Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра професійної та технологічної освіти і загальної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор ІФТКН
_____ Ангельський О.В.
"__" серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології захисту поверхонь деталей машин
(назва навчальної дисципліни)

вибіркова
(вказати: обов'язкова / вибіркова, код)

Освітньо-професійна програма «Технології та інформатика»
(назва програми)

вибіркова
(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Спеціальність 014.10 – Середня освіта (технології)
(шифр і назва спеціальності)

Галузь знань 01 – Освіта/Педагогіка
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Мова навчання українська

Чернівці, 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Технології захисту поверхонь деталей машин
(назва навчальної дисципліни)
складена відповідно до освітньо-професійної програми «Технології та інформатика» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти з спеціальністю 014.10 – Середня освіта (технології) галузі знань 01 – Освіта/Педагогіка, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича протокол № 6 від 8 квітня 2024 року.

Розробник:
Крамар В.М., професор кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики, доктор фізико-математичних наук, професор.

Викладач:
Крамар В.М., професор кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики, доктор фізико-математичних наук, професор.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики НН ІФТКН ЧНУ ім. Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 9 серпня 2024 року

Завідувач кафедри Гудима Ю.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою НН ІФТКН

Протокол № 1 від 9 серпня 2024 року

Голова методичної ради НН ІФТКН Козярський І.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

©Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2024 рік

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Технології захисту поверхонь деталей машин» належить до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки магістрів за освітньо-професійною програмою «Технології та інформатика» спеціальності 014.10 – Середня (технології).

Мета дисципліни полягає у формуванні в здобувачів інтегральних компетентностей, які забезпечують їм здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в обраній галузі діяльності, що передбачає застосування уявлень про природу явищ і процесів у навколишньому світі.

Оволодіння цією дисципліною здатне підвищити конкурентоздатність майбутніх вчителів технологій оскільки забезпечує формування у них наукових уявлень про роль процесів тертя та зношування деталей робочих машин під час експлуатації, а також сучасних технологій підвищення їх зносостійкості – важливої галузі сучасної технологічної освіти.

Пререквізити: для вивчення даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів, передбачених ОПП першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, зокрема «Матеріалознавство», «Технології виробництва конструкційних матеріалів» і «Технології обробки конструкційних матеріалів». У разі необхідності, студенти можуть опрацювати зазначений матеріал у межах годин самостійної роботи, наприклад, за відповідними електронними курсами на платформі moodle.chnu.edu.ua.

Завдання вивчення навчальної дисципліни

Досягнення мети реалізується через виконання *завдань* навчальної дисципліни:

- ознайомлення студентів з основами класичного вивчення проблем тертя та зношування;
- формування наукових уявлень щодо характеру фрикційної взаємодії різнофункціональних трибоматеріалів при відповідних режимах роботи;
- забезпечення знань з основ сучасних технологій захисту та підвищення зносостійкості поверхонь деталей вузлів тертя.

Внаслідок опанування навчального матеріалу студент має бути набути наступних компетентностей, передбачених освітньою програмою:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК1. Здатність до поглиблення знань і розуміння предметної області та професійної діяльності.

ФК2. Здатність використовувати інновації у професійній діяльності.

ФК4. Здатність до моделювання змісту навчання, формування в здобувачів освіти компетентностей, передбачених освітніми програмами, та здійснення інтегрованого навчання.

ПК2. Здатність до формування у здобувачів освіти компетентностей технологічної освітньої галузі, передбачених відповідними освітніми програмами, з урахуванням їхніх індивідуальних особливостей.

ПК5. Здатність сприймати інновації в галузі технології та висвітлювати їхню суть у процесі реалізації технологічної освіти.

Результати навчання

Наслідком вивчення навчальної дисципліни має бути досягнення наступних програмних результатів:

РН1. Застосовувати знання з … фундаментальних і прикладних наук у практичних ситуаціях здійснення освітньої діяльності, поглиблювати знання з предметної області.

ПРН1. Використовувати загальноприйняту технічну термінологію державною мовою під час планування та реалізації проєкту; обґрунтовувати та пояснювати усно і письмово державною мовою зміст етапів проєктування та виготовлення виробів.

ПРН3. Використовувати знання з природничих, технічних та технологічних наук для формулювання мети творчого технологічного проєкту, визначення шляхів її досягнення, пошуку обґрунтованих рішень і формулювання висновків.

ПРН4. Демонструвати вміння трансформувати здобуті знання про матеріали, технології та обладнання для удосконалення технологічного процесу, створення нового чи покращення існуючого продукту (послуги) наданням йому нових якостей.

Для їх досягнення студент повинен:

- знати:

- зміст основних понять з трибології, триботехніки та триботехнологій;
- основні механізми зношування пар тертя;
- сучасні технології підвищення зносостійкості деталей робочих машин;
- роль процесів тертя та механізми руйнування поверхонь деталей машин під час їх експлуатації;
- призначення технологічних прийомів захисту поверхонь деталей робочих машин;

- уміти:

- визначати ризики експлуатації трибоматеріалів у конкретних умовах;
- вибирати адекватні методи захисту робочих поверхонь деталей машин;

- володіти навиками:

- висвітлення ролі процесів тертя та механізмів руйнування поверхонь деталей машин під час їх експлуатації;
- пояснення суті технологічних прийомів захисту поверхонь тертя.

Опис змісту навчальної програми дисципліни

Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	2	5	150	26	-	13	-	114	0	іспит
Заочна	1	2	5	150	6	-	4	-	140	0	іспит

Структура змісту навчальної дисципліни

№ п/п	Назви тем лекційних занять	Обсяг (год.) для денної/заочної форм навчання			
		всього	лк	сем	сам. роб.
1	**Змістовий модуль 1**. «***Загальні поняття трибології***»	**76**	**14/4**	**7/2**	**52/70**
1	Класичні уявлення про явище та механізми тертя і зношування	11	3/0,5	1/0	7/9,5
2	Основні характеристики та особливості контактування поверхонь матеріалів	10	1/0,5	1/0	8/9,5
3	Механічні та фізико-хімічні властивості трибоматеріалів	12	2/0,5	1/0,5	9/11
4	Механізми зношування трибоматеріалів і трибопар	11	2/1	1/0,5	8/10,5
5	Види зношування робочих поверхонь	11	4/0,5	1/0,5	6/9
6	Руйнування матеріалів від утомленості	11	1/0,5	1/0,5	9/11
7	Підбір матеріалів трибопар	10	1/0,5	1/0	8/9,5
2	**Змістовий модуль 2**. «***Методи підвищення зносостійкості деталей машин***»	**74**	**12/2**	**6/2**	**52/70**
8	Антифрикційні матеріали та їх характеристика	15	3/0,5	1/0,5	10/14
9	Фрикційні матеріали та їх характеристика	15	3/0,5	1/0,5	10/14
10	Теорія та практика застосування мастильних матеріалів	15	2/0,5	1/0,5	12/14
11	Технології підвищення зносостійкості деталей машин	15	2/0,5	2/0,5	9/14
12	Сучасний стан та тенденції розвитку трибо-матеріалознавства	14	2/0	1/0	11/14
	Разом:	**150**	**26/6**	**13/4**	**105/140**

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями - план
1	*Тема 1. Класичні уявлення про явище та механізми тертя і зношування* 1.1. Основні поняття триботехніки. 1.2. Загальні відомості про тертя. Види тертя в вузлах машин. Тертя без мастильного матеріалу. 1.3. Теорії зовнішнього тертя твердих тіл. Формування контакту. Коефіцієнт тертя. Фактори, що впливають на коефіцієнт тертя. 1.4. Тертя кочення. Фактори, що впливають на опір коченню
2	*Тема 2. Основні характеристики та особливості контактування поверхонь матеріалів.* 2.1. Основні характеристики та особливості контактування поверхонь матеріалів. 2.2 Реальна топографія поверхні

3	*Тема 3. Механічні та фізико-хімічні властивості трибоматеріалів* 3.1. Шорсткість поверхні, параметри шорсткості. 3.2. Площі контакту шорстких тіл. 3.3. Фізико-хімічні властивості поверхонь деталей. 3.4. Динаміка зміни основних параметрів при контактуванні деталей.
4	*Тема 4. Механізми зношування трибоматеріалів і трибопар.* 4.1. Напруження і деформації у трибоматеріалах. 4.2. Механізм деформування металів. 4.3. Деформація полімерів. 4.4. Механічні властивості поверхневих шарів. Структура поверхневих шарів. Дифузія в твердих тілах. 4.5. Оксиди металів та механізм їх утворення. 4.6. Адгезія між твердими тілами. 4.7. Механізми зношування трибоматеріалів і трибопар.
5	*Тема 5. Види зношування робочих поверхонь.* 5.1. Основні характеристики процесу зношування. 5.2. Механізм зношування металевих поверхонь і втомне спрацювання. 5.3. Механізм зношування полімерів і гуми. 5.4. Стадії зношування пар тертя. Класифікація видів зношування робочих поверхонь деталей машин. 5.5. Абразивне зношування закріпленими частинками. Контактно-абразивне зношування вільними частинками. Зношування в масі абразивних частин. Гідро- та газоабразивне зношування. 5.6. Ерозійне, кавітаційне та водневе зношування. 5.7. Молекулярно-механічне та окислювальне зношування. 5.8. Зношування при фретинг-корозії та внаслідок пластичної деформації.
6	*Тема 6. Руйнування матеріалів від утомленості матеріалу.* 6.1. Поняття про руйнування від утомленості матеріалу. Основні положення теорії зношування від утомленості матеріалу. 6.2. Деформація поверхневих шарів при терті. 6.3. Кінетика втомного зношування металів і полімерів. 6.4. Фактори, що впливають на зношування від утомленості матеріалу.
7	*Тема 7. Підбір матеріалів трибопар.* 7.1. Поділ трибоматеріалів за їх призначенням. 7.2. Вибір матеріалів при конструюванні вузлів тертя. Правила сумісності матеріалів.
8	*Тема 8. Антифрикційні матеріали та їх характеристика.* 8.1. Антифрикційні матеріали на основі олова і свинцю. 8.2. Антифрикційні матеріали на основі міді. 8.3. Антифрикційні матеріали на основі алюмінію. 8.4. Антифрикційні матеріали на основі цинку. 8.5. Антифрикційні матеріали на основі заліза. 8.6. Антифрикційні матеріали на основі нікелю і кобальту. 8.7. Антифрикційні матеріали на основі тугоплавких металів і сполук. 8.8. Антифрикційні матеріали на основі пластмас. 8.9. Антифрикційні вуглецеві матеріали.
9	*Тема 9. Фрикційні матеріали та їх характеристика.* 9.1. Фрикційні матеріали на основі азбесту. 9.2. Порошкові металокерамічні фрикційні матеріали. 9.3. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали. 9.4. Методи створення нових фрикційних матеріалів.
10	*Тема 10. Теорія та практика застосування мастильних матеріалів.* 10.1. Основні властивості мастильних матеріалів. 10.2. Рідкі мастильні матеріали, їх види та основні характеристики. 10.3. Пластичні мастильні матеріали. 10.4. Дисперсійне середовище та дисперсна фаза. Присадки та наповнювачі. 10.5. Структура твердих мастильних покриттів та їх основні характеристики.
11	*Тема 11. Технології підвищення зносостійкості деталей машин.* 11.1. Підбір матеріалів трибопар за їх твердістю. 11.2. Оптимізація макрогеометрії поверхонь тертя. 11.3. Заміна зовнішнього тертя внутрішнім. 11.4. Заміна тертя ковзання тертям кочення. 11.5. Технологічні, матеріалознавчі та експлуатаційні методи підвищення

	зносостійкості деталей трибовузлів
12	*Тема 12. Сучасний стан та тенденції розвитку трибо-матеріалознавства.* 12.1. Сучасні підходи до вивчення проблем трибології. 12.2. Наукові напрямки розвитку трибоматеріалознавства. 12.3. Трибоматеріали та проблеми екології.

Тематика семінарських занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями - план
1	*Тема 1. Топографія поверхні твердих тіл.* 1. Відхилення форми елементів кінематичних пар від номінальних. Макроскопічні та мікроскопічні відхилення. 2. Номінальна, контурна і фактична площа контакту. 3. Параметри хвилястості та шорсткості поверхонь. *4*. Контакт шорстких і хвилястих поверхонь у статиці та при відносному переміщенні.
2	*Тема 2. Роль сил адгезії і когезії у процесах тертя.* 1. Молекулярна і механічна складові сил тертя. 2. Адсорбція поверхнево активних речовин. Зовнішній ефект Ребіндера. 3. Корозія металів.
3	*Тема 3. Механіка контактної взаємодії.* 1. Пружний, пластичний, пружно-пластичний контакт. 2. Нормальні та дотичні напруження під час пружних і пластичних деформацій.
4	*Тема 4. Пластичне деформування поверхонь деталей при обробці.* 1. Залишкові напруження. 2. Зміни структури матеріалу при пластичному деформуванні. 3. Сорбційні та дифузійні процеси. Внутрішній ефект Ребіндера. 4. Окислювальні процеси, властивості окисних плівок.
5	*Тема 5. Структуроутворення та трибо технічні властивості покриттів.* 1. Дифузійні покриття, їх структура та зносостійкість. 2. Композиційні електролітичні покриття, їх структура та зносостійкість. 3. Покриття, нанесені з використанням концентрованих джерел енергії (наплавлення, плазмове напилення, двошарові покриття; покриття, отримані електроіскровим легуванням та іонною імплантацією), їх структура та зносостійкість.
6	*Тема 6. Сучасні технології захисту поверхонь деталей машин.* 6.1. Тертя з металоплакуючими мастильними матеріалами. Процеси вибіркового переносу в процесі третя. 6.2. Сучасні методи підвищення зносостійкості поверхонь тертя: вибірковий перенос і трибополімеризація. Приклади реалізації вибіркового переносу. 6.3. Ефект незношуваності. Поняття про сервовитну плівку.

Самостійна робота студента

Назва ЗМ, НЕ	Тема, завдання для СРС	Види діяльності та форми перевірки й оцінювання СРС	Список рекомен-дованої літератури до теми
ЗМ1, НЕ1.1	Історія розвитку науки про тертя та зношування	Самостійне опрацювання, усне опитування	[1], [4]
ЗМ1, НЕ1.2	Теорії зовнішнього тертя твердих тіл	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[2], [4]
ЗМ1, НЕ1.3	Напруження і деформації в трибо-матеріалах	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття..	[1 - 6]
ЗМ1, НЕ1.4	Корозія, фретинг	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[1 - 6]
ЗМ1, НЕ1.5	Механізм зношування гумових матеріалів	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	
ЗМ1, НЕ1.6	Кавітаційне зношування	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	
ЗМ1, НЕ1.7	Сумісності матеріалів пар тертя	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка	

		до семінарського заняття.	
ЗМ2, НЕ2.1	Призначення та характеристики антифрикційних матеріалів	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[1 - 6]
ЗМ2, НЕ2.2	Характеристики фрикційних матеріалів	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[1 - 6]
ЗМ2, НЕ2.3	Сучасні мастильні матеріали	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[1 - 6]
ЗМ2, НЕ2.4	Конструкційні та експлуатаційні методи підвищення зносостійкості деталей вузлів тертя робочих машин	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	[1 - 6]
ЗМ2, НЕ2.5	Сучасні технології захисту поверхонь деталей машин	Поглиблене опрацювання теми. Підготовка до семінарського заняття.	

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю відповідно до тем змістових модулів. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Орієнтовні теми навчальних проєктів

1. Як ми ходимо/їздимо?
2. Як ми зупиняємо свій велосипед/мотоцикл/автомобіль?
3. Чому і як виходить з ладу різець токарного верстата?
4. У чому причина зношування поршневої групи автомобільного/мотоциклетного двигуна і як можна мінімізувати цей процес?
5. У чому причина зношування деталей системи керування автомобілем/мотоциклом/велосипедом і як можна мінімізувати цей процес?
6. У чому причина зношування деталей трансмісії автомобіля/мотоцикла/велосипеда і як можна мінімізувати цей процес?
7. У чому причина зношування системи відведення продуктів згоряння в автомобільних/мотоциклетних двигунах і як можна мінімізувати цей процес?
8. Чому великі шматки масла розрізають не ножем, а струною?
9. Як можна зменшити зношування металевих труб у системах водо- або теплопостачання?
10. Як засобами сучасних технологій можна захистити від зношування деталі свого велосипеда/мотоцикла/автомобіля?

Методи навчання

Традиційні, з використанням мультимедійних та графічних ілюстрацій, а також інтерактивні методи навчання, робота в малих групах, проєктна діяльність та інші освітні технології.

Система контролю та оцінювання

У процесі вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи контролю навчальних досягнень студентів: опитування; експрес опитування; фронтальне опитування; розв’язування ситуаційних задач; тестування; письмові контрольні роботи.

Форма підсумкового контролю – усний іспит.

Контроль та оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі вивчення навчальної дисципліни

Навчальні досягнення студентів із дисципліни «Технології захисту поверхонь деталей машин» оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь, навичок тощо.

Поточний контроль здійснюється на всіх видах аудиторних занять. Основне його завдання – перевірка рівня підготовки здобувачів освіти до виконання конкретної роботи. Основна мета – забезпечення зворотного зв'язку між викладачем і студентами у процесі навчання, управління навчальною мотивацією студентів.

Методи поточного контролю:

- усне опитування – бесіда, розповідь студента, роз'яснення. Основою усного контролю слугує монологічна відповідь студента (у підсумковому контролі це більш повний, системний виклад) або запитально-відповідальна форма – бесіда. Усний контроль, як поточний, проводиться на кожному занятті в індивідуальній, фронтальній або комбінованій формі, можуть застосовуватися дидактичні картки, ігри, технічні засоби;
- тест (тест досягнень, тематичне тестування) – це набір стандартизованих завдань з визначеного матеріалу, який дає змогу об'єктивно встановити ступінь засвоєння його студентами;
- модуль-контроль: перевірка знань, шляхом написання контрольної роботи, що включає ряд теоретичних питань, тестових та творчих завдань з обсягу викладеного на лекціях та опрацьованого на практичних заняттях матеріалу і засвоєного студентами у звітний модульний період.

Оцінка знань студента з дисципліни визначається за сумою балів, які він отримує за:

1. відповіді (усні чи письмові) на лекційних заняттях;
2. доповіді на семінарських заняттях;
3. виконання реферату (за вибором студента);
4. виконання модульних контрольних робіт (одна МКР на ЗМ);
5. повторне виконання або відпрацювання не виконаних за графіком МКР;
6. виконання завдань підсумкового контролю.

Критерії оцінювання:

1. Відповідь (усна чи письмова) на кожне поставлене студентові в усній, тестовій, чи письмовій формі запитання на лекційних або семінарських заняттях:
   - вичерпна, правильна – 2 бали;
   - в цілому правильна, але необґрунтована – 1 бал;
   - в цілому правильна, але неповна – 0,5 бали;
2. Виступ на семінарському занятті:
   - самостійно, з вичерпним висвітленням питання – 5 балів;
   - самостійно, з незначними помилками – 3-4 бали;
   - за допомогою викладача з самостійним виконанням завдання з підготовки до семінарського заняття – від 1 до 2 балів;

- виконання завдання з підготовки до семінарського заняття – від 0,5 до 2 балів.

3. Підготовка і презентація навчального проєкту:
   - самостійно, з вичерпним висвітленням питання –10 балів;
   - самостійно, з незначними недоліками – 6-8 балів;
   - за допомогою викладача з самостійним виконанням завдання з підготовки проєкту – від 3 до 5 балів;
   - часткове виконання завдання з підготовки проєкту – від 1 до 2 балів.
4. Теоретичне завдання контрольної роботи:
   - вичерпна правильна відповідь на теоретичне питання з узагальненням або висновком – 5 балів;
   - правильна відповідь на теоретичне питання з узагальненням або висновком, з помилками, що не змінили обґрунтованості відповіді – від 2 до 4 балів;
   - правильна відповідь на теоретичне питання без обґрунтування, узагальнення, висновку, або з істотними помилками – від 1 до 2 балів.

Невірні, з грубими помилками, відповіді на теоретичні питання, а також невірно розв'язувані практичні завдання не оцінюються (0 балів).

Кожне повторне виконання або відпрацювання пропущеного без поважних причин аудиторного заняття або МКР, зменшує бали, наведені у п.п. 1 –3, у два рази.

Критерії оцінювання результатів навчання (з навчальної дисципліни) на підсумковому контролі

Підсумковий контроль (екзамен):

36-40 балів виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

31-35 бал виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

20-30 балів виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

20 балів виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

15 балів виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

10 балів виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання, проте виявляє фрагментарну обізнаність з їх

предметом. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Рейтингова шкала з дисципліни за кожний змістовий модуль складає 30 балів. До підсумкового контролю (іспит) студент допускається за умови, що він набирає за результатами поточних контролів не менше 35 балів. За бажанням студента, він може покращити результати, набрані за результатами поточних контролів, на підсумковому модулі.

Підсумкова оцінка, як показник результатів вивчення навчальної дисципліни, складається із сумарної кількості балів за поточне оцінювання – **60 балів** та підсумкового модуль – контролю (екзамен) – **40 балів,** за **100-бальною університетською шкалою.**

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	**Оцінка за шкалою ЄКТС**	
	Оцінка (бали)	**Пояснення за розширеною шкалою**
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Загальні поняття трибології*

1. Загальні відомості про тертя та зношування.
2. Основні терміни та поняття.
3. Історія розвитку науки про тертя та зношування.
4. Види тертя у вузлах машин.
5. Тертя без мастильного матеріалу.
6. Особливості тертя при граничному змазуванні.
7. Особливості тертя при рідинному змазуванні.
8. Гідродинамічне та гідростатичне тертя.
9. Загальні відомості про топографію та геометрію поверхні.
10. Вплив якості поверхні на процеси тертя та зношування.
11. Показники якості поверхні тертя.
12. Механічні та фізико-хімічні властивості трибоматеріалів.
13. Оксиди металів та механізм їх утворення.
14. Механізм та природа адгезії.

15. Адсорбційна та електрична теорія адгезії.
16. Дифузійна та хімічна теорія адгезії.
17. Роль адсорбції і хемосорбції в процесах тертя та зношування.
18. Механізм зношування металевих поверхонь.

20. Вплив температури на інтенсивність зношування.
21. Вплив хімічної дії середовища на інтенсивність зношування.
22. Елементарні види руйнувань поверхонь тертя.
23. Механізм зношування полімерів та гуми.
24. Стадії зношування пар тертя.
25. Види зношування робочих поверхонь.
26. Особливості водневого зношування.
27. Особливості абразивного зношування.
28. Абразивне зношування закріпленими частинками.
29. Зношування вільними абразивними частинками.
30. Зношування у потоці абразивних частинок.
31. Особливості окисного зношування.
32. Зношування внаслідок пластичної деформації.
33. Особливості кавітаційного зношування.
34. Особливості ерозійного зношування.
35. Особливості молекулярно-механічного зношування.
36. Умови розвитку схоплювання поверхонь при терті.
37. Типи руйнувань адгезійних зв’язків при молекулярно-механічному зношуванні.
38. Особливості зношування при фретинг-корозії.
39. Механізм розвитку фретинг-корозії.
40. Методи боротьби з фретинг-корозією.
41. Руйнування матеріалу від утомленості.
42. Кінетика зношування металевої поверхні від утомленості матеріалу.
43. Особливості контактного руйнування від утомленості.
44. Механізм розвитку контактної втоми при коченні.

Змістовий модуль 2. ***Методи підвищення зносостійкості деталей машин***

45. Фізичні основи стабілізації процесів тертя і зношування.
46. Поділ матеріалів деталей пар тертя за їх призначенням.
47. Вибір матеріалів при конструюванні вузлів тертя.
48. Правила сумісності трибоматеріалів.
49. Особливості застосування пористих матеріалів.
50. Характеристика антифрикційних порошкових пористих матеріалів, їх склад.
51. Переваги антифрикційних литих пористих сплавів.
52. Склад та призначення сплавів на основі заліза для підшипників ковзання.
53. Склад та особливості застосування сплавів з кольорових металів для підшипників ковзання.

54. Склад та характеристики бабітів.
55. Сплави на алюмінієвій основі для підшипників ковзання.
56. Сплави на цинковій основі для підшипників ковзання.
57. Склад матеріалів для підшипників кочення.
58. Застосування пластичних мас як антифрикційних матеріалів.
59. Характеристики термопластичних антифрикційних матеріалів.
60. Характеристики термореактивних антифрикційних матеріалів.
61. Застосування мастильних матеріалів, їх призначення.
62. Застосування мастильних матеріалів, їх призначення.
63. Призначення присадок до мастил.
64. Властивості пластичних мастильних матеріалів.
65. Переваги та недоліки твердих мастильних покриттів.
66. Правила вибору мастильних матеріалів.
67. Технологічні способи підвищення зносостійкості деталей.
68. Особливості застосування термічної та хіміко-термічної обробки для підвищення зносостійкості деталей.
69. Особливості фінішної антифрикційної безабразивної обробки.
70. Тенденції розвитку трибоматеріалознавства.
71. Новий підхід до вивчення явищ при терті і зношуванні.
72. Екологічні аспекти в розвитку трибоматеріалознавства.
73. Методи вимірювання сили тертя.
74. Визначення кількості спрацьованого матеріалу за втратою маси.
75. Матеріалознавчі методи підвищення зносостійкості пар тертя.
76. Типи конструкцій трибоматеріалів, їх склад та будова.
77. Основні типи в’яжучих матеріалів для вузлів тертя, їх характеристики.
78. Особливості застосування наповнювачів для триботехнічних композитів.
79. Реалізація зовнішнього ефекту Ребіндера в процесі тертя
80. Реалізація внутрішнього ефекту Ребіндера в процесі тертя.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол No16 від 25 листопада 2024 року) (https://www.chnu.edu.ua/media/4g5fzssb/poriadok-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-ta-abo-informalnoi-osvity.pdf) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна

1. Трибологія : підруч. / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К. : Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ друк». – 2009.

2. Основи трібології: Підручник / Антипенко А.М. , Бєлас О.М., Войтов В.А. та ін. / За ред. Войтов В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008.
3. Дмитриченко М.Ф., Мнацаканов З.Г., Мікосянчик О.О. Триботехніка та основи надійності машин : навч. посіб. – К. : ІНФОРМАВТОДОР, 2006.

Додаткова

4. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навч. посібн. / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видав. ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011.
5. 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.

Інформаційні ресурси

Бази даних наукової бібліотеки ЧНУ: *Google Scholar, Scirius.*
Електронний університет (*система електронного навчання Moodle, курс ТЗПДМ https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2517#section-1*)

Політика академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/media/jxdbs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf;

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/media/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf.