

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
КОРАБЛЕБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ ТА КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ
КОРАБЛЯ

Код РПНД Т788

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з 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 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

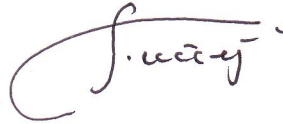
«01» 09 2021 року. – 19 с.

Розробник:

Клименков С.Ю., старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Опір матеріалів" узгоджено з гарантом освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

Гарант освітньої програми
канд. техн. наук, доцент

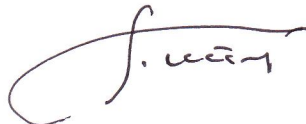


Патлайчук В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Опір матеріалів" розглянуто на засіданні кафедри турбін.

Протокол № 9 від «19» 06 2021 р.

Завідувач кафедри



Патлайчук В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Опір матеріалів" розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 11 від «24» 06 2021 р.

Голова



Сербін С.І.

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

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

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

Протокол № 7 від «26» 08 2021 р.

Голова НМР НУК



Трушляков Є.І.

© НУК, 2021

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання	17
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	17
10. Рекомендовані джерела інформації	19

ВСТУП

Анотація

Вивчення дисципліни «Опір матеріалів» з циклу загальної підготовки фахівців є важливою передумовою засвоєння дисциплін, пов'язаних з проєктуванням газотурбінних установок і компресорних станцій. Вона дозволяє обґрунтовано виконувати розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість елементів турбінних та компресорних установок.

Дисципліна «Опір матеріалів» забезпечує накопичення рівня знань у студентів для визначення напружень і деформацій в простих за формою тілах з метою оцінки їх міцності, жорсткості й стійкості при дії на них заданих зовнішніх факторів, які спричиняють деформування цих тіл. Вирішення таких задач потребує використання простого математичного апарату вищої математики, яким вони повинні володіти в доступній мірі.

Ключові слова: деформація, жорсткість, напруження, міцність, стійкість, тіло.

Abstract

Studying the discipline "Strength of materials" from the cycle of general training of specialists is an important prerequisite for mastering the disciplines related to the design of gas turbine power plants and compressor stations. It allows you to reasonably perform calculations on the strength, rigidity and stability of elements of turbine and compressor units.

The discipline "Strength of materials" ensures the accumulation of students' level of knowledge to determine stresses and deformations in simple-shaped bodies in order to assess their strength, stiffness and stability under the action of given external factors that cause deformation of these bodies. The solution of such problems requires the use of a simple mathematical apparatus of higher mathematics, which they must possess to an accessible extent.

Keywords: deformation, stiffness, tension, strength, stability, body.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" Освітня програма: "Газотурбінні установки і компресорні станції"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		2-й	2-й
Електронна адреса РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 120		Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	3-й	3-й
		Лекції	
		30 год	6 год
		Практичні заняття	
		15 год	2 год
		Лабораторні заняття	
		15 год	2 год
		Самостійна робота	
		60 год	110 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
Вид контролю: екзамен			
Форма контролю: комбінована			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

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

- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ФК2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.
- ФК4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.
- ФК6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

- ФК11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни «Опір матеріалів» є накопичення певного рівня знань з таких дисциплін загальної підготовки, як «Вища математика», «Теоретична механіка» і «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів».

4. Очікувані результати навчання

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

- ПРН1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- ПРН2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.
- ПРН3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.
- ПРН10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.
- ПРН13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття і положення опору матеріалів.

Тема 1. *Вступ. Основні поняття опору матеріалів і геометричні характеристики плоских перерізів*

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. Поняття про розрахункову схему об'єктів. Метод

перерізів. Внутрішні силові фактори. Поняття про повне напруження і його складові. Поняття про відносну лінійну і кутову деформації. Пружне і пластичне деформування. Властивості пружних тіл.

Література: [1] с.9-36, 37-42, 80-82; [2] с.6-36; [4] с.5-32; [5] с.5-10.

Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів

Площа і статичні моменти площі плоскої фігури. Центр ваги площі фігури. Визначення положення центра ваги площі складної фігури. Осьовий і полярний моменти інерції площі. Відцентровий момент інерції. Визначення моментів інерції площі складних перерізів. Залежності між моментами інерції площі відносно паралельних осей і при їх повороті. Поняття про радіуси інерції, осьовий і полярний моменти опору.

Література: [1] с.17-36; [2] с.53-64; [3] с.6-24; [4] с.108-115; [5] с.68-79; [6] с.10-15.

Тема 3. Експериментальні методи визначення деформацій і напружень. Механічні характеристики матеріалів

Загальні поняття про механічні характеристики і їх практичне визначення. 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, яка витрачається на деформування зразка при розтягуванні (стискуванні) і потенціальна енергія деформації.

Література: [1] с.88-114; [2] с.65-76; [4] с.49-77; [5] с.20-40.

Змістовий модуль 2. Просте деформування стержнів та їх систем.

Тема 4. Розтягання і стискання брусків

Визначення деформацій, напружень і переміщень при розтяганні (стисканні) прямолінійного стержня (бруса). Поняття про статично визначувані і невизначувані стержні й стержневі системи. Розрахунки на міцність і жорсткість. Умови міцності й жорсткості. Допустимі й гранично допустимі навантаження стержнів та їх систем із пружно-пластичних матеріалів.

Розрахунок на міцність і жорсткість статично визначуваних стержня і ступінчастого бруса під дією зовнішніх зосереджених сил і сил тяжіння. Визначення осьових внутрішніх сил статично невизначуваного стержня (бруса) під дією зовнішніх зосереджених сил і температурного поля.

Література: [1] с.42-43, 83-88, 115-151; [2] с.37-52; [3] с.25-50; [5] с.40-46; [6] с.16-23.

Тема 5 . Деформація зсуву і кручення валів

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. Потенціальна енергія деформації при чистому зсуві.

Допустимі напруження при чистому зсуві. Перевірка міцності на зріз та зминання заклепок і болтів та їх проектування. Перевірка міцності на зріз різних типів зварних з'єднань. Перевірка міцності на зріз і зминання шліцьового та шпонкового з'єднань.

Поняття про деформацію кручення. Визначення напружень і кута закручування вала з круглим перерізом. Умови міцності й жорсткості при крученні валів.

Побудова епюр крутних моментів і кута закручування вала та визначення положення небезпечного перерізу. Розрахунок валів на міцність і жорсткість. Потенціальна енергія деформації при крученні.

Література: [1] с.44-46; 193-236; [2] с.77-100; [3] с.65-77; [5] с.58-67; 79-97; [6] с.24-28.

Змістовий модуль 3. Основи теорії напружено-деформованого стану.

Тема 6. 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 деформації і максимальні кутові. Об'ємний, плоский і лінійний напружені стани. Потенціальна енергія деформації тіла і її складові.

Література: [1] с.152-179; [3] с.55-61; [5] с.106-121.

Тема 7. Критерії міцності

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

Література: [1] с.180-192; [3] с.62-64; [5] с.122-136.

Змістовий модуль 4. Згинання. Складний опір.

Тема 8. Згинання балок

Поняття про деформацію згину. Види згину. Типові навантаження. Кінематичні параметри згинання. Поперечна (перерізуюча сила) і згинальний момент в поперечному перерізі балки. Типи опорних зв'язків балок і їх

зображення на розрахункових схемах. Поняття про статично визначуванні і невизначуванні балки. Гіпотези технічної теорії згину балок і силові диференціальні залежності.

Побудова епюр перерізуючої сили і згинального моменту та встановлення положення небезпечного перерізу. Визначення нормальних і дотичних напружень при згинанні балок і характеру їх епюр по висоті перерізів різної форми.

Визначення максимальних значень нормальних і дотичних напружень в поперечних перерізах типових форм. Умова міцності при згині балок. Визначення еквівалентних напружень за класичними теоріями міцності. Типові розрахунки при згині балок на базі умови міцності. Концентрація напружень в балках при згинанні.

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

Література: [1] с.46-62, 237-290; [2] с.101-170; [3] с.81-113; [5] с.158-186; [7] с.12-16.

Тема 9. Складний опір матеріалів.

Поняття про складний опір. Типи складного опору. Визначення напружень і перевірка міцності при складному і косому згинанні та згинанні з розтяганням (стисканням). Складне і косе згинання. Згинання з розтяганням (стисканням).

Позацентрове розтягання (стискання). Поняття про ядро перерізу. Визначення напружень і повна перевірка міцності при згинанні з крученням валів з круглим поперечним перерізом.

Література: [1] 325-353; [2] 191-210; [3] 127-144; [5] 186-216; [7] 17-22.

Змістовий модуль 5. Загальні енергетичні теореми і принципи.

Тема 10. Загальні енергетичні теореми і принципи

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

Література: [1] с.354-385; [2] с.171-181.

Тема 11. Статично невизначуванні стержневі системи і балки

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

Розрахунок багатопрогових 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.114-120; [5] с.216-239; [7] с.23-26.

Тема 12. Розрахунок конструкцій за граничними станами

Поняття про граничний стан конструкцій та їх елементів. Розрахунки за граничним станом при розтягуванні й стискуванні, крученні і згинанні.

Література: [1] с.479-491; [2] с.251-258; [3] с.181-192.

Змістовий модуль 6. Динаміка і стійкість

Тема 13. Стійкість стиснутих стержнів

Поняття про стійку і нестійку рівновагу. Визначення критичної сили центрально стиснутого, однопрогового 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.145-163; [5] с.251-261; [7] с.27-28.

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.562-612; [2] с.229-236; [3] с.222-233; [5] с.263-272.

Тема 15. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях

Явище втоми матеріалів. Стадії втоми 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.237-243; [3] с.234-248; [5] с.272-282.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Основні поняття і положення опору матеріалів										
Тема 1. Вступ. Основні поняття опору матеріалів і геометричні характеристики плоских перерізів	10	2	–	–	8	10	1	–	–	9
Тема 2. Геометричні характеристики плоских перерізів	10	2	2	–	6	10	–	–	–	10
Тема 3. Експериментальні методи визначення деформацій і напружень. Механічні характеристики матеріалів	10	2	–	4	4	10	–	–	2	8
Разом за змістовим модулем 1	30	6	2	4	18	30	1	–	2	27
Змістовий модуль 2. Просте деформування стержнів та їх систем										
Тема 4. Розтягання і стискання брусків	7	2	2	–	3	7	1	1	–	5
Тема 5. Деформація зсуву і кручення валів	8	2	2	2	2	8	–	–	–	8
Разом за змістовим модулем 2	15	4	4	2	5	15	1	1	–	13
Змістовий модуль 3. Основи теорії напружено-деформованого стану										
Тема 6. Основи теорії напружено-деформованого стану	8	2	–	2	4	8	1	–	–	7
Тема 7. Критерії міцності	7	2	1	–	4	7	–	–	–	7
Разом за змістовим модулем 3	15	4	1	2	8	15	1	–	–	14
Змістовий модуль 4. Згинання. Складний опір										
Тема 8. Згинання балок	15	2	2	2	9	15	1	1	–	13
Тема 9. Складний опір матеріалів	15	2	2	2	9	15	–	–	–	15
Разом за змістовим модулем 4	30	4	4	4	18	30	1	1	–	28
Змістовий модуль 5. Загальні енергетичні теореми і принципи										
Тема 10. Загальні енергетичні теореми і принципи	4	2	–	–	2	4	1	–	–	3
Тема 11. Статично невизначуванні стержневі системи і балки	7	2	2	–	3	7	–	–	–	7
Тема 12. Розрахунок конструкцій за граничними станами	4	2	–	–	2	4	–	–	–	4
Разом за змістовим модулем 5	15	6	2	–	7	15	1	–	–	14

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 6. Динаміка і стійкість										
Тема 13. Стійкість стиснутих стержнів	8	2	2	2	2	8	1	–	–	7
Тема 14. Основи розрахунків при динамічних навантаженнях	3	2	–	–	1	3	–	–	–	3
Тема 15. Опір матеріалів при повторно-змінних напруженнях	4	2	–	1	1	4	–	–	–	4
Разом за змістовим модулем 6	15	6	2	3	4	15	1	–	–	14
Разом за курсом	120	30	15	15	60	120	6	2	2	110

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів	2	–
2	Розрахунок на міцність і жорсткість бруса при розтяганні (стисканні)	2	1
3	Визначення діаметра круглого вала з умов міцності та жорсткості при крученні	3	–
4	Розрахунок на міцність і жорсткість балок при згинанні	2	1
5	Розрахунок на міцність і жорсткість балок при складному опорі	2	–
6	Розрахунок статично невизначених балок при згинанні	2	–
7	Визначення розмірів складеного перерізу з умови стійкості	2	–
РАЗОМ		15	2

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Визначення механічних характеристик міцності й пластичності матеріалу при розтяганні зразка	2	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
2	Визначення модуля пружності, коефіцієнта Пуасона матеріалу, а також перевірка закону Гука, принципу Сен-Венана та гіпотези плоских перерізів	2	–
3	Визначення механічних характеристик міцності й пластичності матеріалів при крученні	2	–
4	Дослідження плоского напруженого стану поляризаційно-оптичним методом	2	–
5	Експериментальна перевірка гіпотез теорії чистого згину	2	–
6	Дослідження напруженого стану трубчастого валу в умовах складного опору методом електротензометрування	2	–
7	Дослідження стійкості центрально стиснутих стержнів	3	–
РАЗОМ		15	2

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лабораторних занять	15	15
2	Підготовка до практичних робіт	15	15
3	Підготовка до екзамену	30	30
4	Виконання контрольної роботи	–	50
Разом за курсом		60	110

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

Методами навчання є:

- лекції, спрямовані на формування нових знань;
- практичні заняття, які забезпечують оволодіння методами розв'язку задач оцінки міцності й жорсткості простих за формою тіл при заданих зовнішніх навантаженнях;
- лабораторні заняття, які забезпечують накопичення знань з механічних характеристик матеріалу і підтверджують справедливість гіпотез щодо розробки методів оцінки міцності й стійкості тіл;

– контрольні тестові роботи по завершенню вивчення матеріалу відповідних тем дисципліни.

Засобами оцінювання та засобами демонстрування знань є:

- оцінка за тестові роботи по завершенні вивчення тем дисципліни;
- оцінка за виконання звітів по лабораторним роботам;
- оцінка за виконання практичних робіт;
- екзамен за матеріалом вивчення дисципліни в семестрі.

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 по темам дисципліни, захист звітів по лабораторним роботам та заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену складає **41 бал**. Ще **59 балів** студент може отримати при виконанні контрольних тестів, контрольної роботи та лабораторних робіт, що в сумі з оцінкою заключного екзамена складатиме **100 балів**.

Форми контролю результатів навчання та їх оцінювання

.Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	1 x 5 балів = 5 балів
Поточний модульний контроль у формі тестування	8 x 3 балів = 24 бали	–
Контрольна робота	–	1 x 54 бали = 54 бали
Екзамен	41 бал	41 бал
Всього	100	100

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотези досліджень. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно під наглядом викладача; складений звіт містить неточності у висновках.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить помилки.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми становить 35 балів для денної форми навчання (7 робіт по 5 балів) та 5 балів для заочної форми навчання (1 робота по 5 балів).</i>

Контрольна робота	Критерії оцінювання
46-54	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Відповіді на запитання чіткі.
37-45	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з незначними відхиленнями від вимог до технічної документації. Відповіді сформульовані вірно
28-36	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у достатньому обсязі. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту студент надає в основному вірні відповіді.
19-27	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у достатньому обсязі. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час відповідей студент слабо орієнтується в матеріалах.
10-18	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані недостатньо чітко або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки.
1-9	Робота виконана з порушенням встановлених термінів зі значною кількістю грубих помилок, які студент не може виправити самостійно. Відповіді на питання переважно неправильні
0	Роботу не виконано
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент становить 54 бали для заочної форми навчання (1 робота по 54 бали)</i>

Поточний модульний контроль (ПМК) у формі тестування

Правильних відповідей, %	76-100	51-75	25-50	< 25
Бали	3	2	1	0

Підсумковий контроль у вигляді екзамену поєднує два теоретичні питання і задачу. Максимальна кількість балів за виконання задачі **21 бал**, повна відповідь за кожне теоретичне питання оцінюється у **10 балів**.

Усна відповідь на теоретичне питання (1 питання – максимум 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
9-10	Студент вільно володіє матеріалом, повністю розкрив тему питання, дає чіткі відповіді на додаткові питання.
7-8	Студент володіє матеріалом, розкриває тему питання, може в цілому дати відповідь на додаткові запитання
5-6	Студент володіє матеріалом, але розкриває тему недостатньо повно, знає основні закони і принципи розрахунків на міцність, 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

Задача

Бал	Критерії оцінювання
16-21	Розрахункова схема складена ввірно. Наведені формули, зроблені необхідні графічні побудови. Завдання відповідає вимогам до оформлення технічної документації, містить пояснення і висновки.
10-15	Розрахункова схема складена вірно. Наведено коректні формули, проведені вірні розрахунки. Задача виконана вірно, але без належних пояснень або висновків
5-9	Розрахункова схема складена вірно. Наведено вірні розрахункові формули. Розрахунок містить незначні помилки.
3-4	Розрахункова схема складена вірно. Розрахункові формули містять помилки.
1-2	Розрахункова схема містить помилки. Розрахункові формули наведені не повністю або з помилками
0	Задача не виконувалась

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	Т1-Т3	ЛР1, ЛР2	2 x 5 = 10	ЛР1	1 x 5 = 5
		ПМК 1-2	2 x 3 = 6		
ЗМ2	Т4-Т5	ЛР3	1 x 5 = 5		
		ПМК 3	1 x 3 = 3		
ЗМ3	Т6-Т7	ЛР4	1 x 5 = 5		
		ПМК 4	1 x 3 = 3		
ЗМ4	Т8-Т9	ЛР5, ЛР6	2 x 5 = 10		
		ПМК 5	1 x 3 = 3		
ЗМ5	Т10-Т12	ПМК 6	1 x 3 = 3		
ЗМ6	Т13-Т15	ЛР7	1 x 5 = 5		
		ПМК 7-8	2 x 3 = 6		
Т1-Т15		–	–	Контрольна робота	54
Підсумковий контроль		Екзамен	41	Екзамен	41
Сума			100		100

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

1. Лабораторне обладнання

- 1.1 Прес Гагаріна з пристроєм запису зусиль.
- 1.2 Універсальна машина М5.
- 1.3 Поляризаційно-оптична установка.
- 1.4 Розривна машина Р50.
- 1.5 Розривна машина Р20
- 1.6 Машина для випробувань на кручення.

- 1.7 Преса Бринеля.
- 1.8 Маятниковий копер.
- 1.9 Токарний та свердлильні верстати.

2. Матеріали та зразки

- 2.1 Сталева пластина для визначення механічних характеристик при розтяганні та перевірки основних гіпотез опору матеріалів.
- 2.2 Балка таврова з навантажувальним пристроєм для перевірки гіпотез чистого згину.
- 2.3 Трубчастий вал з важелем для перевірки міцності в умовах складного опору.
- 2.4 Зразки для випробувань на розрив з різних матеріалів.
- 2.5 Зразки для випробувань на кручення з різних матеріалів.
- 2.6 Сталеві зразки для випробувань на стійкість.
- 2.7 Зразки з оптично активного матеріалу для дослідження плоского напруженого стану поляризаційно-оптичним методом.

3. Контрольно-вимірювальна апаратура та інструменти

- 3.1 Вимірювачі деформацій ВДЦ-1 з комплектами підключень.
- 3.2 Вимірювальна система СИИТ-3.
- 3.3 Індикатори переміщень годинникового типу.
- 3.4 Тензорезистори.
- 3.5 Динамометри.
- 3.6 Навантажувальні пристрої.
- 3.7 Штангенциркулі.
- 3.8 Мікроскопи.

4. Демонстраційні матеріали

- 4.1 Плакати: описи лабораторних робіт, механічні характеристики матеріалів, таблиці шкал Бринеля, тощо.
- 4.2 Слайди: розвиток макротріщин в зонах концентрації напружень, утворення ліній Чернова-Людерса на полірованих зразках при пластичному деформуванні, тощо.
- 4.3 Демонстраційні учбові фільми.

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. 655 с.
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. Збірник задач з опору матеріалів: навч. посіб. / за ред. М.І. Боби́ря. К: Вища школа, 2008. 399 с.
4. Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л.Т. Шкельов, А.М. Станкевич, Д.В. Пошивач. К.: ЗАТ "Віпол", 2011. 456 с..
5. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: підручник. К.: Знання, 2016. 400 с.

Допоміжна література

6. 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.
7. 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.
8. Чихладзе Е.Д. Опір матеріалів: підручник для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів. Харків: УкрДАЗТ, 2011. 366 с.
9. Ройзман В.П. Прикладна механіка. Опір матеріалів: навчальний посібник. К: Центр навчальної літератури, 2004. 124 с.
10. Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П. Вибрані задачі з опору матеріалів з розв'язаннями: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2011. 231 с.