

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Код РПНД Т92756



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

**ПОКРАЩЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДВИГУНІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ**

***IMPROVEMENT OF VIBRATION CHARACTERISTICS
OF ENGINES AND THEIR ELEMENTS***

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий))

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньо-наукова програма «Прикладна механіка»

" 01 " серпня 2024 року. 16 с.

Розробник:

Ткач М.Р., професор кафедри інженерної механіки та технології машинобудування, д-р. техн. наук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми
д-р. техн. наук, професор



Ткач М.Р.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» розглянуто на засіданні кафедри Інженерної механіки та технології машинобудування

Протокол № 12 від « 1 » липня 2024 р.

Завідувач кафедри інженерної механіки та
технології машинобудування



М.Р. Ткач

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 1 від 27 « серпня » 2024_р.

Голова



Сербін С.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» погоджено з навчальним відділом

Начальник навчального
відділу



Лабарткава А.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від «28» серпня 2024 р.

Голова НМР НУК



Слободян С.О.

© НУК, 2024

© ТКАЧ М.Р., 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	12
9. Засоби навчання	14
10. Рекомендовані джерела інформації	14
ДОДАТОК	16

ВСТУП

Дисципліна «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» спрямована на вивчення сучасного стану, існуючих проблем удосконалення показників надійності обладнання енергетичного машинобудування.

Дисципліна *має надати* студентам глибокі професійні знання про сучасні методи та способи організації наукових досліджень вібраційної міцності елементів машин та обладнання, теоретичні і практичні основи постановки експерименту, схем вимірювань та систем автоматизації експерименту; основи постановки експерименту з досліджень міцності деталей безконтактними лазерно-голографічними методами з використанням автоматизованої системи керування реального часу, має виробити у студентів здатність до самостійної розробки конкурентоспроможних наукових рішень за профілем підготовки.

Внаслідок вивчення дисципліни студент навчиться виявляти сутність технічної проблеми та генерувати можливі шляхи її розв'язання; ставити та вирішувати інноваційні завдання інженерного профілю; знаходити нестандартні рішення професійних завдань; вирішувати комплексні проблеми на основі поєднання різних методів та методик з метою досягнення позитивного результату.

Ключові слова: надійність, теорія міцності, резонанс, коливання, жорсткість, силове збудження, максимальні напруження, контактна тензометрія, голографічні методи.

Abstract

The discipline "Improving the vibration characteristics of engines and their elements" is aimed at studying the current state, existing problems of improving the reliability indicators of power engineering equipment.

The discipline should provide students with in-depth professional knowledge of modern methods and ways of organizing scientific research on the vibration strength of machine and equipment elements, theoretical and practical foundations of setting up an experiment, measurement schemes and experiment automation systems; the basics of setting up an experiment on researching the strength of parts by non-contact laser-holographic methods using an automated real-time control system, should develop in students the ability to independently develop competitive scientific solutions according to the training profile.

As a result of studying the discipline, the student will learn to identify the essence of a technical problem and generate possible ways to solve it; set and solve innovative tasks of the engineering profile; find non-standard solutions to professional tasks; solve complex problems based on a combination of various methods and techniques in order to achieve a positive result.

Key words: reliability, theory of strength, resonance, oscillations, stiffness, power excitation, maximum stresses, contact tensometry, holographic methods.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів – 7	Галузь знань: 13 Механічна інженерія	Обов’язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність: 131 Прикладна механіка Освітня програма: «Прикладна механіка»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		3й	3й
Загальна кількість годин – 210		Лекції	
		60 год.	24 год.
		Практичні	
		30 год.	12 год.
		Лабораторні	
		-	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6; самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень: тетій (освітньо-науковий)	Самостійна робота	
		120 год.	174 год.
		Індивідуальне завдання: -	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» є формування у студентів відповідно до освітньо-наукової програми наступних компетентностей:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК02. Здатність критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей в процесі розробки та реалізації механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі новітніх знань в галузі механіки та суміжних предметних галузей.

ФК08. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК10. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни відсутні.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН05. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі прикладної механіки та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

ПРН10. Планувати та реалізовувати оригінальне самостійне наукове дослідження, яке має наукову новизну, теоретичну і практичну цінність та сприяє розв'язанню актуальних проблем прикладної механіки.

ПРН15. Володіти необхідним набором методів та/або способів збирання, оброблення та аналізу емпіричних даних, їх теоретичного узагальнення для вирішення поставлених завдань або проблем, що виникають як у професійній, так і в науково-дослідній діяльності.

ПРН17. Уміти аналізувати власні спостереження, висувати на основі аналізу гіпотези, підтверджувати або спростовувати свої або протилежні доводи, концепції, гіпотези.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Властивості матеріалів в статичних та динамічних умовах. Контактні методи досліджень.

Тема 1. Властивості матеріалів в динамічних умовах. Механічні властивості матеріалу при статичному навантаженні. Види вібраційних навантажень деталей. Властивості матеріалу при вібраційному навантаженні. Джерела вібраційних навантажень деталей. [1] с. 6-28, [2] с. 12-17; [3] с. 18-22.

Тема 2. Методи визначення переміщень поверхні деталей в умовах вібрації. Зв'язок напружень та деформацій поверхні. [2] с. 18-93; [3] с. 36-38, 50-58.

Тема 3. Контактні методи визначення переміщень поверхні деталі. Загальна характеристика. Електрична та оптична тензометрії деталей. [1] с. 15-29; [2] сс. 18-31, 31-65, 76-83, [3] сс. 36-42, 50-58.

Тема 4. Безконтактні методи визначення переміщень поверхні деталі, що досліджується. Голографічна інтерферометрія. Спекл-інтерферометрія. [1] с. 29-81, 97-131; [4] с. 66-118, [5] с. 10-62.

Змістовий модуль 2. Безконтактні методи досліджень міцності та надійності деталей.

Тема 5. Теоретичні моделі міцнісної надійності. Методи забезпечення міцності та надійності машин та технологічного обладнання. Конструктивне та технологічне забезпечення міцності та надійності. [6] с. 9-22; [7] с. 9-14; [4] с. 7-9.

Тема 6. Крутильні коливання валів. Заборонені частоти обертання. Небезпечні навантаження та напруження. [5] с. 546-549; [8] с. 51-57.

Тема 7. Згінні коливання валів. Резонансні частоти. Небезпечні навантаження та напруження. [5] с. 301-342; [7] с. 14-37; [8] с. 58-107.

Тема 8. Поперечні коливання дисків. Резонансні частоти. Небезпечні навантаження та напруження. [5] с. 396-410, 415-422; [8] с. 180-215.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усьо го	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р.		лек	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовний модуль 1. Експериментальні дослідження вібраційних характеристик										
Тема 1. Властивості матеріалів в динамічних умовах.	25	8	3		14	24	3	1	-	20
Тема 2. Методи визначення переміщень поверхні деталей в умовах вібрації.	26	8	4		14	27	3	2	-	22
Тема 3. Контактні методи визначення переміщень поверхні деталі.	24	6	4		14	24	3	1	-	20
Тема 4. Безконтактні методи визначення переміщень поверхні деталі, що досліджується.	25	8	4		13	25	3	2	-	20
Разом за змістовим модулем 1	100	30	15	0	55	100	12	6	0	82
Змістовий модуль 2. Теоретичні та розрахункові дослідження вібраційних характеристик										
Тема 5. Теоретичні моделі міцнісної надійності. Методи забезпечення міцності та надійності машин та технологічного обладнання.	28	8	3	-	17	28	3	1	-	24
Тема 6. Крутильні коливання валів. Заборонені частоти обертання. Небезпечні навантаження та напруження.	28	8	4	-	16	27	3	2	-	22
Тема 7. Згінні коливання валів. Резонансні частоти. Небезпечні навантаження та напруження.	26	6	4	-	16	26	3	1	-	22
Тема 8. Поперечні коливання дисків. Резонансні частоти. Небезпечні навантаження та напруження.	28	8	4	-	16	29	3	2	-	24
Разом за змістовим модулем 2	110	30	15	0	65	110	12	6	0	92
Усього годин	210	60	30	0	120	210	24	12	0	174

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Властивості матеріалів в динамічних умовах.	3	1
2	Методи визначення переміщень поверхні деталей в умовах вібрації.	4	2
3	Дослідження властивостей електричних тензометрів та вторинної апаратури.	4	1
4	Вивчення деформації поверхні деталі методом спекл-інтерферометрії. Властивості обладнання та програмного забезпечення.	4	2
5	Теоретичні моделі надійності. Забезпечення міцності та надійності машин та технологічного обладнання.	3	1
6	Розрахунок заборонених частот обертання валів. Небезпечні навантаження та напруження. Крутильні коливання валів.	4	2
7	Визначення резонансних частот обертання валів. Розрахунок припустимого дисбалансу валу.	4	1
8	Резонансні частоти обертання. Небезпечні навантаження та напруження.	4	2
	Разом	30	12

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форми навчання:

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Підготовка до лекцій	25	38
2.	Підготовка до практичних робіт	25	38
3.	Підготовка до контрольних заходів	20	20
4.	Підготовка, оформлення та захист ПР	20	10
5.	Підготовка до контрольної роботи	10	18
6.	Підготовка та оформлення конспекту	10	40
7.	Підготовка до іспиту	10	10
	Разом	120	174

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

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях вербальними та наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти. Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час он-лайн форми навчання заняття повністю проводяться дистанційно в режимі відео конференцій за допомогою Zoom та MeetGoogle.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів" є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- підготовка реферату/аналітичного огляду;
- іспит.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення аспіранта оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки з підсумкового контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках аспірант може набрати 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист практичних робіт, виконання модульних контрольних робіт; підготовка конспекту лекцій для аспірантів заочної форми навчання, тощо).

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

Аспіранти заочної форми навчання виконують модульні контрольні роботи та мають підготувати конспект лекцій за темами дисципліни. Максимальна оцінка аспіранта за контрольні роботи 28 балів. Максимальна оцінка аспіранта за конспект лекцій 32 бали (8 тем по 4 бали).

Аспіранти денної та заочної форми навчання складають заключний іспит. Питома вага іспиту в загальній системі оцінок – 40 балів. Іспит проводиться в письмовій формі. Екзаменаційний білет включає 2 питання і задачу. Максимальна кількість балів, яку набирає аспірант за відповідь на одне питання – 10 балів, за задачу – 20 балів.

Право здавати заключний іспит дається аспіранту, який з кожного виду поточного модульного контролю набирає не менше 60% від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту. Якщо сумарна кількість балів з поточного модульного контролю становить менше 60%, аспірант повинен набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового індивідуального завдання.

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

Форми контролю результатів навчальної діяльності аспірантів та їх оцінювання
Поточний модульний контроль

Поточний контроль										Підсумковий залік	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
Пр1	Пр2	Пр3	Пр4	МКР1	Пр5	Пр6	Пр7	Пр8	МКР2	40	100
4	4	4	4	14	4	4	4	4	14		

Пр1, Пр2, ..., Пр8 – теми практичних робіт

МКР – модульна контрольна робота

Критерії оцінювання виконання практичних робіт

Ваговий бал – 4: виконання роботи - 2 бали; оформлення роботи – 0,5 бали; захист роботи – 1,5 бали. Максимальна кількість балів за цикл практичних робіт (8 шт.) дорівнює: 4 бали x 8 = 32 бали.

Модульні контрольні роботи

Максимальна кількість балів за дві МКР дорівнює 28 балів. Розподіл балів за модулями:
 МКР1 – 14 балів; МКР2 – 14 балів.

Поточний модульний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Робота на практичних заняттях	32 бали	--
Модульні контрольні роботи	28 балів	28 балів
Конспект лекцій	–	8*4 бали = 32
Всього	60	60

	Денне відділення	
	Вид роботи	Кількість балів
Поточний контроль	Робота на заняттях, виконання та захист практичних робіт	32
ЗМ 1	Модульна контрольна робота 1	14
ЗМ 2	Модульна контрольна робота 2	14
Підсумковий контроль	Залік	40
Сума		100

	Заочне відділення	
	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Модульна контрольна робота 1	14
ЗМ 2	Модульна контрольна робота 2	14
Теми 1-8	Конспект лекцій	8x4=32
Підсумковий контроль	Залік	40
Сума		100

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на занятті без поважної причини..... мінус 1 бал;
 несвоєчасний захист практичної роботи..... мінус 1 бал;
 несвоєчасний захист індивідуального завдання..... мінус 3 бали;
 підготовка реферату за темою модуля..... плюс 5 балів;

участь в виконанні завдань із удосконалення дидактичних
 матеріалів з дисципліни..... плюс 10 балів;
 підготовка наукової статті плюс 10 балів;
 доповідь на конференції плюс 10 балів.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Кількість балів	Критерії оцінювання виконання практичних робіт
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу самостійно згідно методичних вказівок; чітко формулює мету роботи та основні положення теорії; застосовує коректні методи обробки отриманих результатів та комп'ютерні програми; у висновках надає коректну інтерпретацію результатів; звіт відповідає вимогам до оформлення практичних робіт. Студент правильно відповідає на 90...100 % контрольних запитань. Загальна кількість запитань до 5.
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно методичних вказівок, іноді після консультацій викладача; правильно формулює мету роботи та основні положення теорії; в цілому правильно складає звіт та робить висновки; відповідає на 74...89 % контрольних запитань.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно методичних вказівок, складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки; відповідає на 60...73 % контрольних запитань.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу після консультацій викладача; складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає на 35...59 % контрольних запитань.
0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує

	практичну роботу після консультацій викладача; складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає менше ніж на 35% контрольних запитань.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 32 бали (8 робіт по 4 бали).</i>
Кількість балів	<i>Критерії оцінювання контрольних робіт</i>
13...14	Контрольна робота виконана у встановлений термін без помилок або з незначною помилкою. Відповіді на питання правильні, повні, логічні, містять аналіз, систематизацію, узагальнення, аргументовані висновки.
10...12	Контрольна робота виконана у встановлений термін з декількома незначними помилками. Відповіді на питання переважно правильні та повні.
7...9	Контрольна робота виконана у встановлений термін зі значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно правильні.
4...6	Контрольна робота виконана з порушенням встановлених термінів з однією грубою помилкою та значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно неправильні.
0...3	Контрольна робота виконана з порушенням встановлених термінів зі значною кількістю грубих помилок. Відповіді на питання переважно неправильні.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 28 балів (2 контрольні роботи по 14 балів).</i>

Кількість балів	<i>Критерії оцінювання конспекту лекцій</i>
4	Питання лекцій теми розкриті повністю, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
3	Питання більшості лекцій теми розкриті повністю, але деякі потребують доопрацювання, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
2	Питання значної кількості лекцій теми розкриті не повністю і потребують доопрацювання, деякі лекції не містять відповідні рисунки, таблиці й формули.
1	Питання більшості лекцій теми не розкриті.
0	Завдання не виконано
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 32 бали (8 тем по 4 бали).</i>

Кількість балів	<i>Критерії оцінювання відповіді на питання іспиту</i>
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8...9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6...7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3...5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0...2	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена

	відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	<i>Критерії оцінювання рішення задачі на іспиті</i>
19...20	Розв'язання задачі повне, відповідь підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
15...18	Розв'язання задачі повне, відповідь підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
11...14	Розв'язання задачі достатньо повне, частково підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
6...10	Розв'язання задачі неповне, частково підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0...5	Розв'язання задачі неповне або відсутнє, не підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (2 питання по 10 балів, задача 20 балів).</i>

9. Засоби навчання

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються: альбоми, плакати та слайди, тривимірні моделі технологічного оснащення; макети верстатних пристосувань; нормативні документи, довідкові матеріали, конструкторсько-технологічна документація, завдання з дисципліни.

Лекційні та практичні заняття проводяться на кафедрі інженерної механіки та технології машинобудування НУК з застосуванням мультимедійного обладнання. При виконанні практичних та самостійних робіт застосовуються САПР SolidWorks, ANSYS.

10. Рекомендовані джерела інформації

Базова література

1. **Gan, Y., Steinchen, W.** (2008). Speckle Methods. In: Sharpe, W. (eds) Springer Handbook of Experimental Solid Mechanics. Springer Handbooks. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30877-7_23
2. **Watson, R.B.** (2008). Bonded Electrical Resistance Strain Gages. In: Sharpe, W. (eds) Springer Handbook of Experimental Solid Mechanics. Springer Handbooks. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30877-7_12
3. **Pryputniewicz, R.J.** (2008). Holography. In: Sharpe, W. (eds) Springer Handbook of Experimental Solid Mechanics. Springer Handbooks. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30877-7_24
4. **Стрижало, В. О.** Експериментальні методи в механіці деформівного твердого тіла [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 Прикладна механіка / В. О. Стрижало М. В. Бородій ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,74 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 306 с. – Назва з екрана.
5. **Василенко М. В., Алексейчук О. М.** Теорія коливань і стійкості руху :

- Підручник.- К.: Вища шк., 2004. – 525 с.: іл.
6. Опір матеріалів: підручник для студ. механіч. спец. вищ. навч. закл. / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Є. С. Уманський. — К. : Вища шк., 2004. – 655 с.
 7. **Воробйов В. В.** та ін. Основи прикладної теорії коливань: Підручник . – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. – 156 с.
 8. Коливання стержнів, пластин та оболонок [Електронний ресурс] : підручн. для студ. спец. 131 «Прикладна механіка» / А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, Я. І. Лавренко, С. І. Трубочев ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 10,28 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 252 с.

Допоміжна література

1. Сайт: Characterize the Strain gauge sensor. <https://sl-coep.vlabs.ac.in/exp/strain-gaugesensor/simulation.html>.
2. Симоновський В. І. Теорія лінійних коливань.- Суми: СумДУ, 2012.- 71 с
3. Blevins, Robert D. Formulas for dynamics, acoustics and vibration John Wiley & Sons, Ltd, / 2016 . — 448 p.
4. De Silva C.W. Vibration: Fundamentals and Practice CRC Press, 2000. - 957 p.
5. Kelly S.G. Mechanical Vibrations: Theory and Applications Cengage Learning, 2012. XVIII, 876 p.
6. Jogesh Kumar Singh. Fundamental of Research Methodology and Statistics (2016). – 323 p.
7. Jayanta Kumar Nayak, Priyanka Singh. Fundamentals of Research Methodology (2015). – 336 p.

Інформаційні ресурси в інтернет

Лекційний матеріал представлено у інтерактивній електронній формі та супроводжується демонстрацією ілюстративного матеріалу на екрані монітора чи проектора.

Практичні роботи виконуються за допомогою систем комп'ютерної математики MathCAD та його безкоштовного аналогу SMath Studio, а також САПР SolidWorks, ANSYS.

Додаткову інформацію, яка стосується літератури, конспекту лекцій, прикладу розв'язання завдань, питань модульного контролю, відомостей про атестацію та ін.. розміщено на сайті кафедри «Інженерної механіки та технології машинобудування» НУК <http://imtm-nuk.com.ua/>.

ДОДАТОК

**Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«ПОКРАЩЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДВИГУНІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ»**

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» розглянуто на засіданні кафедри інженерної механіки та технології машинобудування

Протокол №___ від «___»_____202_ р.

Завідувач кафедри _____ М.Р. Ткач

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Покращення вібраційних характеристик двигунів та їх елементів» узгоджено з гарантими освітніх програм.

Гарант освітньої програми «Прикладна механіка» Ткач Михайло Романович, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Гарант освітньої програми _____ М.Р. Ткач