

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ІТА

Олег ПОЛІЩУК

1 вересня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи трибології

Призначення Робочої програми

Рівень вищої освіти*

Мова навчання

Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС

Статус дисципліни

Факультет

Кафедра

Для освітніх програм різних спеціальностей

Другий (магістерський)

Українська

4

Вибіркова

Інженерії, транспорту та архітектури

Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	4	120	50	16	34			70	+
З	4	120	18	6	12			102	+

Робоча програма складена

Підпис

д-р техн. наук, професор Олександр ДИХА

Схвалена на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 28 серпня 2025 р. № 1.

Назва

Зав. кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Підпис

Олександр ДИХА

Хмельницький 2025

2 Пояснювальна записка

Дисципліна «**Теоретичні основи трибології**» спрямована на формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у сфері контактної взаємодії поверхонь, тертя, зношування та мащення трибосистем. Ознайомлення студентів із сучасними теоретичними підходами, математичними моделями та методами розрахунку контактних параметрів, характеристик тертя і зношування триботехнічних спряжень, а також методами прогнозування їх зносостійкості та довговічності.

Мета дисципліни. Формування загальних та професійних компетентностей майбутнього фахівця через оволодіння теоретичними основами трибології, методами моделювання контактної взаємодії, тертя і зношування та розрахунку довговічності триботехнічних спряжень.

Завдання дисципліни. Оволодіння студентами основними поняттями та закономірностями контактної трибомеханіки; формування знань про методи розв'язання контактних задач, моделі тертя і зношування трибосистем; опанування методів визначення контактних параметрів триботехнічних спряжень з урахуванням тертя, пластичності, шорсткості, зношування та мащення; набуття навичок застосування методів випробувань на знос, визначення параметрів моделей зношування та прогнозування зносостійкості і довговічності вузлів тертя машин.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент має: володіти основними поняттями та закономірностями трибології і контактної трибомеханіки; знати основні методи розв'язання контактних задач; розуміти закономірності формування контактних параметрів, тертя та зношування триботехнічних спряжень; застосовувати метод алгебраїчних рівнянь і варіаційно-експериментальний метод для розв'язання контактних задач; використовувати детерміновані та статистичні моделі тертя і зношування; визначати параметри моделей зношування за результатами трибологічних випробувань; розв'язувати зносоконтактні задачі для типових трибоспряжень; оцінювати та прогнозувати зносостійкість і довговічність вузлів тертя машин.

3 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	Лекції	Практ. заняття	СРС	Лекції	Практ. заняття	СРС
Тема 1. Систематизація задач і методів контактної трибомеханіки	2	4	10	2	—	14
Тема 2. Розв'язання контактних задач методом алгебраїчних рівнянь	2	4	10	—	2	14
Тема 3. Розв'язання контактних задач варіаційно-експериментальним методом	2	4	10	2	2	14
Тема 4. Моделі адгезійно-деформаційного і швидкісного тертя	2	4	10	—	2	15
Тема 5. Моделі зношування трибосистем	2	4	10	—	2	15
Тема 6. Теорія методів випробувань на знос	2	6	11	2	2	15
Тема 7. Аналітичні методи розв'язання зносоконтактних задач	4	6	11	—	2	15
Разом:	16	32	72	6	12	102

4 Програма навчальної дисципліни

4.1 Зміст лекційного курсу

Перелік лекцій для студентів денної форми здобуття освіти

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Систематизація задач і методів контактної трибомеханіки. Основні поняття та задачі контактної трибомеханіки. Класифікація контактних задач. Геометричні та фізико-механічні характеристики контактуючих поверхонь. Контактні напруження і деформації. Герцівський та квазігерцівський контакт. Основні аналітичні та чисельні методи розв'язання контактних задач. Літ.: [1–3, 6]	2
2	Розв'язання контактних задач методом алгебраїчних рівнянь. Теоретичні основи методу алгебраїчних рівнянь. Дискретизація області контакту. Визначення контактних тисків і розмірів площадки контакту. Розрахунок контактних параметрів для тіл різної геометричної форми. Урахування сил тертя та шорсткості контактуючих поверхонь. Літ.: [1–4]	2
3	Розв'язання контактних задач варіаційно-експериментальним методом. Теоретичні положення варіаційно-експериментального методу. Побудова функціоналів контактних задач. Визначення контактних тисків, переміщень і деформацій. Застосування методу для розрахунку радіальних підшипників ковзання. Урахування шорсткості та умов мащення. Літ.: [1–4]	2
4	Моделі адгезійно-деформаційного і швидкісного тертя. Молекулярно-механічна природа зовнішнього тертя. Адгезійна і деформаційна складові сили тертя. Основні моделі коефіцієнта тертя. Вплив навантаження, швидкості ковзання, температури та властивостей поверхневих шарів на тертя. Закономірності швидкісного та в'язкого тертя. Літ.: [1–4, 6]	2
5	Моделі зношування трибосистем. Основні закономірності та характеристики процесу зношування. Лінійний і масовий знос, швидкість та інтенсивність зношування. Однофакторні та багатфакторні моделі зношування. Детерміновані та статистичні моделі. Урахування контактного тиску, швидкості ковзання, шляху тертя та температури. Літ.: [1–5]	2
6	Теорія методів випробувань на знос. Основні принципи організації трибологічних випробувань. Схеми та режими випробувань матеріалів і трибоспрямижень. Визначення характеристик тертя і зношування. Методика визначення параметрів моделей зношування за експериментальними даними. Відтворюваність і статистична обробка результатів випробувань. Літ.: [1–3, 5]	2
7	Аналітичні методи розв'язання зносоконтактних задач. Постановка зносоконтактної задачі. Взаємозв'язок контактного тиску та локального зношування. Розрахунок зміни геометрії контактуючих поверхонь у процесі зношування. Зносоконтактні задачі для підшипників ковзання. Визначення ресурсу трибоспрямижень за критерієм граничного зносу. Літ.: [1–5]	2
8	Розрахунок і прогнозування довговічності трибосистем. Зносоконтактні задачі за змінних режимів навантаження. Трибоспрямиження зі зворотно-поступальним та зворотно-обертальним рухом. Урахування конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів. Прогнозування зносостійкості й ресурсу вузлів тертя.	2

	Використання математичного та комп'ютерного моделювання для аналізу трибосистем. Літ.: [1–5]	
	Разом:	16

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми здобуття освіти

Номер лекції	Тема лекції, її анотація	Кількість годин
1	Контактна трибомеханіка та методи розв'язання контактних задач. Основні поняття та задачі контактної трибомеханіки. Класифікація контактних задач. Геометричні та фізико-механічні характеристики контактуючих поверхонь. Контактні напруження і деформації. Герцівський та квазігерцівський контакт. Теоретичні основи методу алгебраїчних рівнянь. Дискретизація області контакту та визначення контактних тисків. Основні положення варіаційно-експериментального методу. Застосування методів для розрахунку типових трибоспрямижень з урахуванням тертя, шорсткості та умов мащення. Літ.: [1–4, 6]	2
2	Теоретичні моделі тертя і зношування трибосистем. Молекулярно-механічна природа зовнішнього тертя. Адгезійна і деформаційна складові сили тертя. Моделі коефіцієнта тертя. Закономірності швидкісного та в'язкого тертя. Основні характеристики процесу зношування. Лінійний і масовий знос, швидкість та інтенсивність зношування. Однофакторні та багатфакторні, детерміновані та статистичні моделі зношування. Вплив контактного тиску, швидкості ковзання, температури та властивостей поверхонь на тертя і зношування. Літ.: [1–6]	2
3	Методи випробувань, розрахунків та прогнозування довговічності трибосистем. Основні принципи та схеми трибологічних випробувань. Визначення характеристик тертя і зношування та параметрів моделей зношування за експериментальними даними. Постановка і методи розв'язання зносоконтактних задач. Взаємозв'язок контактного тиску та локального зношування. Зносоконтактні задачі для підшипників ковзання, спряжень зі зворотно-поступальним та зворотно-обертальним рухом. Прогнозування зносостійкості та ресурсу вузлів тертя за критерієм граничного зносу. Літ.: [1–5]	2
	Разом:	6

4.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми здобуття освіти

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень за теорією Герца. Визначення розмірів площадки контакту, максимального контактного тиску та контактних напружень для заданих геометричних і механічних характеристик контактуючих тіл. Літ.: [1–3, 6]	4
2	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень методом алгебраїчних рівнянь. Дискретизація області контакту, формування системи алгебраїчних рівнянь, визначення розподілу контактного тиску та розмірів площадки контакту. Літ.: [1–4]	6
3	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень варіаційно-експериментальним методом. Визначення контактного тиску, переміщень і деформацій для заданої геометрії спряження; аналіз впливу навантаження та геометричних параметрів на характеристики контакту. Літ.: [1–4]	6

4	Розрахунок характеристик тертя трибоспрямижень за адгезійно-деформаційними та швидкісними моделями. Визначення складових сили і коефіцієнта тертя залежно від контактного навантаження, механічних властивостей матеріалів та швидкості ковзання. Літ.: [1–4, 6]	4
5	Визначення параметрів математичних моделей зношування за результатами трибологічних випробувань. Розрахунок швидкості та інтенсивності зношування. Визначення коефіцієнтів однофакторних і багатфакторних моделей зношування та оцінювання адекватності отриманих залежностей. Літ.: [1–5]	6
6	Розрахунок зношування та прогнозування довговічності трибоспрямижень. Розв’язання зносоконтактної задачі з урахуванням зміни контактної тиску в процесі зношування. Визначення граничного зносу та розрахункового ресурсу типового вузла тертя. Літ.: [1–5]	6
	Разом:	32

Перелік лабораторних занять для студентів заочної форми здобуття освіти

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень за теорією Герца. Визначення розмірів площадки контакту, максимального контактної тиску та контактних напружень для заданих геометричних і механічних характеристик контактуючих тіл. Літ.: [1–3, 6]	2
2	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень методом алгебраїчних рівнянь. Дискретизація області контакту, формування системи алгебраїчних рівнянь та визначення розподілу контактної тиску. Літ.: [1–4]	2
3	Розрахунок контактних параметрів трибоспрямижень варіаційно-експериментальним методом. Визначення контактної тиску, переміщень і деформацій та аналіз впливу геометричних і навантажувальних параметрів спрямиження. Літ.: [1–4]	2
4	Розрахунок характеристик тертя трибоспрямижень за адгезійно-деформаційними та швидкісними моделями. Визначення сили та коефіцієнта тертя залежно від навантаження, властивостей матеріалів і швидкості ковзання. Літ.: [1–4, 6]	2
5	Визначення параметрів математичних моделей зношування за результатами трибологічних випробувань. Розрахунок швидкості та інтенсивності зношування, визначення коефіцієнтів моделей зношування за експериментальними даними. Літ.: [1–5]	2
6	Розрахунок зношування та прогнозування довговічності трибоспрямижень. Розв’язання зносоконтактної задачі, визначення граничного зносу та розрахункового ресурсу типового вузла тертя. Літ.: [1–5]	2
	Разом:	12

4.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних занять, виконанні розрахункових завдань, підготовці до захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти заочної форми здобуття освіти виконують також контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються

методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний здобувач вищої освіти отримує у викладача у період настановної сесії. Крім цього, до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми здобуття освіти

№ з/п	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з основ контактної трибомеханіки, класифікації контактних задач, герцівського та квазігерцівського контакту. Підготовка до лабораторної роботи № 1. Літ.: [1–3, 6]	8
2	Опрацювання теоретичних основ методу алгебраїчних рівнянь у контактній механіці. Підготовка вихідних даних та розрахункових схем до лабораторної роботи № 2. Літ.: [1–4]	10
3	Опрацювання теоретичних положень варіаційно-експериментального методу та його застосування до розрахунку трибоспрямижень. Підготовка до лабораторної роботи № 3. Літ.: [1–4]	10
4	Опрацювання моделей адгезійно-деформаційного, швидкісного та в'язкого тертя. Аналіз впливу навантаження, швидкості та властивостей матеріалів на характеристики тертя. Підготовка до лабораторної роботи № 4. Літ.: [1–4, 6]	10
5	Опрацювання однофакторних і багатофакторних, детермінованих та статистичних моделей зношування трибосистем. Підготовка до лабораторної роботи № 5 та тестового контролю. Літ.: [1–5]	10
6	Опрацювання теоретичних основ методів випробувань матеріалів і трибоспрямижень на знос. Визначення параметрів моделей зношування та статистична обробка результатів трибологічних випробувань. Літ.: [1–3, 5]	8
7	Опрацювання аналітичних методів розв'язання зносоконтактних задач. Розрахунок зміни контактних параметрів у процесі зношування. Підготовка до лабораторної роботи № 6. Літ.: [1–5]	8
8	Опрацювання методів розрахунку та прогнозування довговічності трибосистем. Підготовка до захисту лабораторних робіт, підсумкового тестування та семестрового контролю. Літ.: [1–5]	8
	Разом:	72

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до самостійної роботи питання з кожної теми. Керівництво самостійною роботою здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Вимоги до виконання контрольної роботи (для студентів заочної форми здобуття освіти) викладені в Модульному середовищі для навчання на сторінці навчальної дисципліни.

5 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій навчання, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання, пояснення, демонстрування та візуалізації навчального матеріалу); лабораторні заняття розрахункового характеру (інструктування, розв'язування контактних і зносоконтактних задач, виконання розрахунків параметрів тертя і зношування, аналіз та інтерпретація отриманих результатів); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, виконання розрахункових завдань, підготовка до лабораторних занять, їх захисту та тестового контролю).

Під час вивчення дисципліни застосовуються методи навчання за джерелом передачі і сприймання інформації: словесні (пояснення, дискусія, консультування), практичні (інструктування, виконання розрахунків, розв'язування задач), наочні (демонстрування, ілюстрування, візуалізація результатів розрахунків); за логікою передачі і сприймання

навчальної інформації; за рівнем самостійності пізнавальної діяльності (методи проблемного викладу, частково-пошукові, дослідницькі); методи стимулювання і мотивації навчальної діяльності та інтерактивні методи. Передбачено використання інформаційно-комунікаційних технологій і технологій дистанційного навчання (сервіси для проведення онлайн-конференцій, Модульне середовище для навчання тощо).

6 Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять, захисту виконаних лабораторних робіт, а також у дні проведення контрольних заходів, установлених робочою програмою і графіком освітнього процесу.

При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу;
- оцінювання виконання розрахункової частини лабораторних робіт, правильності застосування розрахункових методів і математичних моделей;
- оцінювання оформлення та захисту лабораторних робіт, обґрунтованості й аналізу отриманих результатів;
- оцінювання контрольної роботи студентів заочної форми здобуття освіти.

Семестровий контроль проводиться у формі заліку. Підсумкова семестрова оцінка формується за результатами поточного контролю. Така форма семестрового контролю передбачена і в поточній редакції програми.

Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи суму балів, нижчу за 60 відсотків від максимального бала, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, установленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

7 Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, передбачених чинними положеннями Університету про організацію та навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із викладачем може відбуватися в індивідуальному режимі. Успішне опанування дисципліни та досягнення запланованих результатів навчання передбачають систематичне опрацювання теоретичного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, виконання передбачених програмою розрахункових завдань та захист лабораторних робіт.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених Робочою програмою навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття здобувач зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичного навчання у семестрі.

Засвоєння здобувачем теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами усного опитування, тестового контролю та захисту лабораторних робіт. Результати виконання лабораторних робіт оцінюються з урахуванням правильності розрахунків, обґрунтованості застосованих методів і моделей, аналізу отриманих результатів та якості оформлення роботи.

Здобувач вищої освіти під час виконання всіх видів навчальної роботи з дисципліни має дотримуватися принципів академічної доброчесності. Не допускаються списування, підказки, плагіат, фальсифікація результатів розрахунків, а також використання штучного інтелекту без належного зазначення та дотримання встановлених Університетом вимог. У разі порушення академічної доброчесності здобувач отримує незадовільну оцінку за відповідний вид навчальної роботи та має повторно виконати завдання відповідно до вимог Робочої програми.

Будь-які форми порушення академічної доброчесності під час вивчення навчальної дисципліни не допускаються та не толеруються.

У межах вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи трибології» передбачено можливість визнання та зарахування результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, зокрема під час проходження відповідних освітніх курсів на онлайн-платформах Prometheus, EdEra та інших рекомендованих освітніх платформах. Зарахування результатів навчання здійснюється за умови їх відповідності результатам навчання, визначеним Робочою програмою дисципліни, та/або змісту відповідних тем і видів навчальної роботи. Порядок визнання та зарахування таких результатів визначається чинним у ХНУ Положенням про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти.

8 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». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із призначених робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця (робота) 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 та не толеруються.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) використовуються 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 видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>помилки</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 видозмінене 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.
--	---

Отриманий здобувачем бал за зарахований вид навчальної роботи (структурну одиницю) після її оцінювання викладач виставляє в електронному журналі обліку успішності здобувачів вищої освіти.

Позитивну підсумкову оцінку здобувач може отримати, якщо за результатами виконання усіх видів навчальної роботи та результатами поточного контролю набере від 60 до 100 балів.

Семестрова підсумкова оцінка розраховується в автоматизованому режимі в інформаційній підсистемі «Електронний журнал» (ІС «Електронний університет») і відповідно до накопиченої суми балів визначається оцінка за інституційною шкалою та шкалою ЄКТС (див. таблицю Співвідношення...), яка заноситься в екзаменаційну відомість, а також до Індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти.

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

Аудиторна робота						Контрольні заходи		Семестровий контроль	Разом балів
Лабораторні роботи №:						Тестовий контроль:		Залік	
1	2	3	4	5	6	Т 1-4	Т 5-7		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум–максимум)									
6-10	6-10	9-15	9-15	9-15	9-15	6-10	6-10	0	За рейтингом
48-80						12-20		0	60-100

Примітка: Т – тема навчальної дисципліни.

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

Аудиторна робота						Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи* №:						Контрольна робота	Залік	Разом балів
1	2	3	4	5	6	Якість виконання і захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)								
6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	24-40	0	За рейтингом
36-60						24-40	0	60-100

Примітка: *Вимоги до оцінювання практичних робіт студента-заочника аналогічні вимогам, що висуваються до здобувачів освіти денної форми

Оцінювання результатів лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її презентації з урахуванням таких критеріїв: знання теоретичного матеріалу з теми роботи; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасна презентація результатів лабораторної роботи.

Результат виконання і презентації 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 презентації він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її здачу у призначений для цього викладачем час.

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

Контрольна робота передбачає виконання трьох завдань: двох теоретичних та одного практичного. Практичне завдання орієнтоване на розв'язання прикладної задачі з аналізу та оцінювання процесів тертя і зношування в трибосистемах, визначення їх основних параметрів та обґрунтування шляхів підвищення зносостійкості. Варіанти контрольних робіт, а також зміст завдань наводяться у Методичних рекомендаціях щодо виконання контрольної роботи.

Максимальна кількість балів за виконання контрольної роботи встановлюється відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни.

Контрольна робота вважається зарахованою, якщо здобувач вищої освіти набрав не менше 60 % від її максимально можливої кількості балів.

Оцінювання контрольної роботи здобувачів вищої освіти, які навчаються за заочною формою, здійснюється відповідно до вимог Робочої програми дисципліни та Методичних рекомендацій щодо її виконання.

При оцінюванні контрольної роботи враховуються:

- повнота та правильність розв'язання завдань;
- відповідність структури та змісту вимогам до оформлення;
- аргументованість висновків і рівень самостійності виконання;
- глибина теоретичного обґрунтування одержаних розв'язків;
- дотримання академічної доброчесності.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з урахуванням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень, яка застосовується для визначення рівня сформованості компетентностей та досягнення запланованих програмних результатів навчання (ПРН).

Оцінювання передбачає класифікацію результатів за рівнями: достатній, середній та високий, що дає змогу об'єктивно визначити якість виконання теоретичних і практичних завдань.

Таблиця – Розподіл балів між завданнями контрольної роботи здобувача вищої освіти

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали * (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання	12	16	20
Разом, балів:	24	*	40

Примітка. * Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (24 балів) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

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

У разі отримання незадовільної оцінки, здобувач вищої освіти має право на одноразове доопрацювання контрольної роботи та її повторне подання на перевірку у терміни, визначені викладачем.

Оцінювання результатів тестового контролю.

Кожен із двох тестів, передбачених Робочою програмою навчальної дисципліни, містить 25 рівнозначних тестових завдань. Згідно з таблицею структурування видів робіт за тематичний контроль, здобувач, залежно від кількості правильних відповідей, може отримати від 6 до 10

балів за тест. Оцінювання здійснюється відповідно до кількості правильних відповідей; кількість балів за окреме завдання може відрізнятися.

Таблиця – Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-13	14-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

На виконання тестового завдання відводиться 25 хвилин. Здобувач вищої освіти записує правильні відповіді у талон відповідей. Також передбачена можливість проходження тестування в онлайн-режимі у Модульному середовищі для навчання.

У разі отримання негативної оцінки, здобувач зобов'язаний перездати тест до терміну наступного контрольного заходу.

Залік виставляється у разі, якщо здобувач вищої освіти досяг мінімального порогового рівня та загальна сума балів, набрана ним за результатами поточного контролю з освітнього компонента, становить від 60 до 100 балів.

У цьому випадку за:

- інституційною шкалою оцінювання виставляється оцінка «зараховано»;
- шкалою ЄКТС (ECTS) – буквене позначення, що відповідає кількості набраних балів згідно з таблицею «Співвідношення шкал оцінювання».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті з навчальної дисципліни за результатами поточного контролю. Присутність здобувача вищої освіти під час виставлення заліку не є обов'язковою, якщо він:

- виконав усі види навчальної роботи, передбачені Робочою програмою;
- набрав не менше 60 балів у загальному підсумку.

За потреби здобувач має право ознайомитися з результатами оцінювання, а також отримати роз'яснення щодо виставленої оцінки в індивідуальному порядку, відповідно до графіка консультацій або за попередньою домовленістю з викладачем.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання та 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	<i>Відмінно/Excellent</i> – 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		<i>Добре/Good</i> – 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		<i>Задовільно/Satisfactory</i> – 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	<i>Незадовільно/Fail</i> – 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		<i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні

9 Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Які основні задачі контактної трибомеханіки та за якими ознаками їх класифікують?
2. Які основні параметри характеризують контактну взаємодію поверхонь трибоспрямижень?
3. У чому полягають основні положення теорії контактної взаємодії Герца та які обмеження має її застосування?

4. У чому полягає сутність методу алгебраїчних рівнянь для розв'язання контактних задач?
5. Як здійснюється дискретизація області контакту та визначається розподіл контактного тиску методом алгебраїчних рівнянь?
6. Як у контактних задачах враховуються геометрія поверхонь, тертя та їх шорсткість?
7. У чому полягає сутність варіаційно-експериментального методу розв'язання контактних задач?
8. Як визначають контактний тиск, переміщення та деформації поверхонь варіаційно-експериментальним методом?
9. Які фізичні процеси покладено в основу адгезійно-деформаційних моделей тертя?
10. Як навантаження, швидкість ковзання та властивості контактуючих матеріалів впливають на силу і коефіцієнт тертя?
11. У чому полягають особливості швидкісних моделей тертя та в яких умовах їх застосовують?
12. Які основні показники використовують для кількісної оцінки зношування трибосистем?
13. У чому полягають відмінності між однофакторними та багатфакторними моделями зношування?
14. Чим відрізняються детерміновані та статистичні моделі зношування трибосистем?
15. Які основні схеми та режими трибологічних випробувань застосовують для оцінювання зносостійкості матеріалів і трибоспряжень?
16. Як за результатами трибологічних випробувань визначають параметри математичних моделей зношування?
17. У чому полягає сутність зносоконтактної задачі та чим вона відрізняється від звичайної контактної задачі?
18. Як змінюються контактний тиск і геометричні характеристики трибоспряження в процесі зношування?
19. Як визначають граничний знос та розрахунковий ресурс трибоспряження?
20. Які методи застосовують для розрахунку та прогнозування зносостійкості й довговічності трибосистем за різних режимів навантаження та руху?

10 Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з навчальної дисципліни «Теоретичні основи трибології» забезпечується відповідними навчально-методичними матеріалами, розміщеними у Модульному середовищі для навчання ХНУ, зокрема:

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи трибології».
2. Конспект лекцій та презентаційні матеріали з навчальної дисципліни.
3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти.
4. Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів.
5. Методичні рекомендації та завдання до виконання контрольної роботи для студентів заочної форми здобуття освіти.
6. Комплекти тестових завдань для поточного та підсумкового контролю результатів навчання.
7. Індивідуальні розрахункові завдання та вихідні дані до лабораторних робіт.

11 Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Для проведення лекційних занять використовуються навчальні аудиторії, обладнані мультимедійними засобами для демонстрування презентацій, графічних матеріалів, розрахункових схем, математичних моделей та результатів моделювання трибологічних процесів.

Для виконання лабораторних робіт розрахункового характеру використовуються персональні комп'ютери з програмним забезпеченням для виконання інженерних розрахунків, опрацювання експериментальних даних, побудови графічних залежностей та аналізу результатів.

Інформаційне забезпечення дисципліни здійснюється з використанням Модульного середовища для навчання ХНУ, електронних ресурсів Наукової бібліотеки ХНУ та інших доступних інформаційних ресурсів.

12 Рекомендована література

Основна

1. Обертюх Р. Р., Слабкий А. В. **Триботехніка машинобудівної галузі : електронний навчальний посібник**. 2-ге вид., перероб. та доп. Вінниця : ВНТУ, 2025. 123 с.
2. Харламов Ю. О., Романченко О. В., Соколов В. І., Кроль О. С., Єпіфанова О. В. **Триботехніка і надійність машин : навчальний посібник**. Северодонецьк : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. 184 с. ISBN 978-617-11-0187-6.
3. Журавель Д. П., Новік О. Ю., Бондар А. М., Петренко К. Г. **Триботехніка : курс лекцій**. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.
4. Диха О. В. **Розрахунково-експериментальні методи керування процесами граничного змащування технічних трибосистем : монографія**. Хмельницький : ХНУ, 2018. 179 с. ISBN 978-966-330-319-2.

Додаткова

5. Диха О. В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. **Технологічне забезпечення довговічності технічних трибосистем : монографія**. Хмельницький : ХНУ, 2021. 178 с. ISBN 978-966-330-395-6.
6. Богуслаєв В. О., Івченко Л. Й., Кубіч В. І., Фролов М. В. **Термінологічний словник-довідник з трибології (український, російський, англійський) : навчальний посібник** / за заг. ред. Л. Й. Івченка. Запоріжжя : ПАТ «Мотор Січ», 2018. 218 с.

13 Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/>.
2. Електронна бібліотека університету. URL : <http://library.khmnu.edu.ua/>.
3. Репозитарій ХНУ. URL : <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/?locale=uk>.