

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету ІТА
 Олег ПОЛІЩУК

29 серпня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи трибологічних випробувань матеріалів^{Назва}

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво
 Спеціальність – G8 Матеріалознавство
 Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)
 Освітньо-професійна програма – Триботехнічне матеріалознавство
 Обсяг дисципліни – 6 кредити ЄКТС, Шифр дисципліни – ОФП.04
 Мова навчання – українська
 Статус дисципліни: обов'язкова (фахова підготовка)
 Факультет – Інженерії, транспорту та архітектури
 Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Аудиторні заняття								Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС				
Д	1	2	6	180	16	34			130			+	
З	1	2	6	180	10	8			162			+	

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Триботехнічне матеріалознавство» за спеціальністю G8 «Матеріалознавство»

Робоча програма складена


 Підпис автора

к.т.н., доц. Олег МАКОВКІН
 Ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора)

Схвалена на засіданні кафедри

Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 28 серпня 2025 р. № 1.

Зав. кафедри


 Підпис

Олександр ЛИХА
 Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету Інженерії, транспорту та архітектури
 Протокол від 29 серпня 2025 р. № 1.



Голова вченої ради факультету


 Підпис

Олег ПОЛІЩУК
 Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

2. ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва факультету	Підпис	Ім'я, ПРИЗВИЩЕ
Завідувач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, д-р.техн.наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Олександр ДИХА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р.техн.наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Ілона ДРАЧ

3 Пояснювальна записка

Дисципліна "Методи трибологічних випробовувань матеріалів" є однією з важливих дисциплін у підготовці. Процес зношування деталей машин включає в себе складні явища, що відбуваються при взаємодії поверхневих шарів матеріалу та середовища зношування в певних умовах експлуатації. Кожен компонент цього процесу - будь то метал, зношуване середовище або зовнішні умови - взаємопов'язаний, і кожен з них окремо, а також у поєднанні з іншими факторами, впливає на кінцевий результат - рівень зношування. Тому важливо розуміти методи оптимізації цих параметрів, що дозволяють зменшити знос та збільшити термін служби окремих деталей, а також машин чи апаратів в цілому.

Дисципліна надає якісний опис основних явищ, механізмів і закономірностей тертя, зношування і змащення поверхонь. Особлива увага приділяється методології тертя як одному з ключових аспектів трибології.

Пререквізити: математичні та числові методи в інженерії матеріалів і процесів, іноземна мова за професійним спрямуванням, інженерія поверхні, сучасні відновлювальні технології матеріалів, високоенергетичні зміцнювальні технології, методи трибологічних випробовувань матеріалів

Кореквізити: переддипломна практика, кваліфікаційна робота

Відповідно до *Стандарту вищої освіти* із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

компетентності: ІК Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми з матеріалознавства у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог; ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, ЗК 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК 05 Здатність працювати автономно, ЗК 06 Здатність працювати в команді; ЗК 08 Прагнення до збереження навколишнього середовища, ФК 01 Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення, ФК 02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту, ФК 03 Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується, ФК 04 Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються, ФК 05 Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах), ФК 10 Здатність організовувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів, ФК 11 Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів, УК 02 Здатність проводити комплексні трибологічні випробування матеріалів та покриттів, інтерпретувати результати для оцінки їх експлуатаційних властивостей, застосовувати сучасні технології для відновлення та збільшення ресурсу експлуатації деталей і вузлів машин.

програмні результати навчання: ПРН 02 Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі, ПРН 04 Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства, ПРН 06 Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно, ПРН 10 Навички презентації наукового матеріалу та аргументів для добре інформованої аудиторії, ПРН 12 Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів, ПРН 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки, ПРН 14 Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів, ПРН 21 Планувати та здійснювати

комплексні трибологічні випробування матеріалів і покриттів, аналізувати та інтерпретувати результати для обґрунтування рішень щодо їх застосування, а також впроваджувати сучасні технології відновлення і підвищення зносостійкості деталей з урахуванням умов експлуатації.

Мета дисципліни. Сформувати у студентів цілісну систему знань і навичок з фундаментальних питань теорії тертя і зношування твердих тіл та вміння використовувати їх на практиці.

Предмет дисципліни. Методи трибологічних випробувань; наукові основи і практичні положення другого етапу створення ефективного вузла тертя; методи випробувань пар тертя на знос з визначенням параметрів моделей зношування; на основі нових методів випробувань на знос, які вивчаються пропонується модернізація стандартизованих методів випробувань.

Завдання дисципліни. Формування у майбутніх фахівців володіння теорією та методами розрахунків і випробувань вузлів тертя машин

Результати навчання. Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти має: виявляти, формулювати та розв'язувати задачі матеріалознавства і трибології, застосовувати методи аналізу, синтезу та наукового дослідження, розробляти моделі процесів тертя і зношування; застосовувати сучасні інформаційні технології та розрахункові методи для аналізу контактної взаємодії, прогнозування параметрів роботи та ресурсу вузлів тертя; планувати та проводити експериментальні і трибологічні випробування матеріалів і покриттів, обирати обладнання та методики, виконувати статистичну обробку й інтерпретацію результатів; оцінювати якість, надійність і зносостійкість матеріалів та вузлів, обґрунтовувати інженерні рішення щодо підвищення довговічності; працювати автономно та презентувати результати досліджень у професійному середовищі; враховувати принципи ресурсоефективності та екологічної безпеки при виборі матеріалів і технологій, зокрема технологій відновлення і зміцнення.

4 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лабор. роботи	СРС	лекції	лабор. роботи	СРС
Тема 1. Планування експериментів.	4	6	30	2	2	42
Тема 2. Поняття про тертя та зношування.	4	8	40	2	2	50
Тема 3. Машини тертя. Опрацювання експериментальних даних	8	10	60	6	4	70
Разом за семестр:	16	34	130	10	8	162

5 Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Проведення експериментальних досліджень Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
2	Планування експерименту Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
3	Основи планування експериментів Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
4	Параметри оптимізації та фактори. Вимоги, що висуваються до параметрів оптимізації та факторів Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19	2
5	Вибір моделі експерименту Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
6	Зміст і задача дисципліни. Поняття про тертя та зношування Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
7	Визначення сили тертя спокою та ковзання. Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
8	Вимірювання величини зносу деталей. Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19	2
Разом :		16

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
1	Проведення експериментальних досліджень Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
2	Параметри оптимізації та фактори. Вимоги, що висуваються до параметрів оптимізації та факторів Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19	2
3	Вибір моделі експерименту Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
4	Зміст і задача дисципліни. Поняття про тертя та зношування Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19.	2
5	Вимірювання величини зносу деталей. Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 5–15; [3] с. 8–19	2
Разом :		10

5.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Планування експерименту та прогнозування оптимальних параметрів трибологічних випробувань на основі електронних таблиць Excel . Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 10–25; [4] с. 12–18; [7] с. 5–12.	8
2	Вивчення конструкції універсальної машини тертя УМТ-1 Літ.: [2] с. 120–140; [4] с. 45–60; [5] с. 6–15; [7] с. 12–18.	8

3	Визначення інтенсивності зношування металевих зразків на машині тертя УМТ-1 Літ.: [2] с. 141–155; [4] с. 61–70; [5] с. 15–25; [6] с. 4–10; [7] с. 18–25.	6
4	Теорія і практика методу лабораторних випробувань на чотирикульковій машині тертя Літ.: [1] с. 130–145; [2] с. 156–165; [4] с. 71–80; [5] с. 26–32; [6] с. 10–16.	6
5	Визначення закономірностей зношування матеріалів за схемою випробувань на знос «кулька-циліндр». Літ.: [1] с. 150–165; [2] с. 166–175; [4] с. 81–90; [5] с. 33–40; [6] с. 11–18.	6
Разом :		34

Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Планування експерименту та прогнозування оптимальних параметрів трибологічних випробувань на основі програми електронних таблиць Есх1. Літ.: [1] с. 4–22; [2] с. 10–25; [4] с. 12–18; [7] с. 5–12.	4
2	Визначення інтенсивності зношування металевих зразків на машині тертя УМТ-1 Літ.: [2] с. 141–155; [4] с. 61–70; [5] с. 15–25; [6] с. 4–10; [7] с. 18–25.	4
Разом:		8

У процесі виконання лабораторних робіт з дисципліни студенти набувають практичних навичок, зокрема із планування, проведення та інтерпретації результатів трибологічних випробувань.

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти *заочної* форми навчання виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії. Студент може також ознайомитись з методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу.	8
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	8
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лаб. роб. №1.	8
4	Опрацювання лекційного матеріалу.	8
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	8
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лаб.роб. №2.	8
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестового контролю. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	8
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Тестовий контроль з пройденого матеріалу	8
9	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лаб. роб. №3.	8
10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	8

11	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лаб.роб. №4	8
12	Опрацювання лекційного матеріалу.	8
13	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	8
14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестового контролю	8
15	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лаб.роб. №5	8
16	Опрацювання лекційного матеріалу. Тестовий контроль з пройденого матеріалу	10
Разом		130

6 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням ПЗ, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (опрацювання лекційного матеріалу), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з основ трибологічних випробовувань матеріалів.

Необхідні інструменти, обладнання для трибологічних випробовувань, програмне забезпечення.

7 Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт і оформлення протоколу;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;

Підсумковий контрольний захід здійснюється під час екзаменаційної сесії, згідно встановленого розкладу. Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, не допускається до семестрового контролю поки не виконає весь обсяг, передбачений Робочою програмою для цього виду роботи. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу, встановленого для кожної структурної одиниці) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який має академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8 Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з

техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (креслення і протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт у встановлені терміни, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення плагіату в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності не **допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9 Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Залежно від важливості окремих видів навчальної роботи, і їх ролі у формуванні компетентностей і результатів навчання, визначених освітньою програмою, розробники Робочої програми присвоюють кожному виду навчальної роботи (структурній одиниці) з дисципліни певну кількість балів. При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

Будь-які форми порушення академічної доброчесності не **допускаються**.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при відозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на відозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота					Контрольні заходи		Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	Т 1-5	Т 5-8		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)								
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	9-15	9-15	24-40	60-100
18-30					18-30		24-40	

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни;

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи.

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методик діагностики систем автомобіля.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи

оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти та рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей з присвоєнням йому відповідної суми балів.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методичку її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів навчання з теоретичного матеріалу (тестовий контроль).

Кожний з двох тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 25 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 15 (*кількість набраних балів за тестове завдання може бути різною*).

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тематичний контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 9 до 15 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-14	15	16-17	18	19-20	21-22	23	24-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	64-68	72	76-80	84-88	92	96-100
Кількість отриманих балів	0	9	10	11	12	13	14	15

На тестування відводиться 25 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми здобуття освіти

Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль	Разом
Лабораторні роботи* №:		Контрольна робота		Іспит	Сума балів
1	2	Повнота відповіді та якість виконання	захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)					
6-10	6-10	12-20	6-10	30-50	60-100
12-20		12-20	6-10	30-50	

Примітка. *Вимоги до оцінювання лабораторних робіт студента-заочника аналогічні вимогам, що пред'являються до здобувачів освіти денної форми

Оцінювання контрольної роботи здобувачів, які навчаються за заочною формою здобуття освіти.

Контрольна робота передбачає виконання трьох завдань – два теоретичних і одне – практичне (практичне завдання передбачає процедуру діагностики певних мехатронних систем автомобіля конкретним приладом). Варіанти контрольних робіт і зміст завдань наводяться у модульному середовищі. При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді на теоретичні питання; якість виконання практичного завдання; захист. Кожне з теоретичних питань оцінюється від 3 до 5 балів, а практичне 6-10 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 12 до 20.

Таблиця – Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Достатній	Середній	Високий
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	6	8	10

Примітка. *Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (12 балів) та максимального (20 балів), знаходиться в межах 13-19 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з використанням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (щодо визначення достатнього, середнього та високого рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей).

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит).

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується структури екзаменаційного білета, у якому теоретична частина навчальної дисципліни оцінюється у тестовій формі, а практичне завдання передбачає процедуру діагностики певних систем автомобіля. Визначена Робочою програмою позитивна загальна сума балів за підсумковий контроль у формі іспиту для денної форми коливається від 24 до 40 (для заочної – 30–50) і поділяється між практичною та теоретичною частинами у співвідношенні 50/50 відсотків, тобто як за тестовий контроль з теоретичної частини, так і за виконання практичного завдання здобувач може набрати від 12 до 20 балів. Відповідно до встановлених вимог обсяг завдань має відповідати часу, який відводиться на їх виконання.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретична частина (тест)	12	13-19	20
Практична частина	12	16	20
Разом:	24	*	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту. (**Теоретична** частина (тест передбачає 25 тестових завдань) та **практична** частина).

Відповідність набраних балів за тестове завдання, що виставляються здобувачеві (25 тестових питань, мінімум – 12 балів, максимум – 20 балів), становить:

Кількість правильних відповідей	0-14	15	16	17	18-19	20	21	22-23	24	25
Кількість отриманих балів	0	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів заочної форми навчання (50 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретична частина (тест)	12	13-19	20
Практична частина	18	24	30
Разом:	30	*	50

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (30 балів) та максимального (50 балів), знаходиться в межах 31-49 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

При оцінюванні практичного завдання викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти».

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна шкала (Опис рівня досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10 Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Фізичні принципи вимірювання сил, моментів, тертя і зношування.
2. Суть методу штучної бази при вимірюванні зношування;
3. Суть вимірювання сил тертя в ПК методом витікання;
4. Принцип вимірювання температури при терті поверхонь;
5. Суть методу вимірювання сил і напружень методом тензометрії;
6. Які механічні характеристики мастила вимірюються при випробуваннях і як;

7. Методика випробувань на зношування і визначення параметрів k_w , m по схемі шар-площина;
8. Методика випробувань на зношування і визначення k_w , m по схемі циліндр-площина;
9. Методика випробувань і визначення k_w , m на зношування по схемі перехресних циліндрів;
10. Методика випробувань на зношування і визначення k_w , m по схемі конус-площина;
11. Як робиться привід зі змінним числом обертів;
12. Які типові випробувальні головки існують в трибологічних установках;
13. Як вивести результати випробувань на комп'ютер;
14. Які вимірювальні частини установки використовуються;
15. Який принцип роботи чотирьохкулькової машини;
16. Який принцип роботи вібростенда в трибологічних випробуваннях.
17. Що таке модель процесу зношування?
18. Що таке фактори і параметри моделі?
19. Чим відрізняються моделі зношування, яке встановилося і не встановилося?
20. Яка ідея методу випробувань на знос при змінній площадці контакту?
21. Яка теоретична основа визначення параметрів моделі зношування при змінній площадці?
22. Яка процедура методу визначення параметрів моделі зношування при випробуваннях по схемі шар-площина?
23. Яка теоретична основа і формули для визначення параметрів моделі зношування при випробуваннях по схемі шар-площина?
24. Порівняти з випробуваннями по стандарту ЛБТМ 0-133-95.
25. Яка процедура метода визначення параметрів моделі зношування при випробуваннях по схемі циліндр-площина?
26. Яка теоретична основа і формули для визначення параметрів моделі зношування при випробуваннях по схемі циліндр-площина?
27. Які відмінності між прямою і оберненою задачами?
28. Порівняти методи випробувань на зношування по схемі шар-циліндр по методу змінної площадки (МЗП) зношування и метода по стандарту ЛБТМ 0-77-98.
29. Які теоретичні основи метода випробувань на знос з визначенням параметрів моделі зношування по схемі клин-площина?
30. Яка процедура метода випробувань по схемі клин-площина?
31. В чому суть метода випробувань на знос при контакті тіл двоякої кривизни?
32. В чому теоретичні основи і процедура метода випробувань на знос по схемі перехресних циліндрів?
33. В чому відмінні особливості метода перехресних циліндрів?
34. В чому теоретичні основи і процедура метода випробувань на знос до не жорстко закріплених абразивних частинок?
35. Який кінцевий результат цих випробувань?
36. Який можливий розвиток метода випробувань на знос по схемі циліндр-площина по ГОСТ 23.208-79?
37. Вказати шляхи розвитку методу випробувань на знос з абразивно-мастильним шаром по РД 50-339-82.
38. В чому суть метода оцінки властивостей поверхні при терті по ГОСТ 23.204-78 і шляху його розвитку?
39. Яка схема, процедура і теоретичні основи метода випробувань на знос на чотирьох шариковій машині?
40. Яка форма двох факторних моделей зношування?
41. Яка процедура визначення параметрів двох факторних моделей зношування?
42. Показати процедуру визначення параметрів двох факторної (тиск-температура) моделі зношування?
43. В чому принципова відмінність метода випробувань на знос при змінній площадці зносу від метода випробувань при постійній площадці контакту?

11 Навчально-методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Методи трибологічних випробовувань матеріалів» забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

Методи трибологічних випробувань матеріалів : лабораторний практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня / О.М. Маковкін - 2026 р.

12 Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка навчального процесу забезпечується на основі використання таких засобів:

- персональний комп'ютер, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій;
- мультимедійний проєктор;
- доступ до мережі Інтернет;
- можливість роботи з електронними освітніми ресурсами та презентаційними матеріалами.

Програмне забезпечення:

- використовуються програми пакету Microsoft Office (або їхні аналоги), браузер, засоби для перегляду презентацій та інші загальнозживані прикладні програми.
- спеціальне програмне забезпечення для вивчення навчальної дисципліни не є обов'язковим, за винятком випадків, передбачених індивідуальними завданнями або методичними рекомендаціями.

Спеціалізоване обладнання лабораторій кафедри ТАМ:

- 1) 4-107а (30 кв.м) Лабораторія трибологічних випробувань
 - Багатофункціональна установка для випробувань на зношення циліндричних зразків (2015);
 - Установка для випробувань конструкційних і мастильних матеріалів за схемою кулька-площина (2010);
 - Двопозиційна установка для випробувань на фретинг-зношення у зворотно-коливальному русі (2015);
 - Стенд для випробувань упорних підшипників кочення (2012);
 - Лабораторна установка для електроконтактного зміцнення плоских зразків (2005);
 - Універсальна машини тертя УМТ-1 (2005);
 - Чотирикулькова машина тертя ЧМТ-1 для випробувань мастильних матеріалів (2012);
 - Компаратор горизонтальний ИЗА-2 (1965);
 - Скреч-метр для дослідження будови поверхонь конструкційних матеріалів (2016);
 - Установка для випробувань на зношення при зворотно-поступальному русі (2014);
 - Установка для випробувань на зношення циліндричних напрямних ковзання (2015).
 - Установка для випроб.зразків на зношення (1990)
 - Мікроскоп малографічн. агрегатний (2000);

13 Рекомендована література

Основна

1. Stachowiak G. W., Batchelor A. W. Engineering Tribology. – 5th ed. – Oxford : Butterworth-Heinemann (Elsevier), 2025. – 904 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Engineering_Tribology.html?id=yzxaPE1dwQkC&redir_esc=y
2. Технологічні методи забезпечення параметрів якості поверхонь тіл обертання та їх профілометричний контроль / В.О. Дзюра, П.О. Марущак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 170 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36000/1/Monohrafiya_2021.pdf
3. Диха О. В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. Технологічне забезпечення

довговічності технічних трибосистем : монографія / О. В. Диха, В. П. Свідерський, О. С. Дробот, Н. С. Машовець. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с. URL: https://tam.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/2021/10/Mono_Dyha_2021.pdf

Додаткова

4. ДСТУ ГОСТ 23.208:2015. Матеріали. Методи трибологічних випробувань. Загальні положення. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. — 18 с. URL: https://dnaop.com/html/70161/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_23.208-79#google_vignette
5. Encyclopedia of tribology <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92897-5>
6. Makovkin, O., Vychavka, A., & Valchuk, I. (2023). Uninterrupted control of coating thickness during the wear process of vehicle units. *Problems of Tribology*, 28(4/110), 52–57. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2023-110-4-52-57>
7. Kukhar V, Kostryzhev A, Dykha O, Makovkin O, Kuziev I, Vakulenko R, Kulynych V, Malii K, Butenko E, Hrudkina N, et al. Technological and Chemical Drivers of Zinc Coating Degradation in DX51d+Z140 Cold-Formed Steel Sections. *Metals*. 2026; 16(2):146. <https://doi.org/10.3390/met16020146> (Scopus)
8. Dykha, O., Babak, O., Makovkin, O., & Posonskiy, S. (2022). Tribological properties of anode-spark coatings on aluminum alloys. *Problems of Tribology*, 27(2/104), 28–34. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2022-104-2-28-34> (Фахова)
9. Makovkin, O., Vychavka, A., & Valchuk, I. (2023). Uninterrupted control of coating thickness during the wear process of vehicle units. *Problems of Tribology*, 28(4/110), 52–57. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2023-110-4-52-57> (Фахова)
10. Adhesive built-up edge on tool steels due to friction and wear O.M. Makovkin, O.V. Dykha, I.K. Valchuk *Problems of Tribology* 05 July 2024: Revised 30 July 2024: Accept 05 September 2024 (Фахова)
11. Makovkin, O., Dykha, O., Valchuk, I., & Kalaczynski, T. (2025). Research on the influence of rolling element geometry on the wear resistance of drilling equipment bearings. *Problems of Tribology*, 30(3/117), 21–29. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2025-117-3-21-29> (Фахова)

14 Інформаційні ресурси

- 1 Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnmu.edu.ua/>
- 2 Електронна бібліотека університету. URL : https://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php_f/page_lib.php
- 3 Репозитарій ХНУ. URL : <https://library.khmnmu.edu.ua/#>

МЕТОДИ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВИПРОБОВУВАНЬ МАТЕРІАЛІВ

Тип дисципліни	обов'язкова (фахова підготовка)
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Другий
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	6,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна/заочна

Результати навчання

Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти має: виявляти, формулювати та розв'язувати задачі матеріалознавства і трибології, застосовувати методи аналізу, синтезу та наукового дослідження, розробляти моделі процесів тертя і зношування; застосовувати сучасні інформаційні технології та розрахункові методи для аналізу контактної взаємодії, прогнозування параметрів роботи та ресурсу вузлів тертя; планувати та проводити експериментальні і трибологічні випробування матеріалів і покриттів, обирати обладнання та методики, виконувати статистичну обробку й інтерпретацію результатів; оцінювати якість, надійність і зносостійкість матеріалів та вузлів, обґрунтовувати інженерні рішення щодо підвищення довговічності; працювати автономно та презентувати результати досліджень у професійному середовищі; враховувати принципи ресурсоефективності та екологічної безпеки при виборі матеріалів і технологій, зокрема технологій відновлення і зміцнення.

Зміст навчальної дисципліни. поняття про тертя та зношування. визначення сили тертя спокою та ковзання. вимірювання величини зносу деталей. порівняльна оцінка зносостійкості матеріалів при абразивному зношуванні з використанням методу випробування на твердість за віккерсом. порівняльна оцінка зносостійкості матеріалів при абразивному зношуванні з використанням методу випробування на твердість за роквелом. Випробування на абразивне зношування за допомогою машини х4-б. визначення мікротвердості поверхні тертя. методика випробування зносостійкості при терті об напівзакріпленій абразив. дослідження характеру руйнування спряжених поверхонь при заклинюванні та подрібненні абразиву. Методи випробувань на знос базова проблема трибології. моделі процесів зношування. знос кулі - площина. знос і повзучість кулі і плоскості. теорія зносу кулі на плоскості по двухфакторній моделі. варіант методу випробувань на знос перехресних циліндрів. Метод випробувань на знос конічних зразків. Двухфакторна модель при випробуванні конуса на знос. Знос конуса при вертінні

Пререквізити: математичні та числові методи в інженерії матеріалів і процесів, іноземна мова за професійним спрямуванням, інженерія поверхні, сучасні відновлювальні технології матеріалів, високоенергетичні зміцнювальні технології, методи трибологічних випробувань матеріалів

Постреквізити: переддипломна практика, кваліфікаційна робота

Запланована навчальна діяльність. Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для другого (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин; для заочної форми – 2–3 години на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, практикумів), самостійна робота (опрацювання програмного матеріалу з відповідних джерел інформації).

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; письмове опитування (тестування).

Вид семестрового контролю: іспит.

Навчальні ресурси:

1. Stachowiak G. W., Batchelor A. W. Engineering Tribology. – 5th ed. – Oxford : Butterworth-Heinemann (Elsevier), 2025. – 904 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Engineering_Tribology.html?id=yzxaPE1dwOkC&redir_esc=y

2. Технологічні методи забезпечення параметрів якості поверхонь тіл обертання та їх профілометричний контроль / В.О. Дзюра, П.О. Марущак. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 170 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36000/1/Monohrafiya_2021.pdf

3. Диха О. В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибосистем : монографія / О. В. Диха, В. П. Свідерський, О. С. Дробот, Н. С. Машовець. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с. URL: https://tam.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/2021/10/Mono_Dyha_2021.pdf

4. ДСТУ ГОСТ 23.208:2015. Матеріали. Методи трибологічних випробувань. Загальні положення. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. — 18 с. URL: https://dnaop.com/html/70161/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_23.208-79#google_vignette

5. Encyclopedia of tribology <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92897-5>

Викладач: к.т.н. доц. каф. ТАМ О.М. Маковкін.