



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Динаміка та міцність машин</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5-й курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити (лекції –14 год.; практичні – 30 год, СРС –76 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., Бородій Михайло Васильович, (050)380 87 78; mborodii@gmail.com Практичні: д.т.н., Бородій Михайло Васильович, (050)380 87 78; mborodii@gmail.com .
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2453 ; https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own .

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Фундаментом і основою механіки деформівного твердого тіла є експеримент, на базі якого формуються її теорії і гіпотези, і який використовується для перевірки їх адекватності і достовірності. Експериментальні методи є основою для формування і розробки визначальних співвідношень в усіх складових механіки деформівного твердого тіла, а саме, в теорія пружності, в'язкопружності, пластичності, повзучості, а також в механіці руйнування і теорії втомного руйнування. Без знання експериментальних методів неможливо вирішувати практично важливі проблеми обґрунтування методів розрахунку напружено-деформованого і граничних станів реальних конструкцій.

Курс «Експериментальні методи досліджень» є навчальною дисципліною, в якій викладаються експериментальні методи, завданням яких є формування розрахункових моделей, рівнянь стану та критеріїв на базі експерименту. Тому вивчення курсу базується на широкому використанні методів механіки деформівного твердого тіла, теорії подібності і розмірностей, а також змісту попередніх курсів по металознавству і опору матеріалів.

Метою вивчення курсу є надання студентам знань з основних теоретичних і практичних принципів постановки сучасного експерименту, побудови обладнання, вимірювальних схем, систем автоматизації; практичних навичок проведення експерименту та вміння раціонально і грамотно використовувати сучасне експериментальне обладнання.

Предметом курсу є методи використання засобів експерименту у сукупності з відповідною нормативною документацією для вирішення таких практичних задач, як дослідження механічної поведінки та міцності матеріалів і конструкцій під дією зовнішніх навантажень, обробка результатів експерименту і представлення його результатів.

Програмні результати навчання

Курс складається з одного кредитного модуля.

При вивченні кредитного модуля «Експериментальні методи досліджень» студенти опановують методи вимірювання в процесі макроексперименту деформацій, напружень і температури, а також побудови і функціонування таких невід'ємних систем сучасних експериментальних комплексів з замкненим контуром регулювання, як системи індикації, системи автоматизації і формування команд управління, системи створення в зоні об'єкту дослідження необхідних середовищ і температури. Значна увага приділяється при цьому визначенню точності експерименту, а також методам аналізу і обробки його результатів.

В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

Знань:

- методів дослідження напружень і деформацій;
- методів дослідження міцності матеріалів і елементів конструкцій при дії середовищ і температур;
- аналізу, обробки і представлення результатів експерименту.

Умінь:

- експериментального визначення напружень і деформацій;
- масштабного перетворення деформацій поверхні за допомогою тензометрів та тензорезисторних перетворювачів;
- складати вимірювальні схеми, ознайомлення з тензометричною апаратурою та методами автоматизації і індикації вимірювань;
- застосовування методів дослідження впливу середовищ і температури на міцність і довговічність матеріалів;
- вимірювання температури в інтервалі 1,5 ... 5000 К.

Навичок:

- проведення випробувань при визначенні характеристика в'язкості руйнування матеріалів за статичного навантаження;
- визначення характеристик розсіювання енергії конструкційних матеріалів;
- побудови діаграм циклічного деформування;
- визначення характеристик пружності металів динамічним методом;
- визначення характеристик повзучості та тривалої міцності;
- тарування промислових термодатчиків до 1200 °С;
- аналіз результатів, визначення похибок вимірювань.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Пререквізити: Наявність освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 Прикладна механіка або суміжними спеціальностями, який включає дисципліни Вища математика, Механіка матеріалів і конструкцій, Теорія пружності/механіка деформівного твердого тіла, Теорія пластичності і повзучості, Електротехніка. Наукова робота за темою магістерської дисертації 1. Основи експериментальних досліджень. Міцність при змінних навантаженнях

Постреквізити: вивчення дисципліни забезпечує основу для подальшого застосування в Числових методах, Автоматизованих системах проектування, Методі скінченних елементів, для виконання магістерських робіт зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Динаміка і міцність машин».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Методи дослідження напружень і деформацій

Тема 1. Класифікація методів дослідження НДС. Одиниці вимірювання деформацій.

Рентгенографічний, поляризаційно-оптичний, розподільчих сіток та ін.

Тема 2. Методи масштабного перетворення деформації поверхні за допомогою тензометрів та тензорезисторних перетворювачів.

Тема 3. Вимірювальні схеми, тензометрична апаратура, автоматизація і індикація вимірювань.

Розділ 2. Методи дослідження міцності матеріалів і елементів конструкцій за дії середовищ і температур

Тема 4. Дослідження впливу середовищ (нейтральних і агресивних) на міцність і довговічність.

Тема 5. Експериментальні методи дослідження при високих (до 3000 К) і низьких (від 1,5 К) температурах.

Тема. 6. Методи вимірювання температури в інтервалі 1,5...5000 К.

Розділ 3. Аналіз, обробка і подання результатів експерименту

Тема. 7. Характеристики точності і похибки вимірювання.

Тема. 8. Визначення середніх значень вимірюваних величин, аналіз результатів і підготовка звіту по результатам експерименту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. В.О.Стрижало, М.В. Бородій Експериментальна механіка деформівного твердого тіла [Електронний ресурс]- Навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 Прикладна механіка /. – Київ : КП ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 302 с.
2. В.Л.Богданов. Основи експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла. Київ: Академперіодика, 2016. 280 с.
3. Крутій Ю. С. Механіка деформівного твердого тіла : [навч. посіб.] /Ю. С. Крутій, Д. В. Лазарева, М. Г. Сур'янінов. – Одеса : [ОДАБА], 2017. – 262 с.
4. А.Н.Боголюбов. Математики. Механіки.- Київ: Наук. думка, 1983.- 640 с.
5. ДСТУ 7305:2013 Метали. Метод випробування на розтяг металів і сплавів за низьких та криогенних температур. Введ. 01.01.2014.
6. ДСТУ ISO 6892-1:2019. Матеріали металеві. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури.
7. ДСТУ 4347:2004 Метали. Методи визначення характеристик пружності в умовах криогенних, знижених і кімнатних температур. Введ. 01.01.06.
8. ДСТУ ISO 148-1:2022. Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі на маятниковому копрі. Частина 1. Метод випробування.
9. ДСТУ ISO 204:2019 Металеві матеріали. Одноосьове випробування на повзучість розтягуванням. Метод випробування.- Введ.01.01.20.
10. ДСТУ 4042-2001. Прокат арматурний. Метод випробувань на втому.
11. Основи механіки руйнування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підгот. "Інженерне матеріалознавство" / В.С. Майборода [та ін.] ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2010. - 124 с.

12. Писаренко, Г. С. та ін. Опір матеріалів: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / За ред. Г.С. Писаренка. – 2-е вид., доп. і перероб. – Київ: Вища шк., 2004. – 655с.
13. П.В.Ясній. Пластично деформовані матеріали: втомна і тріщиноотривкість.- Львів: Світ, 1998 - 292 с.
14. Міцність конструкційних матеріалів при малоциклового навантаженні за умов складного напруженого стану / Ф. Ф. Гігіняк, А. О. Лебедєв, О. К. Шкодзінський; За ред. А. О. Лебедєва ; НАН України, Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка. — К. : Наукова думка, 2003. — 271 с.
15. Б.С.Касаткін, А.Б.Кудрін, Л.М.Лобанов та ін. Експериментальні методи дослідження деформацій і напружень.- Київ: Наук. думка, 1981.- 584 с.
16. Гришук Ю.С. Основи наукових досліджень. Навч. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 232 с.

Додаткова література

17. А.Г.Андрєєв, Г.І.Львов, О.В.Щепкін. Тензометрія: підручник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017.- 232с.
18. Schenck H. Theories of Engineering Experimentation. Mcgraw-Hill Book Co. 1968.
19. Хімічева Г.І. Інформаційні та вимірювальні системи: теорія і практика. Посібник / Г.І.Хімічева, О.В.Іванченко, М.А.Долгов, А.С.Зенків. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
20. Kobayashi A.S. Handbook on Experimental Mechanics, VCH Publishers; 2nd Rev edition. 1993. 1074 p.

Вказана література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедри, ЦНБ НАН України

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ.	Лабор.	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Методи дослідження напружень і деформацій	64	8	18	-	38
<i>Тема 1.</i> Класифікація методів дослідження НДС. Одиниці вимірювання деформацій. Рентгенографічний, поляризаційно-оптичний, розподільчих сіток та ін					
<i>Тема .2.</i> Методи масштабного перетворення деформації поверхні за допомогою тензометрів та тензорезисторних перетворювачів					
<i>Тема 3.</i> Вимірювальні схеми, тензометрична апаратура, автоматизація та індикація вимірювань					
Розділ 2. Методи дослідження міцності матеріалів і елементів конструкцій за дії середовищ і температур	30	4	8	-	18
<i>Тема 4.</i> Дослідження впливу середовищ (нейтральних і агресивних) на міцність і довговічність					
<i>Тема 5.</i> Експериментальні методи дослідження при високих (до 3000 К) і низьких (від 1,5 К) температурах					

Тема 6. Методи вимірювання температури в інтервалі 1,5...5000 К					
Розділ 3. Аналіз, обробка і подання результатів експерименту	22	2	4	-	16
Тема 7. Характеристики точності і похибки вимірювання					
Тема 8. Визначення середніх значень вимірюваних величин, аналіз результатів і підготовка звіту за результатами експерименту					
Контроль кредитного модуля, екзамен	4				4
Всього за кредитний модуль	120	14	30		76

Курс складається з лекцій, практичних занять та самостійного вивчення студентами окремих питань – самостійної роботи студента (СРС). На лекційних заняттях основна увага приділяється вивченню теоретичних основ дисципліни. Перед кожною лекцією надається інформація (за темами) на поточне навчальне заняття та рекомендації щодо їх вивчення. Практичні роботи спрямовані на поглиблення та закріплення теоретичних знань та практичних навичок.

Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять - лекційних, практичних та самостійних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях є основою для вирішення інженерних завдань, що виконуються на практичних заняттях та під час виконання індивідуального самостійного опанування матеріалу. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми.

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу)
Розділ 1 Лекція 1	Тема 1.1 Класифікація методів дослідження НДС. Одиниці вимірювання деформацій. Рентгенографічний та поляризаційно-оптичний методи дослідження. Точність, області використання і обмеження. Величини, які використовуються для вимірювання деформації в різних системах одиниць. Література: [1], [2], [15], [20].
Лекція 2	Тема 1.2 Методи дослідження з застосуванням оптично чутливих, крихких та гальванічних покриттів. Точність, області використання і обмеження. Величини, які використовуються для вимірювання деформації в різних системах одиниць. Література: [1], [2], [15], [20].
Лекція 3	Тема 1.3 Метод розподільних сіток. Точність, області використання і обмеження. Величини, які використовуються для вимірювання деформації в різних системах одиниць. Література: [1], [2], [15], [20].
Лекція 4	Тема 1.4 Методи дослідження полів деформацій Муара, голографічної і лазерної спекл-інтерферометрії. Точність, області використання і обмеження. Величини, які використовуються для вимірювання деформації в різних системах одиниць.

	Література: [1], [2], [15], [20].
Лекція 5	Тема 2.1 Методи масштабного перетворення деформації поверхні за допомогою тензометрів та тензорезисторних перетворювачів, класифікація тензометрів, механічні, оптичні, струнні та пневматичні тензометри. Література: [1], [2], [19].
Лекція 6	Тема 2.2 Методи масштабного перетворення деформації поверхні за допомогою тензометрів та тензорезисторних перетворювачів, електричні тензометри Література: [1], [2], [18], [19].
Лекція 7	Тема 2.3 Тензорезистори опору: дротяні, фольгові, напівпровідникові. Вимірювальні схеми, технічні можливості і області використання Література: [1], [2], [17], [19], [20].
Лекція 8	Тема 3.1 Тензорезисторні перетворювачі механічних величин: деформацій, переміщень, навантажень, крутних і згинальних моментів, тиску. Вимірювальні схеми, технічні можливості і області використання. Тарування тензорезисторів. Тензометричні перетворювачі механічних величин. Література: [1], [2], [17], [19], [20].
Лекція 9	Тема 3.2 Автоматизація керування експериментальними установками під час досліджень. Область використання і схеми систем керування. Література: [1], [2], [19].
Розділ 5 Лекція 10	Тема 4. Методи дослідження в агресивних середовищах; класифікація методів нагріву. Методи нагріву: в електричних печах опору, у відзеркалювальних печах, індукційний, електронно-променевий, електроконтактний і плазмовий. Класифікація методів вимірювання температур Література: [1], [2], [3].
Лекція 11	Тема 5. Камери для дослідження за високих і низьких температур. Література: [1], [2].
Лекція 12	Тема 6. Методи і засоби вимірювання температури термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору, рідинні термометри, дилатометри. Література: [1], [2], [19] .
Розділ 6 Лекція 13	Тема 7. Характеристики точності і похибки. Обробка результатів експерименту: витoki помилок вимірювання, їх природа і методи врахування; характеристики точності вимірювальних приладів - клас точності, міра точності і роздільна здатність - їх вплив на помилки вимірювань і врахування; методи апроксимації результатів експерименту. Література: [1], [2].

Практичні заняття

Основним завданням циклу практичних занять є практична перевірка і закріплення знань, отриманих на лекційних заняттях. Практичні роботи проводяться з метою освоєння студентами навичок експлуатації експериментального обладнання, здійснювати обробку первинних даних і вміння визначати експериментальні значення напружено-деформованого стану, які використовуються в розрахунках на міцність і довговічність.

№ з/п	Назва практичної роботи (огляд експериментального обладнання)	Кількість ауд. годин
1	Тарування системи вимірювання деформацій з використанням стандартних тензорезисторів і приладів промислового виробництва (Розділ 4)	2
2	Визначення напружень в стрижневих зразках при високочастотних коливаннях на магнітострикційних установках (Розділ 4)	2
3	Вимірювання деформацій методом Муара (Розділ 4)	2
4	Визначення напруженого стану магнітострикційним методом (Розділ 4)	2
5	Ознайомлення з методами досліджень напружено-деформованого стану дисків ГТД на випробувальному стенді ІПМіц ім. Г.С.Писаренка НАН України (Розділ 4)	2
6	Ознайомлення з методами досліджень напружено-деформованого стану оболонкових конструкцій на пневмогідролічному стенді (Розділ 4)	2
7	Визначення характеристик пружності металів динамічним резонансним методом при поперечних коливаннях (E , G , K і μ) (Розділ 4)	2
8	Загальне ознайомлення з експериментальною базою ІПМіц НАН України для дослідження міцності і тривкої здатності матеріалів і елементів конструкцій в екстремальних умовах (Розділ 5)	2
9	Градування термопар (термоелектричних перетворювачів температури) в інтервалі температур від +200 до +1200 °С (Розділ 5)	2
10	Визначення характеристик міцності і пластичності при високих температурах. (Розділ 5)	2
11	Визначення характеристик повзучості матеріалів з захисними покриттями на повітрі при температурах до +1000 °С (Розділ 5)	2
12	Визначення коефіцієнтів теплового деформування композитних матеріалів, що коксується (Розділ 5)	2
13	Визначення характеристик міцності за криогенних температур (Розділ 5)	2
14	Дослідження термічної втоми кераміки при різких тепловмінах (Розділ 5)	2
15	Залікове заняття	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає підготовку до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях, поглиблення знань лекційного матеріалу, підготовку до модульних контрольних робіт.

№	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість
---	---	-----------

з/п		годин СРС
	Розділ 1. Методи дослідження напружень і деформацій	
1	Тема 1.1 Методи дослідження полів деформацій методами покриттів: оптично-чутливих, крихких, гальванічних і ліній ковзання. Література: [1], [2], [15], [20]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт.</i>	6
2	Тема 1.2 Використання тіньового оптичного методу “каустик” і термографії для дослідження НДС елементів конструкцій. Література: [1], [2], [20]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт..</i>	6
3	Тема 2. Електричні параметричні і генераторні тензометри. Їх класифікація. Принципові схеми і технічні можливості електричних тензометрів. Література: [1], [2], [19]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт. Опрацювання заданих для самостійного виконання тем.</i>	12
4	Тема 3.1 Тарування тензорезисторів: клеї і методи наклеювання тензорезисторів; температурна компенсація похибок вимірювання. Література: [1], [2], [20]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних занять, розв’язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	8
5	Тема 3.2 Тензометричні перетворювачі механічних величин, тензометрична апаратура Література: [1], [2], [18], [20]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт.</i>	8
6	Тема 3.3 Автоматизація вимірювання, блок-схема БВБС (БІМС). Література: [1], [2]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт.</i>	8
	Розділ 2. Методи дослідження міцності матеріалів і елементів конструкцій за дії середовищ і температур	
7	Тема 5. Кріокамери і кріостати для проведення досліджень при низьких температурах. Література: [1], [2]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт.</i>	6
8	Тема 6. Пірометри, визначення істинної температури об’єктів дослідження.	8

	Контактні і безконтактні засоби вимірювання температури в інтервалі 4,2 – 5000 К. Література: [1], [2]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт. Опрацювання заданих для самостійного виконання тем.</i>	
9	Тема 8. Обробка результатів експерименту і підготовка звіту. Література: [1], [16]. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до практичних робіт. Опрацювання заданих для самостійного виконання тем.</i>	14

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни є для студентів обов'язковим. Контроль присутності студентів на заняттях здійснюється викладачем на початку заняття з відмічанням присутності в журналі академічної групи, в тому числі і в електронному кампусі КПІ.

Якщо заняття проводяться в дистанційному режимі, зокрема в мережі ZOOM, студент свою присутність має засвідчити, ввімкнувши мікрофон і камеру на вимогу викладача.

Відсутність студента на заняттях може бути тільки в разі поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, або офіційний дозвіл від деканату). Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованим самостійно. Відпрацювання практичних робіт здійснюється за графіком кафедри.

Правила поведінки на заняттях

Студенти на заняття мають з'являтися своєчасно, без запізень.

На лекційних заняттях студенти повинні мати конспекти або бланки лекцій, попередньо отриманих від викладача. Студенти мають право задавати питання щодо роз'яснення незрозумілих положень, попередньо запитавши дозволу.

На практичні заняття студенти з'являються підготовленими до практичних робіт та ознайомленими з правилами техніки безпеки при їх виконанні. При собі вони повинні мати бланки протоколів. Під час проведення робіт всі студенти мають брати активну участь у їх виконанні, проводити необхідні записи та розрахунки, які, після виконання, затверджуються викладачем.

Дотримання дисципліни в аудиторії обов'язкове. Воно передбачає не допущення сторонніх розмов, користування будь-якими гаджетами чи іншими пристроями з метою, не передбаченою потребою виконання поставлених викладачем завдань, категоричне недопущення порушень техніки безпеки при виконанні практичних робіт.

Правила захисту практичних робіт

До захисту практичних робіт допускаються студенти, що відпрацювали їх на заняттях та мають правильно оформлені і затверджені викладачем протоколи. Захист проходить у формі

колоквиуму, за результатами якого викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування практичної роботи.

Правила календарного контролю

Календарний контроль проводиться у формі співбесіди з теоретичних питань за темою пройденого матеріалу. За результатами співбесіди викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування календарного контролю.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Ці правила відображені в рейтинговій системі оцінювання (див. п. 8)

Політика дедлайнів та перескладань

На початку семестру викладач інформує студентів щодо контрольних заходів та термінів їх проведення. Оголошуються графіки виконання завдань, інших видів робіт, та встановлюються граничні терміни їх виконання та здачі. Також оговорюються умови та терміни перескладань у разі негативного результату попередньої спроби.

Порушення дедлайнів карається зниженням балів у рейтингу (див. п. 8). Кількість перескладань обмежена, але не менша трьох, і встановлюється викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

В процесі вивчення дисципліни студенти відповідають на запитання поточного контролю, захищають практичні роботи, пишуть контрольні роботи та складають залік. При цьому студенти і викладач на взаємній основі керуються принципами академічної доброчесності стосовно неприпустимості плагіату, фальсифікації результатів роботи, корупційних проявів тощо.

Виявлення ознак плагіату у виконаних індивідуальних завданнях має наслідком заміну варіанту завдання, зниження балів у рейтингу аж до подачі на відрахування з університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів у вивченні дисципліни:

- **Поточний контроль.** Включає експрес-опитування за темою заняття.
- **Календарний контроль.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Практичні завдання.** Проводиться, як моніторинг стану виконання практичних робіт.
- **Семестровий контроль.** Залік.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) роботу на лекційних та практичних заняттях;
- 2) календарного контролю - 2 контрольні роботи за кредитний модуль;
- 3) виконання та захист практичних робіт;
- 4) диференційний залік.

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1.1. Робота на лекційних та практичних заняттях

Активність на лекційних та практичних заняттях – **3 бали** (за умови, що на одному занятті опитується мінімум третина студентів групи).

$$3 \text{ балів} \times 12 = \mathbf{36 \text{ балів}}$$

Критерії оцінювання за відсотком правильних відповідей:

90 – 100%	3 бали
70 – 90%	2 бали
50 – 70%	1 бал
Менше 50	0 балів

8.1.2. Календарний контроль

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює $5 \text{ бали} \times 2 = \mathbf{10 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання контрольних робіт (максимальний бал):

- 80% і більше правильних відповідей – 5 бали;
- 65% - 79% правильних відповідей – 3 бали;
- 33% - 59% правильних відповідей – 1 бал;
- менше 33% правильних відповідей – 0 балів.

8.1.3. Практичні роботи

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи дорівнює $3 \text{ бали} \times 18 = \mathbf{54 \text{ балів}}$

Критерії оцінювання практичних робіт:

- бездоганна робота – 3 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 2 бал;
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

8.1.4. Заохочувальні бали нараховуються за:

- участь у створенні та модернізації лабораторної бази - +1 ... +10.

8.1.5. Штрафні бали нараховуються за:

- несвоєчасна здача практичної роботи – 1 бал;
- несвоєчасна здача календарного контролю – 1 бал.

8.2. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів складає:

$$R_c = 36 + 10 + 54 = 100 \text{ балів}$$

Залікова складова шкали дорівнює (40% від R_c):

$$R_z = 40 \text{ балів}$$

8.3. Допуск до заліку

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт, та набір R_z балів.

8.4. Критерії оцінювання відповідей на заліку:

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання. Перелік запитань наведений у пункті 9 даного силабусу. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 100 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» – 100-95 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності – 90-80 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки – 70-60 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Бали за залікову роботу переводиться до відповідної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані практичні роботи або	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ В МЕХАНІЦІ ДЕФОРМОВАНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА»), ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЗАЛІК

(кредитний модуль II

1. Класифікація тензометрів та точність вимірювання.
2. Механічні тензометри.
3. Оптичні тензометри.
4. Пневматичні тензометри.
5. Струнні тензометри.
6. Потенціометричні та електролітичні тензометри.
7. Механотронні тензометри.
8. Ємнісні тензометри.
9. Індуктивні тензометри.
10. Пієзоелектричні тензометри.
11. Магнітопружні та трансформаторні тензометри.
12. Тензорезистори, коефіцієнт тензочутливості.
13. Дротові тензорезистори з петлевою ґраткою.
14. Дротові тензорезистори з безпетлевою ґраткою.
15. Фольгові та напівпровідникові тензорезистори.
16. Клеї та наклейка тензорезисторів.
17. Мостова схема.
18. Потенціометрична схема.
19. Джерела та види температурної деформації.
20. Методи термокомпенсації за допомогою датчиків.
21. Схемна термокомпенсація.
22. Класифікація методів експериментального дослідження НДС елементів конструкцій.
23. Рентгенографічні методи.
24. Поляризаційно-оптичні та методи оптично чутливих покриттів.
25. Методи крихких та гальванічних покриттів.
26. Методи сіток, муара та ліній ковзання.
27. Методи голографічної інтерферометрії та спекл-інтерферометрії.
28. Тіньовий оптичний метод "каустик".
29. Методи, засновані на масштабному перетворенні деформації поверхні об'єктів дослідження.
30. Точність методів вимірювання ПДВ, особливості та сфери використання.
31. Вимоги до сучасних експериментальних комплексів із замкнутим контуром регулювання.
32. Блок-схема експериментального комплексу із замкнутим контуром регулювання.
33. Системи навантаження; їх призначення та принципи побудови.

34. Системи вимірювання, обробки результатів та індикації.
35. Електронні системи вироблення команд управління.
36. Автоматизація вимірювань та управління експериментальними комплексами.
37. Інформаційно-вимірювальні системи; їх структура та комплектація.
38. Аналогові системи управління та його структура.
39. Сучасні цифрові системи управління, їх переваги та недоліки.
40. Гібридні системи управління сучасних випробувальних машин, що випускаються промисловістю розвинених країн.
41. Системи силонавантаження машин для статичних випробувань на короткочасну міцність:
 - електромеханічні;
 - гідравлічні (прямої дії та з ЕГР);
 - гідромеханічні.
42. Системи силонавантаження установок для динамічних випробувань з пневматичними, гідравлічними та магнітоімпульсними перетворювачами.
43. Копри з вільно падаючим вантажем; маятникові та ротаційні копри.
44. Свольні балістичні системи для динамічних випробувань при високошвидкісному навантаженні (50 -1000 м/с).
45. Системи силонавантаження установок для випробувань на повзучість та тривалу міцність при пасивному статичному навантаженні $P = \text{const}$:
 - гравітаційні;
 - пружинні;
 - важільно-гравітаційні.
46. Установки з фігурними важільно-гравітаційними пристроями для випробувань на повзучість при $\sigma = \text{const}$.
47. Системи замикання установок для випробувань на релаксацію напружень:
 - із замкнутим силовим контуром;
 - з пристроєм компенсаційного розвантаження.
48. Зразки Одінга для релаксаційних випробувань.
49. Класифікація систем силонавантаження машин для випробувань за дії повторно-змінних циклічних навантажень.
50. Механічні та інерційні перетворювачі циклічних навантажень.
51. Гідравлічні перетворювачі циклічних навантажень:
 - низькочастотні дисипативні;
 - низькочастотні рекуперативні;
 - об'ємні (плунжерні);
 - роторні;
 - електрогідравлічні (ЕГ);
 - інерційні гідравлічні;
 - гідродинамічні.
52. Пневматичні перетворювачі циклічних навантажень:
 - переривники повітряного струменя;
 - резонатори (свистки);
 - акустичні генератори (сирени).
53. Електромагнітні та електродинамічні збудники циклічних навантажень.
54. Високочастотні магнітострикційні та п'єзоелектричні перетворювачі циклічних навантажень (1 – 100 кГц).
55. Номенклатура, технічні характеристики та сфери використання за видом випробувань сучасних випробувальних машин, що випускаються в промислово розвинених країнах.
56. Агресивні газоподібні середовища та методи випробувань.
57. Агресивні рідкі середовища, спосіб нанесення рідких середовищ та особливості випробувань.
58. Вимоги до обладнання, що використовуються для випробування металів у корозійних середовищах.
59. Класифікація методів нагрівання, які використовуються у макроексперименті.
60. Нагрів в електричних печах опору.
61. Нагрів у відзеркальних печах.
62. Індукційний метод нагрівання.
63. Електроконтактне нагрівання та обмеження при його використанні.
64. Електроннопроменеве нагрівання у вакуумі.
65. Плазмовий нагрів.
66. Термокамери для випробування неметалічних матеріалів.

67. Електричні печі для випробування на повітрі.
68. Ваккумні електричні печі
69. Методи отримання низьких температур в інтервалі 1,5 – 273 К.
70. Кріокамери.
71. Азотні кріостати.
72. Гелієві кріостати.
73. Класифікація контактних та безконтактних засобів вимірювання температури.
74. Термоелектричні перетворювачі.
75. Термоперетворювачі опору, терморезистори та термістори.
76. Рідинні термометри та дилатометри.
77. Радіаційні пірометри.
78. Оптичні та фотоелектричні пірометри.
79. Особливості використання пірометрів; колірні пірометри.
80. Чинники, що впливають на точність вимірювання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ДММ та ОМ, д.т.н., **Бородієм М.В.**

Ухвалено на засіданні кафедри ДММ та ОМ (протокол № 10 від 27.03.2025 р.)

Погоджено методичною комісією Навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту,
(протокол № 9 від 25.04.2025 р.)