприклад: РГР8 – розрахунково-графічна робота №8; ЛР6 – лабораторна робота №6.

ВСТУП

Анотація

Вивчаються методи розрахунку простих стержневих конструкцій в рамках гіпотез опору матеріалів. Розглядаються розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість прямих стержнів та простих стержневих систем при дії на них простих і комбінованих навантажень та видів деформувань. Містяться відомості про напружено-деформований стан у точці. Приділено увагу статично невизначеним системам, які розраховуються методом сил. Охоплено вивчення розрахунків при динамічних навантаженнях, ударі та при повторно-змінних циклічних навантаженнях.

Дисципліна «Опір матеріалів» є базовою дисципліною при підготовці фахівців з кораблебудування, де студент отримує базові навички розрахунку твердих деформованих тіл, які стануть фундаментом у подальшому вивченні дисциплін міцнісного напрямку.

Ключові слова: напруження, деформації, стержень, балка, розтяг-стиск, зсув, кручення, згин, метод сил.

Abstract

There are methods of calculation of simple rod structures within the framework of hypotheses of strength of materials are studied. Calculations of strength, stiffness and stability of straight rods and simple rod systems under the action of simple and combined loads and types of deformations are considered. The information about the stress-strain state at a point is contained. Attention is paid to statically indeterminate systems that are calculated by the force method. The study of calculations under dynamic loads, shock and under repeatedly variable cyclic loads is covered.

The discipline "Strength of Materials" is a basic discipline in the training of shipbuilding specialists, where the student receives basic skills in calculating solid deformable bodies, which will become the foundation in the further study of strength disciplines.

Keywords: stress, deformations, rod, beam, tension-compression, shear, torsion, bending, force method.

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		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		2-й	2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність G11 Машинобудування Спеціалізація G11.04 Суднобудування Освітня програма «Кораблі та океанотехніка»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		3,4-й	3,4-й
		Лекції	
		60 год.	12 год.
Загальна кількість годин – 180		Лабораторні	
		15 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
Розподіл аудиторних годин для денної форми навчання на тиждень (лекції : лабораторні : практичні): 2:1:0 (семестр 1); 2:0:1 (семестр 2).		15 год.	
	Самостійна робота		
	90 год.	164 год.	
	Індивідуальні завдання: –		
Освітній рівень: перший (бакалаврський)		Форма контролю – письмова: семестр 1 – екзамен; семестр 2 – екзамен.	

2 Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Опір матеріалів» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

1) **ІК.** Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері суднобудування або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

2) **К13.** Здатність виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, вібрацію основних конструктивних елементів суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, суднових енергетичних установок, суднового обладнання, суднових пристроїв, суднової електротехніки, автоматики та інших об'єктів, які належать до сфери професійної діяльності.

3) **К18.** 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.

3 Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна «Опір матеріалів» є базовою дисципліною при підготовці спеціалістів для суднобудування. Вивчення її методів розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість потребує певного рівня знань низки дисциплін нормативної частини підготовки бакалаврів, таких як «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Технологія конструкційних матеріалів», котрі за навчальним планом вивчаються в попередніх семестрах.

4 Очікуванні результати навчання

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

1) **ПР10.** Уміти виконувати розрахунки характеристик, якостей, напружено-деформованого стану і оцінювати міцність суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, суднових конструкцій, енергетичних, електротехнічних установок, систем, пристроїв та інших об'єктів суднобудування, їх основних конструктивних елементів.

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

3) **ПР16.** Розуміти основні принципи механічної інженерії (механіки твердого тіла, опору матеріалів, термодинаміки, теплофізики, механіки рідини і газу).

5 Програма навчальної дисципліни

5.1 Опис змістових модулів

Модуль 1 Семестр 3

Змістовий модуль 1. Основні поняття і положення опору матеріалів. Геометричні характеристики плоских фігур

Тема 1. Вступ. Основні поняття опору матеріалів

Поняття міцності, жорсткості і стійкості об'єктів. Предмет і задачі опору матеріалів. Об'єкти, які вивчаються наукою про опір матеріалів. Фактори, що спричиняють деформування тіл. Зосереджені та розподілені зовнішні навантаження. Види деформувань. Поняття про розрахункові схеми об'єктів. Поняття про напруження і деформації. Пружне і пластичне деформування. Властивості пружних тіл.

Гіпотеза плоских перерізів. Принцип Сен-Венана. Метод перерізів. Внутрішні силові фактори.

Література: [1, с. 9-16, с. 37-42, с. 80-82]; [2, с. 9-36]; [3, с. 11-20]; [4, с. 5-10, с. 13-14].

Тема 2. Геометричні характеристики плоских фігур

Визначення площі, статичних моментів та центру мас плоскої фігури. Визначення осьових, полярного та відцентрового моментів інерції плоскої фігури. Поняття про центральні/власні, головні та головні центральні осі та моменти інерції плоскої фігури. Залежності між моментами інерції плоскої фігури при паралельному зсуві та повороті координатних осей. Визначення осьових і полярного моментів опору. Поняття про радіуси інерції.

Порядок практичного розрахунку геометричних характеристик складеної плоскої фігури.

Література: [1, с. 17-36]; [2, с. 53-64]; [3, с. 49-65]; [4, с. 68-78]; [5, с. 7-36].

Змістовий модуль 2. Механічні характеристики матеріалів. Просте деформування стержнів та їх систем (ЗМ2)

Тема 3. Механічні характеристики матеріалів

Загальні поняття про механічні характеристики і їх практичне визначення. Поняття про деформацію розтягу-стиску. Випробування матеріалу при розтягуванні зразка. Діаграма розтягування зразка. Основні механічні характеристики міцності й пластичності матеріалу.

Інші види механічних випробувань. Випробування на стискання. Визначення твердості матеріалів. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Допустимі напруження при розтяганні й стисканні матеріалу. Умова міцності. Робота і потенціальна енергія деформації при розтягу-стиску.

Література: [1, с. 88-114]; [2, с. 65-76]; [3, с. 89-111]; [4, с. 20-33, с. 38-42].

Тема 4. Розтягання і стискання брусь

Визначення деформацій, напружень і переміщень при розтяганні (стисканні) прямолінійного стержня (бруса). Умови міцності й жорсткості. Види розрахунків [1, с. 87]: проектувальний; перевірочний; на визначення допустимого навантаження на прикладі прямого бруса. Задачі перевірки і проектування прямого бруса при розтягу-стиску з умов міцності і жорсткості. Визначення допустимого навантаження. Поняття про статично визначувані і невизначувані стержні й стержневі системи. Розрахунки статично визначених одно- та багатоступінчатих брусь. Врахування сил тяжіння.

Основні етапи розрахунку статично невизначених систем. Визначення осьових внутрішніх сил статично невизначуваного стержня (бруса) під дією зовнішніх сил і температурного поля.

Розрахунки статично невизначуваних двовимірних стержневих систем під дією зовнішнього навантаження з врахуванням неточності виготовлення стержнів і температурного поля. Стержневі системи з жорстким брусом на площині.

Література: [1, с. 42-43, с. 83-88, с. 115-140]; [2, с. 37-52]; [3, с. 75-89]; [4, с. 10-19, с. 42-46, с.]; [5, с. 45-71].

Змістовий модуль 3. Основи теорії напружено-деформованого стану та критерії міцності. Зсув. Кручення валів (ЗМЗ)

Тема 5. Основи теорії напружено-деформованого стану

Напруження в точці тіла і його складові. Тензор напружень. Закон парності дотичних напружень. Повне напруження і його складові на довільній похилій площадці. Головні напруження і головні напрямки. Максимальні дотичні напруження і площадки, в яких вони діють.

Лінійні й кутові деформації в точці тіла. Тензор деформацій. Головні і максимальні кутові деформації. Об'ємний, плоский і лінійний напружені стани. Потенціальна енергія деформації тіла і її складові.

Загальні поняття про оцінку міцності й критерії міцності. Класичні теорії міцності.

Література: [1, с. 152-192]; [2, с. 27-36]; [3, с. 113-142]; [4, с. 106-135].

Тема 6. Зсув

Поняття про деформацію зсуву (зрізу). Визначення напружень при зсуві. Поняття про чистий зсув. Деформації при чистому зсуві і закон Гука. Зв'язок між пружними константами матеріалу. Допустимі напруження при чистому зсуві. Перевірка міцності на зріз та зминання заклепкових і болтових з'єднань та шпонок і їх проектування. Перевірка міцності на зріз зварних з'єднань.

Література: [1, с. 193-205]; [2, с. 77-88]; [3, с. 181-187]; [4, с. 58-67]; [5, с. 85-87].

Тема 7. Кручення валів

Поняття про деформацію кручення. Визначення напружень, абсолютного і відносного кутів закручування вала з круглим перерізом. Умови міцності й жорсткості. Поняття про статично визначувані і невизначувані вали і їх системи.

Розрахунки статично визначених одно- та багатоступінчатих валів. Задачі перевірки і проектування круглого валу при чистому крученні з умов міцності і жорсткості. Визначення допустимого навантаження.

Розрахунок статично невизначених валів.

Література: [1, с. 206-236]; [2, с. 89-100]; [3, с. 220-231]; [4, с. 79-85]; [5, с. 72-85].

Модуль 2

Семестр 4

Змістовий модуль 4. Згин. Складний опір

Тема 8. Плоске згинання прямого стрижня

Поняття про деформацію згину. Види згину. Типові зовнішні навантаження. Кінематичні параметри згину. Внутрішні силові параметри в поперечному перерізі балки: згинальний момент та зрізуюча/перерізуюча сила. Типи опорних в'язей балок і їх зображення на розрахункових схемах. Поняття про статично визначені і невизначені балки. Гіпотези технічної теорії згину балок і силові диференціальні залежності.

Побудова епюр перерізуючої сили і згинального моменту та визначення відповідних взаємозалежностей між ними. Встановлення положення небезпечного перерізу.

Визначення законів розподілу та екстремальних значень нормальних і дотичних напружень при згині балок і характеру їх епюр по висоті перерізів різної форми. Визначення еквівалентних напружень за класичними теоріями міцності. Умова міцності при згині балок. Типові розрахунки при згині балок з умов міцності.

Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення лінійних і кутових переміщень перерізів призматичних балок інтегруванням диференціального рівняння згину. Граничні умови і їх практичне використання.

Визначення кінематичних та внутрішніх силових параметрів при згині балок за методом перерізів.

Література: [1, с. 237-297]; [2, с. 101-190]; [3, с. 143-188]; [4, с. 158-179]; [5, с. 88-122].

Тема 9. Складний опір

Поняття про складний опір. Типи складного опору. Визначення напружень і перевірка міцності при складному і косому згині та згині з розтягом-стиском. Складний і косий згин.

Згин з розтягом-стиском. Поняття про позацентровий розтяг-стиск.

Визначення напружень і повна перевірка міцності при згині з крученням валів з круглим поперечним перерізом.

Література: [1, с. 325-353]; [2, с. 191-210]; [3, с. 255-272]; [4, с. 186-206]; [5, с. 123-143].

Змістовий модуль 5. Загальні енергетичні теореми і принципи. Статично невизначені системи

Тема 10. Загальні енергетичні теореми і принципи

Поняття про узагальнені сили і переміщення. Робота зовнішніх і внутрішніх сил для лінійно деформованих тіл. Принцип можливих переміщень і його використання для визначення переміщень стержневих систем за методом Мора. Потенціальна енергія. Основні енергетичні теореми (про взаємність робіт і переміщень, Лагранжа, Кастільяно) і їх практичне використання при розрахунках стержневих систем.

Література: [1, с. 354-385]; [2, с. 171-180]; [3, с. 177-181]; [4, с. 216-225]; [6, с. 3-46].

Тема 11. Статично невизначені стержневі системи і балки

Основні поняття і визначення в розрахунках статично невизначених систем. Порядок розкриття статично невизначеності стержневих систем. Розрахунок міцності статично невизначуваних однопрогонових балок. Канонічні рівняння методу сил.

Розрахунок багатопрогонових балок на жорстких опорах, особливості вибору основної і еквівалентної систем. Рівняння трьох моментів для багатопрогової балки при незміщуваних опорах.

Література: [1, с. 386-420]; [2, с. 182-190]; [3, с. 191-201]; [4, с. 225-234]; [5, с. 144-162]; [6, с. 47-97].

Змістовий модуль 6. Стійкість та динаміка

Тема 12. Стійкість стиснутих стержнів

Поняття про стійку і нестійку рівновагу. Визначення критичної сили центрально стиснутого, однопрогонового стержня. Вплив умов закріплення кінцевих перерізів стержня на значення критичної сили. Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності. Розрахунки на стійкість на базі коефіцієнту запасу стійкості і коефіцієнту зменшення основного допустимого напруження.

Література: [1, с. 492-508]; [2, с. 211-228]; [3, с. 272-283]; [4, с. 251-262]; [5, с. 163-174].

Тема 13. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях

Явище втоми матеріалів. Стадії втомного пошкодження. Характеристики циклу напружень. Крива втоми матеріалу. Визначення границі витривалості. Діаграми граничних напружень Сміта і Хейя.

Вплив конструктивно-технологічних факторів на границю витривалості матеріалів. Поняття про малоциклову втому. Розрахунок на міцність при повторно-змінних напруженнях.

Література: [1, с. 562-589]; [2, с. 239-244]; [3, с. 339-349]; [4, с. 272-282].

Тема 14. Основи розрахунків при динамічних навантаженнях

Види динамічних навантажень і загальні методи динамічних розрахунків. Визначення напружень у тросі при підйому вантажу з прискоренням. Визначення

напружень у тілах при обертанні. Гіпотези технічної теорії удару. Розрахунки при ударному навантаженні (осьовому, скручувальному, згинальному). Механічні властивості і характеристики матеріалів при ударі.

Література: [1, с. 590-612]; [2, с. 229-236]; [3, с. 331-339]; [4, с. 263-266, с. 268-272].

5.2 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	лаб	пр	с.р.		лек	лаб	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1 (М1)										
Семестр 3										
Змістовий модуль 1. Основні поняття і положення опору матеріалів. Геометричні характеристики плоских фігур (ЗМ1)										
Тема 1. Вступ. Основні поняття опору матеріалів	3	2	0	0	1	5	0,5	0	0	4,5
Тема 2. Геометричні характеристики плоских фігур	12	4	2	0	6	10	1	1	0	8
Разом за ЗМ1	15	6	2	0	7	15	1,5	1	0	12,5
Змістовий модуль 2. Механічні характеристики матеріалів. Просте деформування стержнів та їх систем (ЗМ2)										
Тема 3. Механічні характеристики матеріалів	13	2	3	0	8	22,5	1	0,5	0	21
Тема 4. Розтягання і стискання брусків	32	10	6	0	16	22,5	1	0,5	0	21
Разом за ЗМ2	45	12	9	0	24	45	2	1	0	42
Змістовий модуль 3. Основи теорії напружено-деформованого стану та критерії міцності. Зсув. Кручення валів (ЗМ3)										
Тема 5. Основи теорії напружено-деформованого стану	8	6	0	0	2	8	0,5	0	0	7,5
Тема 6. Зсув	5	2	1	0	2	11	1	0	0	10
Тема 7. Кручення валів	17	4	3	0	10	11	1	0	0	10
Разом за ЗМ3	30	12	4	0	14	30	2,5	0	0	27,5
Разом за М1 (семестр 3)	90	30	15	0	45	90	6	2	0	82
Модуль 2 (М2)										
Семестр 4										
Змістовий модуль 4. Згин. Складний опір (ЗМ4)										
Тема 8. Плоске згинання прямого стрижня	25	8	0	5	12	25	2	0	1,5	21,5
Тема 9. Складний опір	20	4	0	4	12	20	1	0	0	19
Разом за ЗМ4	45	12	0	9	24	45	3	0	1,5	40,5
Змістовий модуль 5. Загальні енергетичні теореми і принципи. Статично невизначені системи (ЗМ5)										
Тема 10. Загальні енергетичні теореми і принципи	11	6	0	0	5	15	0,5	0	0	14,5

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	лаб	пр	с.р.		лек	лаб	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 11. Статично невизначені стержневі системи і балки	19	6	0	2	11	15	0,5	0	0	14,5
Разом за ЗМ5	30	12	0	2	16	30	1	0	0	29
Тема 12. Стійкість стиснутих стержнів	10	2	0	4	4	6	1	0	0,5	4,5
Тема 13. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях	2,5	2	0	0	0,5	4,5	0,5	0	0	4
Тема 14. Основи розрахунків при динамічних навантаженнях	2,5	2	0	0	0,5	4,5	0,5	0	0	4
Разом за ЗМ6	15	6	0	4	5	15	2	0	0,5	12,5
Разом за М2 (семестр 4)	90	30	0	15	45	90	6	0	2	82
Разом за увесь курс	180	60	15	15	90	180	12	2	2	164

5.3 Теми лабораторних занять

№	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		Денне	Заочне
1	2	3	4
Модуль 1 (семестр 3)			
1	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів складної форми [тема 2]	2	1
2	Визначення механічних характеристик міцності й пластичності матеріалу при розтяганні зразка [оформити звіт] [тема 3]	3	0,5
3	Розрахунок на міцність і жорсткість бруса при розтяганні (стисканні) [тема 4]	2	0,5
4	Визначення модуля пружності, коефіцієнта Пуассона матеріалу, а також перевірка закону Гука, принципу Сен-Венана та гіпотези плоских перерізів [оформити звіт] [тема 3, 4]	2	0
5	Розрахунок на міцність статично невизначуваної стержневої системи [тема 4]	2	0
6	Розрахунок на міцність і жорсткість валів з круглим перерізом [тема 6, 7]	2	0
7	Визначення механічних характеристик міцності й пластичності матеріалів при крученні [оформити звіт] [тема 6, 7]	2	0
Всього за Модуль 1 (семестр 3)		15	2

5.4 Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денне	Заочне
1	2	3	4
Модуль 2 (семестр 4)			
1	Розрахунок на міцність і жорсткість балок (стержнів) при згинанні [тема 8]	2	1
2	Перевірка гіпотез теорії чистого згину [оформити звіт] [тема 8]	3	0,5
3	Розрахунок вала на міцність і жорсткість при згинанні з крученням [тема 9]	2	0
4	Дослідження напруженого стану трубчастого валу в умовах складного опору методом електротензометрування [оформити звіт] [тема 9]	2	0
5	Розрахунок на міцність багатопрогонової балки на жорстких опорах з використанням рівнянь трьох моментів [тема 11]	2	0
6	Проектування стиснутого стояка за умови стійкості [тема 12]	2	0,5
7	Дослідження стійкості центрально стиснутих стержнів [оформити звіт] [тема 12]	2	0
Всього за Модуль 2 (семестр 4)		15	2

5.5 Розрахунково-графічні роботи (РГР) для самостійної роботи

№	Назва роботи	Кількість годин	
		Денне	Заочне
1	2	3	4
Модуль 1 (семестр 3)			
1	Розрахунок геометричних характеристик плоского перерізу складної форми [тема 2], [5, с. 7–36]	6	20
2	Розрахунок на міцність і жорсткість ступінчастого бруса при осьовому навантаженні [тема 4], [5, с. 37–44, с. 45–58]	4	20
3	Розрахунок на міцність і жорсткість стержневої системи з жорстким брусом [тема 4], [5, с. 59–71]	8	0
4	Розрахунок на міцність і жорсткість з'єднаних валів з круглим перерізом [тема 7], [5, с. 72–87]	4	0
Всього за Модуль 1 (семестр 3)		22	40
Модуль 2 (семестр 4)			
5	Розрахунок на міцність і жорсткість статично визначуваної балки при згинанні [тема 8], [5, с. 88–122]	7	25
6	Розрахунок на міцність і жорсткість вала при згинанні з крученням [тема 9], [5, с. 123–143]	6	0
7	Розрахунок на міцність при згинанні статично невизначуваної, багатопрогонової балки на жорстких опорах [тема 11], [5, с. 144–162]	6	0
8	Проектування стиснутого стояка за умови стійкості [тема 12], [5, с. 163–174]	4	20
Всього за Модуль 2 (семестр 4)		23	45

5.6 Самостійна робота студентів

5.6.1 Розподіл самостійної роботи за рік

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Підготовка до лекцій	15	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	9
3	Підготовка до практичних занять	15	4
4	Виконання розрахунково-графічних робіт	45	85
5	Підготовка до контрольних заходів	0	60
Разом		90	164

5.6.2 Розподіл самостійної роботи за семестрами

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
3-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	8	3
2	Підготовка до лабораторних занять	15	9
3	Підготовка до практичних занять	0	0
4	Виконання розрахунково-графічних робіт	22	40
5	Підготовка до контрольних заходів	0	30
Разом за 3-й семестр		45	82
4-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	7	3
2	Підготовка до лабораторних занять	0	0
3	Підготовка до практичних занять	15	4
4	Виконання розрахунково-графічних робіт	23	45
5	Підготовка до контрольних заходів	0	30
Разом за 4-й семестр		45	82

5.7 Розподіл видів робіт за темами і змістовими модулями

Модуль (М)	Змістовий модуль (ЗМ)	Тема (Т)	Види робіт		
			РГР	ЛР	ПР
1	2	3	4	5	6
М1	ЗМ1	Т1	—	—	—
		Т2	РГР1	ЛР1	—
	ЗМ2	Т3	—	ЛР2* ¹	—
		Т4	РГР2, РГР3	ЛР3, ЛР4*, ЛР5	—
	ЗМ3	Т5	—	—	—
		Т6	—	ЛР6, ЛР7*	—
		Т7	РГР4		—
М2	ЗМ4	Т8	РГР5	—	ПР1, ПР2*
		Т9	РГР6	—	ПР3, ПР4*
	ЗМ5	Т10	—	—	—
		Т11	РГР7	—	ПР5
	ЗМ6	Т12	РГР8	—	ПР6, ПР7*
		Т13	—	—	—
		Т14	—	—	—

¹ Зірочкою (*) позначені ЛР та ПР, до яких необхідно оформити звіт, і які оцінюються за критеріями в табл. 8.1.

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

6.1 Методи навчання за класичною класифікацією

Застосовуються наступні методи навчання за класичною класифікацією.

Для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- демонстрування – наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді.

Для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для практичних, лабораторних та семінарських занять:

- лабораторна робота – вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;
- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;
- спостереження – тривале цілеспрямоване сприймання об'єктів чи явищ із фіксацією змін, які в них відбуваються, і виявлення на цій основі внутрішніх зв'язків і залежностей, розкриття сутності явищ.

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, твори, диктанти, письмові заліки;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі

варіанти відповідей);

- лабораторний контроль;
- графічна перевірка.

6.2 Методи навчання за альтернативною класифікацією

За альтернативною класифікацією застосовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод – повідомлення готової інформації різними засобами (словесними, наочними, практичними) та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами;
- репродуктивний метод – відтворення здобувачем способів діяльності за визначеним викладачем алгоритмом;
- частково-пошуковий – метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;
- дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

6.3 Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- екзамени;
- комплексні іспити;
- стандартизовані тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи.

7 Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе бали за виконанні РГР, ЛР і ПР, оцінки з ПМК за темами змістових модулів, проміжного та заключного екзамену. Ті ЛР і ПР, до яких необхідно оформити звіти є особливо відміченими.

Всі РГР, ЛР і ПР обов'язково повинні бути виконані, представлені до перевірки і захищенні. Форму захисту РГР, ЛР і ПР викладач визначає самостійно. Окремих додаткових балів за захист вказаних робіт не надається. Остаточна оцінка/бали за РГР, ЛР і ПР може бути зменшена з урахуванням захисту вказаних робіт. Тобто,

якщо робота виконана на найвищий бал згідно критеріїв оцінювання (див. нижче), то ця оцінка може бути зменшена при невдалому захисті. Оцінка за окрему готову РГР, ЛР і ПР виставляється лише після її захисту.

У 3-му, 4-му семестрах заключним контролем є письмовий **екзамен**, за який можна отримати щонайбільше **41 бали**. Екзамен поєднує два теоретичні питання і задачу. Максимальна кількість балів за виконання задачі складає 23 бали, а за одну повну відповідь на кожне теоретичне питання – 9 балів (див. табл. 8.5, 8.6). Ще щонайбільше **59 балів** студент може отримати за виконання ЛР, ПР (табл. 8.1), РГР (табл. 8.2), тестів ПМК (табл. 8.3), що в сумі з оцінкою заключного екзамену складатиме **100 балів**.

8 Критерії оцінювання результатів навчання

До оцінювання приймаються звіти, які виконані згідно діючих вимог до оформлення. Якщо ключова інформація (текстова, графічна тощо), яка міститься у звітах до РГР, ЛР, ПР, ПМК, у матеріалах письмового екзамену не може бути однозначно ідентифікована, то вважається, що представлена інформація відсутня. Якщо звіти до РГР, ЛР, ПР, ПМК, матеріали письмового екзамену чи заліку виконані з критичними порушеннями вимог до оформлення, то вважається, що робота не виконувалася.

Звіти можна виконувати рукописно, із застосуванням комп'ютерної техніки або комбіновано (рукописно + із застосуванням комп'ютерної техніки).

В табл. 8.1 наведені критерії оцінювання ЛР, ПР. В табл. 8.2 наведені критерії оцінювання РГР. В табл. 8.3 наведені критерії оцінювання ПМК. В табл. 8.5 наведені критерії оцінювання відповіді на одне теоретичне питання для екзамену і заліку. В табл. 8.6 наведені критерії оцінювання однієї задачі для екзамену.

Якщо маються ситуації, які не описані в табл. 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.6, то викладач може застосувати альтернативний спосіб оцінювання, прив'язуючи оцінку пропорційно до % якості відображених знань студентом в РГР, ЛР, ПР, ПМК, матеріалах письмового екзамену.

Формула вважається невірною, якщо в ній є хоча б одна помилка. Обчислення (за формулою або самотійне) вважається невірним, якщо кінцевий результат обчислення є невірним, навіть якщо підстановка чисел є вірною. Обчислення за невірними формулами є невірним, навіть якщо це обчислення виконано правильно, але за невірною формулою. Одна розрахункова схема вважається невірною, якщо вона містить хоча б одне критично невірне зображення зовнішніх сил, закріплень, геометричних розмірів, числової та символічної інформації і одиниць вимірювання. Одна графічна побудова вважається невірною, якщо вона містить хоча б один критично невірний графічний елемент, числову та символічну інформацію і одиниці

вимірювання. При чому не витримування масштабу до розрахункових схем або графічних побудов не є помилкою.

РГР або задача оцінюються у послідовності: розрахункова схема (якщо є) → формули → обчислення → графічні побудови на основі обчислень (якщо є). Якщо якийсь із вказаних ланцюгів є невірним, то вважається, що решта наступних ланцюгів є невірною.

Таблиця 8.1 – Критерії оцінювання лабораторних і/або практичних робіт

Бали	Опис критерію
5	Робота виконана у встановлений термін. Робота виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотези досліджень. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує роботу згідно під наглядом викладача; складений звіт містить неточності у висновках.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить помилки.
0	Робота не виконувалася.

Таблиця 8.2 – Критерії оцінювання розрахунково-графічної роботи

Бали	Опис критерію
8	Максимально можлива кількість балів. Робота виконана у встановлений термін, з дотриманням основних вимог до оформлення. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми, графічні побудови, формули та обчислення вірні. Висновки коректні і відповідають поставленим задачам.
7	Всі розрахункові схеми, графічні побудови, формули і розрахунки вірні. Пояснення в РГР нечіткі, неповні, але можуть бути уточнені студентом.
6	Всі розрахункові схеми вірні. Всі формули вірні. Більше половини розрахунків вірні. Графічні побудови містять помилки.
5	Всі розрахункові схеми вірні. Всі формули вірні. Менше половини розрахунків вірні. Графічні побудови містять помилки.
4	Більше 50% поставлених задач в РГР виконані невірно.
3	Всі розрахункові схеми вірні. Більше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за вірними формулами невірні.
2	Більше половини розрахункових схем невірні. Більше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за вірними формулами невірні.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів і вимог до оформлення та

Бали	Опис критерію
	містить помилки, які студент не може самостійно виправити.
0	Робота не виконувалася.

Таблиця 8.3 – Критерії оцінювання поточного модульного контролю (ПМК) у формі тестування

Правильних відповідей, %	80-100	60-80	40-60	20-40	<20
Бали	4	3	2	1	0

Таблиця 8.4 – Розподіл кількості балів за видами робіт без врахування екзамену або заліку

№	Форма контролю	Максимальна кількість балів	
		1-й модуль	2-й модуль
1	Виконання розрахунково-графічних робіт	$4 \times 8 = 32$	$4 \times 8 = 32$
2	Виконання лабораторних і/або практичних робіт	$3 \times 5 = 15$	$3 \times 5 = 15$
3	Поточний модульний контроль	$3 \times 4 = 12$	$3 \times 4 = 12$
4	Всього	59	59

Таблиця 8.5 – Критерії оцінювання відповіді на одне теоретичне питання для екзамену і заліку

Бал	Критерії оцінювання
	Максимально можлива кількість балів.
9	Студент вільно володіє матеріалом, повністю розкрив тему питання, дає чіткі відповіді на додаткові питання.
7÷8	Студент володіє матеріалом, розкриває тему питання, може цілком дати відповідь на додаткові запитання
5÷6	Студент володіє матеріалом, але розкриває тему недостатньо повно, знає основні закони і принципи розрахунків, може допускати неточності при відповідях на додаткові запитання.
3÷4	Студент орієнтується в матеріалі, в формулюваннях допускає неточності. Відповідає не на всі додаткові запитання.
1÷2	Студент слабо орієнтується в матеріалі. Не може відповісти на більшість запитань.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

Таблиця 8.6 – Критерії оцінювання задачі для екзамену

Бал	Критерії оцінювання
	Максимально можлива кількість балів.
23	Задача вирішена вірно найлегшим шляхом. Всі завдання задачі виконані. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми (якщо є), графічні побудови (якщо є), формули та обчислення вірні.
21÷22	Задача вирішена вірно, але більш складним шляхом, ніж це можливо. Всі завдання задачі виконані. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно

Бал	Критерії оцінювання
	зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми (якщо є), графічні побудови (якщо є), формули та обчислення вірні.
18÷20	Всі формули і розрахунки вірні. Задача виконана вірно. Пояснення до задачі і висновки неповні, але студент може доповнити. Розрахункові схеми і графічні побудови чіткі і вірні.
15÷17	Всі формули і розрахунки вірні. Задача виконана вірно, але є незначні помилки, наприклад, невірні одиниці вимірювання, або їх відсутність. Розрахункові схеми і графічні побудови (якщо такі є) дещо нечіткі і викликають неоднозначність сприйняття, але студент може все на них пояснити.
12÷14	Всі формули вірні. Більше половини розрахунків вірні.
8÷11	Всі формули вірні. Більше половини розрахунків невірні.
4÷7	Менше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за правильними формулами невірні.
1÷3	Більше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за правильними формулами невірні.
0	Задача не виконувалась.

Таблиця 8.7 – Розподіл видів робіт за модулями та балами

Модулі (М)	Змістовий модуль (ЗМ)	Тема (Т)	Вид роботи	Кількість балів
М1	ЗМ1	Т1, Т2	РГР1	$1 \times 8 = 8$
			ПМК 1	$1 \times 4 = 4$
	ЗМ2	Т3, Т4	РГР2, РГР3	$2 \times 8 = 16$
			ЛР2, ЛР4	$2 \times 5 = 10$
			ПМК 2	$1 \times 4 = 4$
	ЗМ3	Т5, Т6, Т7	РГР4	$1 \times 8 = 8$
			ЛР7	$1 \times 5 = 5$
			ПМК3	$1 \times 4 = 4$
	Всього за РГР, ЛР, ЛР, ПМК		–	59
	Підсумковий контроль		екзамен	41
Всього		–	100	
М2	ЗМ4	Т8, Т9	РГР5, РГР6	$2 \times 8 = 16$
			ЛР2, ЛР4	$2 \times 5 = 10$
			ПМК4	$1 \times 4 = 4$
	ЗМ5	Т10, Т11	РГР7	$1 \times 8 = 8$
			ПМК5	$1 \times 4 = 4$
	ЗМ6	Т12, Т13, Т14	РГР8	$1 \times 8 = 8$
			ЛР7	$1 \times 5 = 5$
			ПМК6	$1 \times 4 = 4$
	Всього за РГР, ЛР, ЛР, ПМК		–	59

Модулі (М)	Змістовий модуль (ЗМ)	Тема (Т)	Вид роботи	Кількість балів
	Підсумковий контроль		екзамен	41
	Всього		—	100

9 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

9.1 Навчальне обладнання

Плакати паперові; проектори і екрани до них; плакати і презентації в електронному вигляді; кінофільми; комп'ютерні класи.

9.2 Лабораторне обладнання

- 1) Прес Гагаріна з пристроєм запису зусиль.
- 2) Універсальна машина М5.
- 3) Прес гідравлічний 50 тонн.
- 4) Прес гідравлічний 20 тонн.
- 5) Машина для випробувань на кручення.
- 6) Преса Бринеля.
- 7) Маятниковий копер.

9.3 Контрольно-вимірювальна апаратура та інструменти

- 1) Вимірювачі деформацій ВДЦ-1 з комплектами підключень.
- 2) Вимірювальна система СИИТ-3.
- 3) Індикатори переміщень годинникового типу.
- 3) Тензорезистори.
- 4) Динамометри.
- 5) Навантажувальні пристрої.
- 6) Штангенциркулі.
- 7) Мікроскопи.

9.4 Матеріали та зразки

- 1) Сталева пластина для визначення механічних характеристик при розтяганні та перевірки основних гіпотез опору матеріалів.
- 2) Балка таврова з навантажувальним пристроєм для перевірки гіпотез чистого згину.
- 3) Трубчастий вал з важелем для перевірки міцності в умовах складного опору.
- 4) Зразки для випробувань на розрив з різних матеріалів.
- 5) Зразки для випробувань на кручення з різних матеріалів.
- 6) Сталеві зразки для випробувань на стійкість.

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. К: Вища школа, 2004. 655с.
- 2 Коростильов Л.І. Опір матеріалів: навчальний посібник / Л.І. Коростильов, О.Є. Лугінін, В.В. Спіхтаренко, Р.Ю. Коршиков, С.Ю. Клименков, С.В. Терлич / за ред. д-ра техн. наук Л.І Коростильова; 2-е вид. перероб. та доп. – Миколаїв: НУК, 2019. – 300 с.
- 3 Чихладзе Е.Д. Опір матеріалів: Підручник для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 366 с.
- 4 Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: Підручник. – К.: Знання, 2016. – 400 с.
- 5 Коростильов Л. І., Соков В.М. Практикум з виконання розрахунково-графічних робіт з опору матеріалів : навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2024. 176 с.

Допоміжна література

- 6 Киркач Б.М. Енергетичні методи опору матеріалів. Метод сил: навч.-метод. посіб. / Б.М. Киркач, О.Б. Киркач, В.Л. Хавін та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – 110 с.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л.Т. Шкельов, А.М. Станкевич, Д.В. Пошивач. К.:ЗАТ "Віпол", 2011. – 456 с.
- 10 Ройзман В.П. Прикладна механіка. Опір матеріалів: Навчальний посібник. – К: Центр навчальної літератури, 2004. – 124 с.
- 11 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П. Вибрані задачі з опору матеріалів з розв'язаннями: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 231 с.
- 12 Збірник задач з опору матеріалів: навч. посіб. / за ред. М.І. Бобири. – К: Вища школа, 2008. 399 с.