

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
(повна назва підрозділу)

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної
роботи

 Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Основи конструювання машин

FUNDAMENTALS OF MACHINES CONSTRUCTION

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

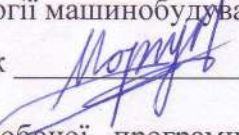
українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань **G «Інженерія, виробництво та будівництво»** спеціальності **G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»**, освітньо-професійна програма «**Автоматика та робототехніка**»

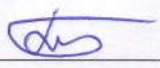
«25» серпня 2025 року. – 14 с.

Розробник: Сергій МОРГУН, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування

Розробник  Сергій МОРГУН, к.т.н., доцент

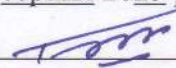
Проект робочої програми навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми Білюк Іван Сергійович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри автоматики

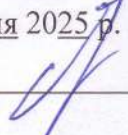
Гарант освітньої програми  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» розглянуто на засіданні кафедри інженерної механіки та технології машинобудування

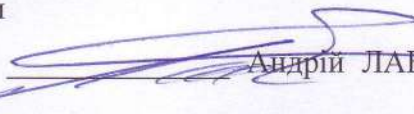
Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри  Михайло ТКАЧ, д.т.н., професор

Проект робочої програми навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» розглянуто Навчально-методичною Радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол № 6 від «12» вересня 2025 р.

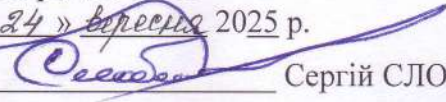
Голова НМР МННІ  Сергій СЕРБІН, д.т.н., професор

Проект робочої програми навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» погоджено з навчальним відділом

Начальник навчального відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., професор
НУК

Робоча програма навчальної дисципліни «**Основи конструювання машин**» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 7 від «24» вересня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН, к.т.н., професор НУК

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.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	9
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	11
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	12
10. Рекомендовані джерела інформації.....	12
ДОДАТОК	14

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на одержання ґрунтовних знань про новітні перспективні методи досліджень термомеханічних та вібраційних процесів в машинобудівних конструкціях. В дисципліні розглядаються теоретичні основи конструювання машин, зокрема методу скінчених елементів, надаються приклади вирішення задач термопружності, визначення частот і форм власних та вимушених коливань, напружено-деформованого стану та втомної міцності найбільш розповсюджених вузлів машинобудівних конструкцій, методи аналізу та верифікацію отриманих результатів.

Дисципліна повинна надати здобувачам освіти глибинні професійні знання та навички стосовно теоретичних основ конструювання машин та виробити у студентів здатність до реалізації цих знань у своїй професійній діяльності.

В ході вивчення дисципліни студенти ознайомляться з основами конструювання машин, визначення вібраційних характеристик, напружено-деформованого стану та втомної міцності вузлів машинобудівних конструкцій при розв'язанні прикладних завдань їх проектування та виробництва.

Ключові слова: основи конструювання машин, напружено-деформований стан, пружність, власні та вимушені коливання, втомна міцність

Abstract

The discipline is aimed at obtaining the knowledge of the latest promising methods of studies of thermomechanical and vibrational processes in machine-building structures. The discipline examines the theoretical foundations of machines constructions, in particular the finite element method, provides examples of solving problems of thermoelasticity, determination of frequencies and forms of natural and forced oscillations, stress-strain state and fatigue strength of the most common components of machine-building structures, methods of analysis and verification of the obtained results.

The discipline should provide students with in-depth professional knowledge and skills regarding the theoretical foundations in solving problems of fundamentals of machines construction, develop in students the ability to implement this knowledge in their professional activities.

In the course of studying the discipline, the student will get acquainted with the latest approaches and promising methods of researching vibration characteristics, stress-strain state and fatigue strength of machine-building structures while solving the applied tasks of their design and production.

Keywords: fundamentals of machines construction, stress-strain state, elasticity, natural and forced oscillations, fatigue strength

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки
Змістових модулів – 1		2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»	Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання: не передбачено		4-й
		Лекції
		30 год.
		Практичні
Загальна кількість годин – 120		15 год
		Лабораторні
		–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота
		75 год.
		Індивідуальне завдання
		не передбачено
		Вид контролю
		екзамен
		Форма контролю
письмова		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою педагогічної практики є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей

- **ЗК 1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК 6.** Навички здійснення безпечної діяльності.
- **ФК 8.** Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.
- **ФК 10.** Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін технічного спрямування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення дисципліни «Основи конструювання машин» передбачає формування та розвиток у студентів таких програмних результатів навчання:

- **ПРН 11.** Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.
- **ПРН 17.** Знати положення нормативної документації та особливостей виконання проектних розрахунків у галузі автоматики та роботехніки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1 **Механічні принципи, покладені в основу конструювання машин.**

Тема 1. Основи кінематики та динаміки твердого тіла при конструюванні машин.

Лекція 1. *Поняття про конструювання машин.* Вступ. Основні терміни та визначення. Механічні характеристики машин. Метод кінематичної інверсії.

Література: [1] стр. 4-26; [2] стр. 7-30; [3] стр. 3-39; [10].

Лекція 2. *Розташування та переміщення механізмів в просторі.* Розташування та переміщення твердого тіла у просторі. Графічний, графо-аналітичний та аналітичний метод визначення переміщення ланок машин та механізмів.

Література: [1] стр. 30-39; [2] стр. 32-48; [6].

Лекція 3. *Швидкість руху ланок машин.* Постановка задачі. Миттєвий центр швидкостей ланки механізму. Центроїди. Ейлерова система координат.

Література: [1] стр. 57-125; [3] стр. 85-141; [4]; [6], [7].

Лекція 4. *Прискорення руху ланок машин.* Постановка задачі. Лінійне та кутове прискорення ланок механізму. Аналітичний метод визначення тангенційного та нормального прискорень ланок.

Література: [1] стр. 126-209; [3] стр. 64-97; [4], [5]; [6]; [8].

Лекція 5. *Ступені вільності.* Диференціальні рівняння руху ланок механізму у просторі. Ступені вільності основних типів ланок. Координатні перетворення. Вектори переміщень, швидкостей та прискорень ланок механізмів.

Література: [1] стр. 210-319; [2] стр. 226-348; [5]; [9]; [10].

Тема 2. Проектування основних типів ланок сучасних машин і механізмів.

Лекція 6. Кулачкові механізми. Основні типи кулачкових механізмів. Кінетостатика кулачків. Динамічний аналіз кулачків при їх проектуванні.

Література: [1] стр. 320-372; [2] стр. 148-204; [4]; [5]; [11]; [12].

Лекція 7. Циліндричні зубчасті колеса. Визначення поля швидкості зубчастих коліс. Визначення полів тиску та контактних напружень в місцях контакту елементів зубчастої пари. Метод енергетичного балансу при дослідженні зубчастих коліс.

Література: [1] стр. 213-229; [2] стр. 491-580; [3] стр. 25-46; [11].

Лекція 8. Черв'яки та черв'ячні зубчасті колеса. Основні механічні залежності при проектуванні черв'ячних передач. Вектори швидкостей та прискорень черв'ячної передачі. Вінцеві та гіпоїдні зубчасті колеса.

Література: [1] стр. 130-175; [3] стр. 82-125; [5]; [9]; [10].

Лекція 9. Маховики. Гіроскопічний ефект. Інерційні властивості твердих тіл. Маховики та принцип збереження і перетворення енергії. Гіроскопічний ефект при русі ланок механізму у просторі.

Література: [6] стр. 114-125; [2] стр. 82-125.

Тема 3. Динамічний аналіз при проектуванні сучасних машин і механізмів.

Лекція 10. Просторові залежності між різними ланками машин. Групи ланок механізму. Глобальна та локальна просторові системи координат ланок.

Література: [2] стр. 130-175; [3] стр. 82-125; [4]; [7]; [10].

Лекція 11. Статичний аналіз механізмів при їх проектуванні. Використання законів механіки Ньютона при статичному аналізі просторового механізму. Внутрішні та зовнішні сили. Тертя. Критичне навантаження, що не призводить до руйнування механізму.

Література: [1] стр. 130-175; [3] стр. 82-125; [5]; [9]; [10].

Лекція 12. Динамічний аналіз механізмів при їх проектуванні. Ейлерові рівняння руху ланок у просторі. Імпульсні навантаження та їх врахування при аналізі механізмів.

Література: [6] стр. 114-125; [2] стр. 82-125.

Лекція 13. Вібраційний аналіз механізмів при їх проектуванні. Власні та вимушені коливання елементів машин. Модальний аналіз руху ланок механізмів. Визначення частот та амплітуд руху ланок механізмів.

Література: [1]; [2]; [4].

Лекція 14. Демпфірування. Канонічні рівняння коливань твердого тіла у просторовій формі. Матриці мас, демпфірування та жорсткості ланок механізму.

Література: [1]; [2]; [6].

Лекція 15. Балансування ланок машин. Статичне та динамічне балансування. Прецесія. Дисбаланс та його використання в машинах та механізмах.

Література: [6] стр. 114-125; [2] стр. 82-125.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	см. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 (М1)					
Змістовий модуль 1 Механічні принципи, покладені в основу конструювання машин					
Тема 1. Основи кінематики та динаміки твердого тіла при конструюванні машин.	41	10	6	-	25
Тема 2. Проектування основних типів ланок сучасних машин і механізмів.	42	8	4	-	30
Тема 3. Динамічний аналіз при проектуванні сучасних машин і механізмів.	37	12	5	-	20
Разом за змістовим модулем 1	120	30	15	-	75
Усього годин за М1	120	30	15	-	75
Разом за курсом	120	30	15	-	75

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ви значення ступенів вільності плоского механізма	2
2	Визначення переміщень ланок плоского механізма, що рухається з постійною швидкістю	2
3	Визначення швидкостей та прискорень ланок просторового механізму аналітичним методом	2
4	Визначення власних частот і форм коливань твердого тіла за різних граничних умов	2
5	Визначення вимушених частот коливань і напружено-деформованого стану твердого тіла	2
6	Визначення критичної швидкості обертання ланок механізма	2
7	Втомна міцність твердого тіла. Визначення критичного навантаження.	3
	Разом	15

Самостійна робота

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
1	Підготовка до лекційних занять	10
2	Підготовка до практичних занять	20
3	Підготовка до поточного модульного контролю	20
4	Підготовка до екзамену	25
	Разом	75

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

Методами навчання є:

- ✓ Для лекційних занять – лекція, ілюстрування, робота з літературою, пояснення.
- ✓ Для практичних робіт – інструктаж, робота з літературою.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

1. Екзамен;
2. Конспект лекцій;
3. Презентації результатів виконаних практичних робіт;

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист практичних завдань і підготовка конспекту лекцій).

Поточний контроль включає оцінювання виконання та захисту практичних завдань за матеріалами змістового модуля. Студенти виконують та захищають практичні завдання у встановлені терміни. Максимальна кількість балів за кожне практичне завдання становить 6 балів з урахуванням правильності та якості оформлення звіту, обробки результатів та висновків, а також відповідей на контрольні запитання. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 42 балли (7 робіт по 6 балів).

Максимальна оцінка студента за конспект лекцій 18 балів (3 теми по 6 балів).

Студенти складають екзамен. Питома вага екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів. Екзамен проводиться в письмовій формі. Екзаменаційний білет включає 4 питання. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 10 балів.

Право здавати екзамен дається студенту, 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 екзамену. Якщо сумарна кількість балів з поточного модульного контролю становить менше 60 %, студент має повторно виконати практичні роботи.

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 студентів та їх оцінювання

Кількість балів	Критерії оцінювання практичних завдань студентів
6	Завдання виконано у встановлений термін. Студент виконує практичне завдання 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 завдань. Студент правильно відповідає на 90...100 % контрольних запитань.

Кількість балів	Критерії оцінювання практичних завдань студентів
5	Завдання виконано у встановлений термін. Студент виконує практичне завдання 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.
4	Завдання виконано у встановлений термін. Студент виконує практичне завдання згідно методичних вказівок, складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки; відповідає на 60...73 % контрольних запитань.
2...3	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичне завдання після консультацій викладача; складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає на 35...59 % контрольних запитань.
0...1	Завдання виконано з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичне завдання 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 42 балли (7 завдань по 6 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання конспекту лекцій
6	Питання лекцій теми розкриті повністю, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
5	Питання більшості лекцій теми розкриті повністю, але деякі потребують доопрацювання, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
4	Питання значної кількості лекцій теми розкриті не повністю і потребують доопрацювання, деякі лекції не містять відповідні рисунки, таблиці й формули.
2...3	Питання більшості лекцій теми розкриті не повністю і потребують доопрацювання, а лекції не містять відповідні рисунки, таблиці й формули.
0...1	Питання більшості лекцій теми не розкриті.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 18 балів (3 теми по 6 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання екзамену
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.

Кількість балів	Критерії оцінювання екзамену
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.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 питання по 10 балів).

Поточний модульний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання та захист практичних робіт	7*6 балів = 42
Конспект лекцій	3*6 балів = 18
Всього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	6
		Практична робота № 2	6
	T2	Практична робота № 3	6
	Т3	Практична робота № 4	6
		Практична робота № 5	6
		Практична робота № 6	6
		Практична робота № 7	6
ЗМ 1	T1	Конспект лекцій	6
	T2	Конспект лекцій	6
	T3	Конспект лекцій	6
Підсумковий контроль		Екзамен	40
Сума			100

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

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються: слайди, тривимірні моделі деталей машин; відеопрезентації; нормативні документи та довідники; приклади проектних розрахунків різних механізмів та вузлів машинобудівних конструкцій. Лекційні заняття проводяться на кафедрі інженерної механіки та технології машинобудування НУК в лекційних аудиторіях, а практичні – в лабораторіях кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Мартиненко Г.Ю., Розова Л.В. Комп'ютерне моделювання елементів конструкцій та визначення їх міцності при статичних навантаженнях: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», ТОВ «Естет Принт», 2021. 242 с. (<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/54247>)
2. Zienkiewicz, O.C.: The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. Elsevier/Butterworth-Heinemann, Amsterdam, Boston. (2014).
3. Mzarbhuiya, H.M.S.M., Pandey, K.M.: Steady state structural analysis of high pressure gas turbine blade using finite element analysis. In IOP Conf. Series: Material Science and Engineering. (2017). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/225/1/012113>
4. Ziaei-Asl, A., Tayefe-Ramezanlou, M.: Thermo-mechanical behavior of gas turbine blade equipped with cooling ducts and protective coating with different thickness. Int. J. of Mech. Sci. **150**, 656–664 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jmecsci.2018.10.070>
5. Yershov, S.V., Yakovlev, V.A.: The influence of mesh resolution on 3D RANS flow simulations in turbomachinery flow path. J. of Mech. Eng. **24(1)**, 13–27 (2021) <https://doi.org/10.15407/pmach2021.01.013>.
6. Aniekan, I.E., Oghenefejiro, E.-O.E., Godfrey, A.O.: Thermo-structural analysis of first stage gas turbine rotor blade materials for optimum service performance. Int. J. of Eng. and Appl. Sci. **10(2)**, 118 – 130 (2018) <https://dx.doi.org/10.24107/ijeas.447650>
7. Kumar, R., Kumar, V.S., Butt, M.M., Sheikh, N.A., Khan, S.A., Afzal, A.: Thermo-mechanical analysis and estimation of turbine blade tip clearance of a small gas turbine engine under transient operating conditions. Appl. Therm. Eng. (2020). <https://doi.org/10.1016/applthermaleng.2020.115700>

Допоміжна література

1. Narasimbachary, S.B., Smith, K., Schinde, R.S., Amann, C., Kadau, K., Iyer, S.: Life assessment of large turbine blades. In ASME Turbo Expo 2019: Turbomachinery Technical Conference and Exposition Proceeding Paper. (2019) <https://doi.org/10.1115/GT2019-91630>
2. Boychenko, N., Ishtyryakov, I.: Characterization of the stress-strain state in a gas turbine engine compressor disk taking into account damage accumulation. Frattura ed Integrità Strutturale. **50**, 54 – 67 (2019). <https://doi.org/10.3221/IGF-ESIS.50.07>
3. Kantor, B.Ya., Smetankina, N.V., Shupikov, A.N.: Analysis of non-stationary temperature fields in laminated strips and plates. Int. J. of Solids and Structures. **38(48/49)**, 8673–8684 (2001). [https://doi.org/10.1016/S0020-7683\(01\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7683(01)00099-3)
4. Misura, S., Smetankina, N., Misiura, I.: Optimal design of the cyclically symmetrical structure under static load. In integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2020.

- ICTM 2020. Lecture Notes in Networks and Systems. **188**, 256–266 (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_21
5. Liu, W.: Design and kinetic analysis of wind turbine blade-hub-tower coupled system. *Renewable energy* **94**, 547–557 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.068>
 6. Eliseev, V., Moskalets, A.: Application of the Lagrange-Ritz-Kantorovich method to the vibration analysis of turbine blades. *NTU “KhPI” Bul.: Power and heat engineering processes and equipment*. **8**, 149–152 (2016). <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2016.08.21>
 7. Duriagina, Z.A., Kulyk, V.V., Filimonov, O.S., Trostianchyn, A.M., Sokulska, N.B.: The role of stress-strain state of gas turbine engine metal parts in predicting their safe life. *Progr. in Phys. of Metals*. **22(4)**, 643–677 (2021). <https://doi.org/10.15407/ufm.22.04.643>
 8. Bitkina, O., Weon-Kang, K., Jang-Ho, L.: Experimental and theoretical analysis of the stress-strain state of anisotropic multilayer composite panels for wind turbine blade. *Renewable Energy*. **79**, 219 – 226 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.004>
 9. Skamniottis, Ch., Courtis, M., Cocks, C.F.A.: Multiscale analysis of thermomechanical stresses in double wall transpiration cooling systems for gas turbine blades. *Int. J. of Mech. Sci.* (2021). <https://doi.org/10.1016/j.ijmec.sci.2021.106657>
 10. Kauss, O., Tsybenko, H., Naumenko, K., Hutter, S., Kruger, M.: Structural analysis of gas turbine blades made of Mo-Si-B under transient thermo-mechanical loads. *Comp. Mats Sci.* **165**, 129–136 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.commsci.2019.04.23>
- Arkhipov, A.N., Volgina, M.V., Matushkin, A.A., Ravikovich, Yu.A., Kholobtsev, D.P.: Effect of a model and boundary conditions on the results of analyzing the stress-strain state of a low pressure compressor rotor. *Str. Mech. and Str. of Flight Vehicles*. **61**, 509–516 (2018). <https://doi.org/10.3103/51068799818040025>

Інформаційні ресурси в інтернет

1. <https://vseosvita.ua/library/konspekt-lekcij-metrologia-i-standartizacia-136699.html>
2. <https://buklib.net/books/35966/>
3. <http://csm.kiev.ua/index.php?lang=ru>
4. https://stud.com.ua/1266/tovaroznavstvo/metrologiya_standartizatsiya_i_sertifikatsiya
5. http://geo.univ.kiev.ua/images/doc_file/navch_lit/PosibnykA5k.pdf

**Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«Основи конструювання машин»**

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
	Разом		

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
	Разом		

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Основи конструювання машин» розглянуто на засіданні кафедри «інженерної механіки та технології машинобудування»

Протокол №__ від «__» _____ 20__ р.

Завідувача кафедри _____ Михайло ТКАЧ