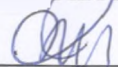


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Аерокосмічний факультет
Кафедра прикладної механіки та інженерії матеріалів

УЗГОДЖЕНО

Декан АКФ


«08» 11

Микола КУЛИК

2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи


«09» 11 2023 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Триботехнічні матеріали і
методи підвищення зносостійкості матеріалів»

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-наукова програма: Прикладна механіка

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Самостійна робота	ДЗ / РГР / К	КР / КПр	Форма сем. контролю
Очна	1	90/3	10	20	60	-	-	Диф.залік 1с
Заочна	1	90/3	6	4	80	-	-	Диф.залік 1с

Індекс: НДФ - 1 - 131 / 22 -1.3.1

Індекс: НДФ - 1 – 131з / 22 -1.3.1

СМЯ НАУ РП 07.07.01-01-2023



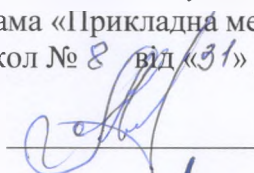
Робочу програму навчальної дисципліни «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів» розроблено на основі освітньої програми(далі – ОПП) «Прикладна механіка, стандартизація та оцінка якості технічних систем» та навчальних планів № НДФ - 1 - 131/22, № НДФ - 1 – 131з/22, РДФ-1-131/22, РДФ-1-131з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», освітньо-наукової програми «Прикладна механіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:
професор кафедри прикладної механіки
та інженерії матеріалів

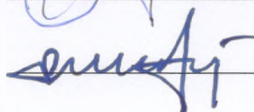
 Мирослав КИНДРАЧУК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітньо-наукова програма «Прикладна механіка») – кафедри прикладної механіки та інженерії матеріалів, протокол № 8 від «31» 08 2023 р.

Завідувач кафедри

 Оксана МІКОСЯНЧИК

Гарант освітньо-наукової програми

 Мирослав КИНДРАЧУК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного факультету, протокол № 2 від «27» 10 2023 р.

Голова НМРР

 Катерина БАЛАЛАСВА

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник



ЗМІСТ

	сторінка
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1 Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Результати навчання	4
1.3. Компетентності	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	5
2. Програма навчальної дисципліни	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до модуля.....	5
2.3. Тематичний план.....	7
2.4. Перелік питань для підготовки до диференційного заліку (ЗФН)	7
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	7
3.1. Методи навчання.....	7
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	8
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	8
4. Рейтингова система оцінювання набутих аспірантом знань та вмінь	9
Аркуш поширення	10



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце даної дисципліни в системі підготовки докторів філософії полягає у засвоєнні теоретичних основ сукупності знань, що вдосконалюють і поглиблюють інженерну підготовку в області дослідження розробки та дослідження комплексу технологій, що застосовують для підвищення довговічності й надійності машин, вивченням причин руйнування деталей в експлуатації та розроблення методів підвищення зносостійкості матеріалів.

Метою навчальної дисципліни є: формування систематичних знань, умінь і навичок для здійснення професійно-наукової діяльності за спеціальністю з урахуванням основних положень теоретичних основ фізико-хімічних процесів, механізмів для підвищення довговічності й надійності матеріалів.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- ознайомлення з основами триботехніки, значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження;
- ознайомлення з інженерно-технічними проблемами триботехніки та з розробленням сучасної теорії тертя та зношування;
- оволодіння методами планування та постановки експериментальних досліджень;
- ознайомлення з особливостями тертя різних матеріалів;
- опанування сучасними методами створення нових; матеріалів
- оволодіння конструктивними та експлуатаційними методами підвищення зносостійкості деталей машин;
- ознайомлення з основними методами контролю якості технологічних методів підвищення зносостійкості деталей машин;
- ознайомлення з методами лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна:


- мати передові концептуальні та методологічні знання в області трибології і триботехніки, трибологічного матеріалознавства і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та / або здійснення інновацій(ПР01);

- формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень тощо) і математичного та / або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані (ПР03);

- планувати і виконувати експериментальні та або теоретичні дослідження з трибології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми, застосовувати сучасні методи наукометрії та лідерство під час реалізації наукових проектів (ПР05);

- ефективно застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності (ПР10);

- ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди над вирішенням спільного наукового завдання (ПР11);

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.07.01-01-2023
		стор. 5 з 10	

- описувати результати наукових досліджень у фахових публікаціях у вітчизняних та закордонних спеціалізованих виданнях, в тому числі і у виданнях Scopus і WoS (ПР12);
- вміти аргументувати вибір методів розв'язування науково-прикладної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення (ПР13);

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК02);
- здатність працювати в міжнародному науковому контексті (ЗК03);
- здатність розв'язувати комплексні проблеми дослідницько-інноваційної діяльності у сфері розробки та дослідження комплексу технологій, що застосовують для підвищення зносостійкості деталей машин (ЗК 04);
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у трибології та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках з тертя та зношування в машинах та суміжних галузях (СК01);
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності (СК03);
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру відповідно до сучасного наукового дискурсу в сфері трибології, моделювати відповідні об'єкти досліджень, математично обробляти дані, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень (СК05);
- здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні наукові проекти в трибології та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, застосовувати сучасні методи наукометрії та лідерство під час їх реалізації (СК06);
- здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань у галузі трибології та трибо техніки (СК09);
- здатність аналізувати масиви наукових даних, знаходити рішення, які дозволять розв'язати поставлені наукові чи/або прикладні завдання розробляти теоретичні і практичні рекомендації щодо вибору і реалізації режиму роботи трибосистеми (СК11);
- здатність використовувати основні теорії і практики в галузі трибології, знання основних тенденцій та наукових проблем в області підвищення зносостійкості і надійності деталей трибовузлів об'єктів машинобудування (СК12)

1.4. Міждисциплінарні зв'язки: дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Триботехніка та основи надійності машин» «Обладнання і методи трибологічних досліджень», та є базовою для «Інформаційне забезпечення наукових досліджень» проведення науково-дослідної роботи аспірантом.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з одного модуля №1 «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів» який є логічно завершеною, самостійною, цілісною частиною навчального плану, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2 Модульне структурування та інтегровані вимоги до модуля

Модуль №1 «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів»

Інтегровані вимоги до модуля №1

У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №1 «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів» здобувач повинен:



Знати :

- основні поняття та визначення триботехніки;
- значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження
- інженерно-технічними проблеми триботехніки ,сучасної теорії тертя та зношування;
- методологію вибору методу нанесення та конструкції покриття;
- основні методи контролю якості технологічних методів підвищення зносостійкості деталей машин;
- основними методи контролю якості технологічних методів підвищення зносостійкості деталей машин;
- методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин.

Вміти :

- самостійне відпрацювання раціональних режимних параметрів ведення процесу створення виробу з покриттям;
- самостійне визначення методології вибору методу нанесення та конструкції покриття
- самостійне вимірювання товщини покриття;
- самостійне визначення параметрів оптимізації технологічного процесу;
- самостійне визначення основних показників якості покриття залежно від його функціонального призначення
- самостійне розрахування, згідно вихідних даних завдання, режими лазерного газопорошкового наплавлення;
- самостійне дослідження результатів експериментальних досліджень процесу лазерного газопорошкового наплавлення.

Тема 1. Значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження. Організація боротьби з тертям та зношуванням деталей машин в Україні

Загальні аспекти. Вклад вітчизняних і зарубіжних вчених у створенні і формуванні науки про тертя і зношування в машинах. Основні терміни й означення. Области застосування триботехніки. Інженерно-технічні проблеми триботехніки.

Тема 2. Тертя різних матеріалів. Триботехнічні матеріали

Особливості тертя матеріалів. Триботехнічне матеріалознавство (трибоматеріалознавство) складає специфічний розділ науки про матеріали для вузлів тертя. Трибоматеріалознавство є зв'язуючою ланкою між ре-зультатами теоретичних досліджень, що проводять в області трибоаналізу, і комплексів знань, що втілюються в триботехніці у вигляді реальних конструкцій вузлів тертя.

Тема 3. Конструктивні та експлуатаційні методи підвищення зносостійкості деталей машин. Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей машин.

Конструктивні методи підвищення зносостійкості. Вибір матеріалів у процесі конструювання вузлів тертя. Класифікація методів зміцнювальної обробки деталей машин.

Тема 4. Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин.

Лазерне зміцнення. Електронно-променева обробка. Методи детонаційного та плазмового нанесення покриття.

Тема 5. Вакуумне іонно-плазмове зміцнення, іонне магнетронне розпилення, іонне легування

Вакуумне іонно-плазмове зміцнення деталей машин. Іонне розпилення. Іонне осадження покриттів.



2.3. Тематичний план

№ п/п	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль №1 «Трибологія та інженерія поверхні»									
1.1	Значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження. Організація боротьби тертям та зношуванням деталей машин в Україні	1 семестр				1 семестр			
		16	2	2	12	18	2	-	16
1.2	Тертя різних матеріалів. Триботехнічні матеріали	18	2	4	12	18	2	-	16
1.3	Конструктивні та експлуатаційні методи підвищення зносостійкості деталей машин. Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей машин	18	2	4	12	18	-	2	16
1.4	Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин.	18	2	4	12	18	-	2	16
1.5	Вакуумне іонно-плазмове зміцнення, іонне магнетронне розпилення, іонне легування	16	2	4	10	15	1	-	14
1.6	Модульна контрольна робота №1	4	-	2	2	2	-	-	2
1.7	Підсумкова семестрова контрольна робота	-	-	-	-	1	1	-	-
Усього за модулем №1		90	10	20	60	90	6	4	80
Усього за навчальною дисципліною		90	10	20	60	90	6	4	80

2.4. Перелік питань для підготовки до диференційного заліку.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до диференційного заліку, розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома здобувачів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

У процесі викладання матеріалу дисципліни у процесі проведення лекційних, практичних інших видів навчальних занять застосовуються пасивні словесні методи (пояснення, лекції) з використанням класної дошки та відеоматеріалів, активні практичні методи (вправи) та методи контролю.

При викладенні матеріалу на лекціях може використовуватися мультимедійна техніка, при розгляді і проведенні практичних занять можуть бути використані комп'ютерна техніка для виконання пошуково-аналітичних робіт і проведення розрахунків та лабораторне оснащення.

Лекційні і практичні заняття можуть проводитися в режимі дистанційного навчання.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною літературою, аналізі та вирішенні задач з триботехнічних матеріалів та методів підвищення зносостійкості матеріалів.



3.2. Рекомендована література

Базова література


- 3.2.1. Погребна Н.Е., Куцова В.З., Котова Т.В. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2021. - 89 с.
- 3.2.2. Триботехнічне матеріалознавство та триботехнологія в задачах [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / В. Б. Тарельник. - Суми : Університетська книга, 2019. - 191 с.
- 3.2.3. Інженерія поверхні : метод. вказівки до виконання лаб. робіт для студентів спец. 131 "Прикладна механіка" / уклад.: О. О. Новомлинець, С. М. Ющенко, І. В. Нагорна. – Чернігів : ЧНТУ, 2019. – 67 с.
- 3.2.4. Кіндрачук М.В. Матеріалознавство: підручник / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, Т.С. Клімова, І.Г. Черниш. – Київ, „НАУ – друк”. – 2012. – 500с.
- 3.2.5. Технологічне забезпечення зносостійкості деталей трибомеханічних систем дискретними поверхнями: монографія / М.В. Кіндрачук, В.Є. Марчук, О.І. Духота, О.В. Радіоненко.- К.: НАУ, 2020. – 204 с.
- 3.2.6. В. В. Холявко. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Холявко, І. А. Владимирський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 114 с.

Допоміжна література

- 3.2.7. Зауличний Я. В. Фізика конденсованого стану для матеріалознавців: підручник / Я. В. Зауличний, Ю. В. Яворський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 488 с.
- 3.2.8. Оліх О.Я. «Методи дослідження дефектів», Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2020, 60 с.
- 3.2.9. Кіндрачук М.В. Променеві методи обробки: навчальний посібник. М.В. Кіндрачук, В.С. Черненко, О.І. Дудка – К.: Кондор. – 2004. – 164 с.
- 3.2.10. Кіндрачук М. В., Лабунець В. Ф., Пашечко М. І., Корбут Є. В. Трибологія. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту “НАУ-друк.”– 2009. – 392 с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

- 3.3.1. <http://mtom.iff.kpi.ua/images/books/Кniga.pdf>
- 3.3.3. Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).
- 3.3.4. <http://www.lib.nau.edu.ua/main/>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості матеріалів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.07.01-01-2023
		стор. 9 з 10	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ АСПІРАНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної аспірантом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	Модуль №1	
	2 семестр	2 семестр
Виконання завдань на лабораторних заняттях	46×10=40 (сумарна)	66×3 = 18 (сумарна)
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	24 (сумарна)	18 (сумарна)
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 аспірант має набрати не менше</i>	41 бала	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	24	-
<i>Підсумкова семестрова контрольна робота</i>		24
Усього за модулем №1	88	60
Диференційований залік	12	40
Усього за дисципліною	100	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються аспіранту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих аспірантом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки аспіранта.

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки аспіранта, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до академічної довідки про виконання освітньо-наукової програми.