

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового інституту інноватики природокористування та інфраструктури

« 30 » _____ 2024 р.
Василь БРИЧ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

« 30 » _____ 2024 р.
Виктор ОСТРОВЕРХОВ



Директор Навчально-наукового інституту новітніх освітніх технологій

« 30 » _____ 2024 р.
Святослав ГИТЕЛЬ



РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни “Триботехніка”
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 27 Транспорт
спеціальність – 274 Автомобільний транспорт
освітньо-професійні програми – «Автомобільний транспорт»

кафедра транспорту і логістики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС, год.	Тренінг год.	Самостійна робота студ., год.	Разом, год.	Залік (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	4	7	32	14	3	6	95	150	7	-
Заочна	4	7	8	4	-	-	138	150	8	-

30.08.2024
[Signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робочу програму склав доцент кафедри транспорту і логістики, к.т.н.,
доцент Руслан РОЗУМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри транспорту і
логістики, протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Павло ПОПОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності
274 Автомобільний транспорт, протокол № 2 від 30.08.2024 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності



Руслан РОЗУМ

Гарант ОПП



Микола БУРЯК

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Триботехніка»**

**Опис дисципліни
«Триботехніка»**

Дисципліна «Триботехніка»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 27 Транспорт	Статус дисципліни вибіркова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт	Рік підготовки: <i>Денна – 4</i> <i>Заочна – 4</i> Семестр: <i>Денна – 7</i> <i>Заочна – 7</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 32 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 14 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: <i>Денна – 95 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Індивідуальна робота <i>Денна – 3 год.</i> <i>Заочна – - год.</i> Тренінг: <i>Денна – 6 год.</i> <i>Заочна – - год.</i>
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 3		Вид підсумкового контролю – Залік

2. Мета і завдання дисципліни «Триботехніка»

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни.

Метою вивчення дисципліни є вивчення загальних питань тертя, зношування й змащування трибоспряжень машин та обладнання; набуття теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для надійної експлуатації автомобільної техніки, встановлення причин зношування і шляхи підвищення їх зносостійкості.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Основне завдання навчальної дисципліни є вивчення основних трибологічних закономірностей для вирішення конкретних конструкторських, технологічних і експлуатаційних завдань, пов'язаних з тертям, зношуванням і змащенням вузлів машин і механізмів, а також цілеспрямований вибір матеріалів з необхідними фізико-механічними властивостями з врахуванням їх умов експлуатації.

Метою проведення лекційних занять є вивчення основних теоретичних питань тертя, зношування й змащування трибоспряжень машин та обладнання.

Лекційний курс передбачає:

- викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни основних понять триботехніки;
- сформуванню у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу «Триботехніка».

Мета проведення практичних занять полягає у тому, щоб студенти застосовували знання отримані під час лекційних занять у розв'язку практичних завдань.

Завдання проведення практичних занять:

- засвоїти основні закони тертя та зносу матеріалів, закономірності взаємодії поверхонь тертя та режими мащення;
- навчитися здійснювати вибір матеріалів для трибосистем із врахуванням максимального ресурсу на етапі проектування та експлуатації машин та обладнання, визначати втрати на тертя та швидкість зношення, здійснювати вибір мастильних матеріалів;
- глибше засвоїти та закріпити теоретичні знання.

3. Програма навчальної дисципліни:

Змістовий модуль 1. Тертя та зношування

Тема 1. Основні поняття та визначення в триботехніці.

Основні терміни й визначення. Тертя і підвищення надійності машин. Збитки від тертя і зношування в машинах.

Тема 2. Характеристика поверхні твердих тіл.

Загальні відомості про поверхню твердих тіл. Геометричні характеристики поверхонь деталей машин. Властивості поверхонь і поверхневих шарів.

Тема 3. Теоретичні основи тертя і зношування

Класичні закони тертя. Загальні теорії тертя. Структурно-енергетична теорія зовнішнього тертя. Твердість металів.

Тема 4. Види тертя

Класифікація видів тертя. Тертя без змащувального матеріалу. Тертя при граничному змащуванні. Тертя при рідинному змащуванні. Тертя при напіврідинному змащуванні.

Тема 5. Особливості тертя матеріалів трибоспряжень

Особливості тертя шаруватих матеріалів. Особливості тертя фторопласту. Ефект аномально низького тертя.

Тема 6. Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя

Класифікація видів зношування і пошкоджуваності. Механохімічне окисне зношування. Абразивне зношування. Схоплювання і заїдання поверхонь при терті. Зминання.

Тема 7. Втомне, корозійне, кавітаційне, ерозійне, водневе та зношування при фретінг-корозії

Втомне зношування. Корозійне зношування. Кавітаційне зношування. Ерозійне зношування. Зношування при фретінг-корозії. Водневе зношування.

Змістовий модуль 2. Підвищення зносостійкості трибосистем

Тема 8. Триботехнічні матеріали

Антифрикційні матеріали. Фрикційні матеріали. Зносостійкі матеріали. Відновлювальні суміші для регенерації трибосистем.

Тема 9. Методи і засоби досліджень тертя і зношування

Діагностика за станом поверхонь тертя. Метод віброакустичної емісії. Метод акустичної емісії. Діагностика за продуктами зношування. Перспективи розвитку діагностики зношування.

Тема 10. Конструктивні способи підвищення зносостійкості деталей
Вибір матеріалу елементів трибоспряжень. Оптимізація розподілу напруг у зоні контакту. Вибір виду тертя. Зниження теплового навантаження в трибоспряженні.

Тема 11. Технологічні засоби підвищення зносостійкості
Вибір точності виготовлення елементів трибоспряжень. Контроль якості матеріалів, заготовок і готових виробів за відповідними показниками надійності. Використання процесів зміцнюючої обробки.

Тема 12. Практичне використання триботехніки в автомобільному господарстві

Область застосування. Основні напрямки підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу. Розташування матеріалів за твердістю в трибоспряженнях.

4. Структура залікового кредиту з дисципліни “Триботехніка” (денна форма навчання)

	Кількість годин					
	Лекції	Прак-тичні заняття	Самостій-на робота	Індиві-дуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Тертя та зношування						
Тема 1. Основні поняття та визначення в триботехніці	2	1		1	2	Поточне опитування
Тема 2. Характеристика поверхні твердих тіл	2	1				
Тема 3. Теоретичні основи тертя і зношування	2	1				
Тема 4. Види тертя	4	1				
Тема 5. Особливості тертя матеріалів трибоспряжень	2	1				
Тема 6. Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя	4	1				
Тема 7. Втомне, корозійне, кавітаційне, ерозійне, водневе та зношування при фретінг-корозії	2	2				
Змістовий модуль 2. Підвищення зносостійкості трибосистем						
Тема 8. Триботехнічні матеріали	4	1		2	4	Поточне опитування
Тема 9. Методи і засоби досліджень тертя і зношування	4	1				
Тема 10. Конструктивні способи підвищення зносостійкості деталей	2	1				
Тема 11. Технологічні засоби підвищення зносостійкості	2	1				
Тема 12. Практичне використання триботехніки в автомобільному господарстві	2	2				
Разом	32	14	95	3	6	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин				
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Тертя та зношування					
Тема 1. Основні поняття та визначення в триботехніці			8		
Тема 2. Характеристика поверхні твердих тіл			12		
Тема 3. Теоретичні основи тертя і зношування	1	1	12		
Тема 4. Види тертя	1		12		
Тема 5. Особливості тертя матеріалів трибоспряжень	1		12		
Тема 6. Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя	1	1	12		
Тема 7. Втомне, корозійне, кавітаційне, ерозійне, водневе та зношування при фретінг-корозії			12		
Змістовий модуль 2. Підвищення зносостійкості трибосистем					
Тема 8. Триботехнічні матеріали	1	1	12		
Тема 9. Методи і засоби досліджень тертя і зношування	1		12		
Тема 10. Конструктивні способи підвищення зносостійкості деталей	1		12		
Тема 11. Технологічні засоби підвищення зносостійкості	1		12		
Тема 12. Практичне використання триботехніки в автомобільному господарстві		1	10		
Разом	8	4	138		

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1.

Тема: Основні поняття та визначення в триботехніці.

Мета: Ознайомитися з поняттям тертя та характеристикою поверхні твердих тіл.

Питання для обговорення:

1. Основні терміни й визначення.
2. Тертя і підвищення надійності машин.
3. Збитки від тертя і зношування в машинах.
4. Загальні відомості про поверхню твердих тіл.
5. Геометричні характеристики поверхонь деталей машин.
6. Властивості поверхонь і поверхневих шарів.

Практичне заняття 2.

Тема: Тертя та його види.

Мета: Зрозуміти суть законів та теорій тертя.

Питання для обговорення:

1. Класичні закони тертя.
2. Загальні теорії тертя.

3. Структурно-енергетична теорія зовнішнього тертя.
4. Твердість металів.
5. Класифікація видів тертя.
6. Тертя без змащувального матеріалу.
7. Тертя при граничному змащуванні.
8. Тертя при рідинному змащуванні.
9. Тертя при напіврідинному змащуванні.

Практичне заняття 3.

Тема: Тертя в трибоспряженнях, види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя.

Мета: Ознайомитися з особливостями тертя матеріалів трибоспряжень, а також видами зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя.

Питання для обговорення:

1. Особливості тертя шаруватих матеріалів.
2. Особливості тертя фторопласту.
3. Ефект аномально низького тертя.
4. Класифікація видів зношування і пошкоджуваності.
5. Механохімічне окисне зношування.
6. Абразивне зношування.
7. Схоплювання і заїдання поверхонь при терті.
8. Зминання.

Практичне заняття 4.

Тема: Втомне, корозійне, кавітаційне, ерозійне, водневе та зношування при фретінг-корозії.

Мета: Зрозуміти суть втомного, корозійного, кавітаційного, ерозійного, водневого зношування та зношуванням при фретінг-корозії.

Питання для обговорення:

1. Втомне зношування.
2. Корозійне зношування.
3. Кавітаційне зношування.
4. Ерозійне зношування.
5. Зношування при фретінг-корозії.
6. Водневе зношування.

Практичне заняття 5.

Тема: Триботехнічні матеріали. Методи і засоби досліджень тертя і зношування.

Мета: Ознайомитися з видами триботехнічних матеріалів, а також методами і засобами досліджень тертя і зношування.

Питання для обговорення:

1. Антифрикційні матеріали.
2. Фрикційні матеріали.
3. Зносостійкі матеріали.
4. Відновлювальні суміші для регенерації трибосистем.
5. Діагностика за станом поверхонь тертя.

6. Метод віброакустичної емісії.
7. Метод акустичної емісії.
8. Діагностика за продуктами зношування.
9. Перспективи розвитку діагностики зношування.

Практичне заняття 6.

Тема: Конструктивні способи та технологічні засоби підвищення зносостійкості деталей.

Мета: Ознайомитися з конструктивними способами та технологічними засобами підвищення зносостійкості деталей.

Питання для обговорення:

1. Вибір матеріалу елементів трибоспряжень.
2. Оптимізація розподілу напруг у зоні контакту.
3. Вибір виду тертя.
4. Зниження теплового навантаження в трибоспряженні.
5. Вибір точності виготовлення елементів трибоспряжень.
6. Контроль якості матеріалів, заготовок і готових виробів за відповідними показниками надійності.
7. Використання процесів зміцнюючої обробки.

Практичне заняття 7.

Тема: Практичне використання триботехніки в автомобільному господарстві.

Мета: Засвоїти види практичного використання триботехніки в автомобільному господарстві.

Питання для обговорення:

1. Область застосування триботехніки в автомобільному господарстві.
2. Основні напрямки підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу.
3. Розташування матеріалів за твердістю трибоспряженнях.

6. Самостійна робота

На самостійну роботу кожному студенту пропонується написання і представлення реферату на запропоновану або самостійно вибрану тему. Орієнтовна тематика рефератів:

1. Тертя і підвищення надійності машин.
2. Збитки від тертя і зношування в машинах.
3. Геометричні характеристики поверхонь деталей машин.
4. Властивості поверхонь і поверхневих шарів деталей машин.
5. Класичні закони та загальні теорії тертя.
6. Структурно-енергетична теорія зовнішнього тертя.
7. Класифікація видів тертя.
8. Тертя без змащувального матеріалу.
9. Тертя при граничному змащуванні.
10. Тертя при рідинному змащуванні.
11. Тертя при напіврідинному змащуванні.
12. Особливості тертя шаруватих матеріалів.

13. Особливості тертя фторопласту.
14. Ефект аномально низького тертя.
15. Класифікація видів зношування і пошкоджуваності.
16. Механохімічне окисне зношування.
17. Абразивне зношування.
18. Схоплювання і заїдання поверхонь при терті. Зминання.
19. Втомне зношування.
20. Корозійне зношування.
21. Кавітаційне зношування.
22. Ерозійне зношування.
23. Зношування при фретінг-корозії.
24. Водневе зношування.
25. Антифрикційні матеріали.
26. Фрикційні матеріали.
27. Зносостійкі матеріали.
28. Відновлювальні суміші для регенерації трибосистем.
29. Діагностика за станом поверхонь тертя.
30. Метод віброакустичної емісії.
31. Метод акустичної емісії.
32. Діагностика за продуктами зношування.
33. Перспективи розвитку діагностики зношування.
34. Вибір матеріалу елементів трибоспряжень.
35. Оптимізація розподілу напруг у зоні контакту.
36. Вибір точності виготовлення елементів трибоспряжень.
37. Контроль якості матеріалів, заготовок і готових виробів за відповідними показниками надійності.
38. Використання процесів зміцнюючої обробки.
39. Основні напрямки підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу.
40. Розташування матеріалів за твердістю в трибоспряженнях.

7. Тренінг з дисципліни

Тематика тренінгу: Підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу.

Цей тренінг охоплює ключові аспекти дисципліни «Триботехніка», поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками. Студенти отримують практичні навички підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу, які будуть їм потрібні у професійній діяльності.

Мета тренінгу: забезпечити студентів комплексними теоретичними знаннями та практичними навичками у сфері підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу.

Завдання тренінгу: Підбір і обґрунтування методу підвищення зносостійкості деталей трибоспряжень автотранспортного засобу.

Порядок проведення тренінгу:

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів із запропонованими завданнями тренінгу.

Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдання тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

8. Методи навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; практичні роботи, індивідуальні заняття; самостійна робота студентів; робота в Інтернет.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Триботехніка» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне опитування;
- підсумковий модульний контроль;
- оцінювання практичних занять;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Триботехніка» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40%	40%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінги	Самостійна робота
Оцінка за даний модуль визначається як середнє арифметичне за роботу на практичних заняттях № 1-7.	Підсумкова письмова робота за темами № 1-12.	Оцінка виконання завдання тренінгу.	Оцінка за виконаний і представлений реферат на вибрану тему.

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

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

№	Найменування	Номер теми
1.	Проектор	1-12
2.	Електронний варіант лекцій	1-12
3.	Система moodle.wunu.edu.ua	1-12

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Конспект лекцій з дисципліни “Триботехніка та основи надійності машин” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 131 “Прикладна механіка” / Укл. к.т.н., доц. О.В. Нікулін – Кам’янське : ДДТУ, 2017 р. – 84 с.
2. Єфременко В.Г., Чабак Ю.Г. Сплави триботехнічного призначення: Навч. посібник. Маріуполь: ПДТУ, 2016. - 243 с.
3. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин: навч. посібник. Т. 1 / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, Т. С. Скобло, І. М. Рибалко [та ін.]; за ред. О. І. Сідашенка, О. В. Тіхонова.– Харків : Пром-Арт, 2018. – 416 с.
4. Триботехніка: курс лекцій / Д.П.Журавель, О.Ю. Новік, А.М. Бондар, К.Г. Петренко. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 280 с.
5. Триботехніка: методичні вказівки до самостійної роботи / Д.П.Журавель, О.Ю. Новік, А.М. Бондар, В.В. Паніна. – Мелітополь: ФОП «Верескун В.М.», 2019. – 116 с.
6. Sabu Thomas, Preetha Balakrishnan, Sreekala M.S. Fundamental Biomaterials: Ceramics. Woodhead Publishing, 2018. – 498 p.
7. Ian Hutchings, Philip Shipway. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials, 2nd Edition. Butterworth-Heinemann, 2017. - 412 p.
8. Giovanni Straffelini. Friction and Wear. Methodologies for Design and Control. Springer, Cham, 2015. - 283 p.
9. Sergey V. Dorozhkin. Calcium Orthophosphate-Based Bioceramics and Biocomposites. John Wiley & Sons, 2016. – 416 p.