

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Декан ФІМ  
 Олександренко В.П.



2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Вузли тертя машин**

Назва

**Галузь знань** 27 – Транспорт

**Спеціальність** – 274 – Автомобільний транспорт

**ОПП** – Автомобільний транспорт

**Шифр дисципліни** ПП.14

**Статус дисципліни:** обов'язкова (цикл професійної та практичної підготовки)

**Факультет** – Інженерної механіки

**Кафедра** – Зносостійкості і надійності машин

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни	Кількість годин								Форма семестрового контролю			
				Аудиторні заняття						Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
				Кредити ЄКТС	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС						
Д	4	7	5	68	34	34				82	+		+		

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

Програма складена: \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Диха О.В.

Схвалена на засіданні кафедри Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 20 вересня 2019 р. № 2

Зав. трибології, автомобілів та матеріалознавства \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Диха О.В.

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інженерної механіки

/ Голова Вченої ради ФІМ \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Олександренко В.П.

<b>Тип дисципліни</b>	Обов'язкова
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Мова навчання</b>	Українська
<b>Семестр</b>	Сьомий
<b>Кількість встановлених кредитів ЄКТС</b>	5
<b>Форми навчання, для яких читається дисципліна</b>	Денна/заочна

### Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: приймати необхідні конструктивні рішення при проектуванні вузлів тертя з метою зниження зносу, проводити практичні розрахунки довговічності деталей тертя під час проектування та на основі цього оптимізувати конструкції вузла, проектувати конструкції типових вузлів тертя та мащення технологічних та транспортних машин, методів розрахункової оцінки довговічності деталей тертя по критерію зносу. ПРН 15. Ідентифікувати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи та елементи; ПРН 19. Розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, визначати склад та площі приміщень, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції; ПРН 26. Використовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, їх систем та елементів; ПРН 33. Встановлювати основні механізми зношування деталей та агрегатів систем автомобіля, розробляти інженерні заходи по підвищенню ресурсу деталей автомобіля за критерієм зношування; ПРН 34. Проводити розрахункову та експериментальну оцінку технологічних, конструкторських та експлуатаційних заходів підвищення зносостійкості деталей систем автомобіля та оптимізувати їх параметри.

**Зміст навчальної дисципліни:** : Класифікація вузлів тертя машин за умовами зношування. Особливості конструкції вузлів тертя машин. Методики розрахунку вузлів тертя машин на довговічність за критерієм зносу. Системи мащення вузлів тертя.

**Запланована навчальна діяльність** лекції – 34 год., лабораторні заняття – 34 год., самостійна робота – 82 год.; разом – 150 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, практикумів), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт; презентація результатів виконання індивідуальних завдань; письмове опитування (тестування).

**Вид семестрового контролю:** іспит – 7 семестр.

### Навчальні ресурси:

1. Диха О.В. Розрахунки вузлів тертя машин: навчальний посібник / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 175 с.
2. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. – 322 с
3. Диха О.В. Вузли тертя та мащення: конспект лекцій з курсу для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 75 с.
4. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
5. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/p1age\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php).

## 1. Вступ

Дисципліна “**Вузли тертя машин**” є одною з основних в циклі дисциплін трибологічного циклу при підготовці фахівців з з відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій.

Відомо, що майже 90 відсотків всіх машин в теперешній час виходять з ладу внаслідок зношування. Тому вже на стадії проектування машини інженеру потрібно вміти прогнозувати працездатність вузлів та окремих деталей до граничного зношування.

Визначальним для прогнозування довговічності вузлів тертя машин є оцінка та аналіз процесів, які відбуваються в зоні контакту спряжених деталей машин. Побудова математичних моделей зносо-контактної взаємодії на стадії проектування конструкції дозволяє аналізувати вплив різних факторів на зносостійкість, знаходити слабкі місця в конструкції і розробляти шляхи її вдосконалення.

Щоб досягнути цих вимог потрібні знання з особливостей конструкції та методів розрахунку вузлів тертя.

Набуті при вивченні цього курсу знання є необхідними для розробки технологічних процесів створення зносостійких деталей в машинобудуванні, впровадження нових енерго- та матеріалозберігаючих методів відновлення та оцінка їх ефективності.

**Мета дисципліни** - надання знань та вмінь студентам в галузі інженерних методів розрахунку вузлів тертя технологічних та транспортних машин, а також вивчення типових конструктивних рішень при проектуванні вузлів тертя, які необхідні інженеру машинобудівного підприємства для проектування, виготовлення та експлуатації машин з триботехнічними спряженнями.

**Предмет дисципліни.** Конструкції типових вузлів тертя та мащення технологічних та транспортних машин. Методики розрахунків на знос вузлів тертя машин

**Завдання дисципліни.** Показати особливості конструкцій вузлів тертя та їх основні відмінності в загальній системі вузлів і деталей машин; показати основні закономірності і підходи при оцінці довговічності різних вузлів тертя за критерієм зношування; пов'язати результати розрахунку часу роботи вузлів тертя машин з системою планування планових і поточних ремонтів машин, методами відновлення; сформулювати розуміння відповідальності довговічності відновлених деталей машин.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: приймати необхідні конструктивні рішення при проектуванні вузлів тертя з метою зниження зносу, проводити практичні розрахунки довговічності деталей тертя під час проектування та на основі цього оптимізувати конструкції вузла, проектувати конструкції типових вузлів тертя та мащення технологічних та транспортних машин, методів розрахункової оцінки довговічності деталей тертя по критерію зносу

## 2. СТРУКТУРА ЗАЛКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	Лабораторні роботи	СРС
Тема 1. Предмет і задачі курсу “Вузли тертя машин”. Класифікація вузлів тертя за умовами зношування.	2	2	10
Тема 2. Методи розрахунку вузлів тертя за умовою торкання (конічні, шарові, дискові спряження).	4	4	12
Тема 3. Розрахунок спряжень другої групи (Циліндр-колодка, підшипники ковзання, гідродинамічні підшипники).	8	8	12
Тема 4. Розрахунок вузлів тертя 3 і 4 груп (Циліндр-поршневе кільце, кулачкові і зубчасті передачі, напрямні машин)	6	6	12
Тема 5. Тертя та зношування герметизуючих пристроїв.	4	4	12
Тема 6. Тертя та зношування передач гнучкими елементами.	4	4	12
Тема 7. Системи мащення вузлів тертя машин.	6	6	12
Разом	34	34	82

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Зміст лекційного курсу\*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Предмет і задачі курсу “Вузли тертя машин”. Умова торкання тіл. Два типи спряжень за умовою торкання. Знос поверхонь та знос з'єднань. Спряження з примусовим напрямком зношування. Знос при самовстановці деталей. Умови торкання для двох типів спряжень.[1, с. 272-275, 2,3 с. 1-10].	2
2	Класифікація спряжень за умовами зношування. Етапи розрахунку спряжень на знос. Умови зношування спряжень. П'ять класів спряжень за умовами зношування. Приклади спряжень для кожного класу та їх характеристика. Основні етапи розрахунку спряжень на знос. [1, с. 276-279].	2
3	Розрахунки триботехнічних спряжень з використанням умови торкання. Розрахунок зносу конічних та дискових поверхонь. Вихідні дані, закономірності зношування, основні розрахункові залежності. Частковий випадок -розрахунок зносу дисків. [1, с. 282-285, 6 (т.1), с 378-381].	2
4	Розрахунки триботехнічних спряжень з використанням умови торкання. Розрахунок зносу шарових поверхонь. Вихідні дані, закономірності зношування, основні розрахункові залежності. [1, с. 280-281].	2

5	Конструктивні особливості та розрахунок зносу підшипникових вузлів ковзання. Конструктивні особливості підшипників ковзання. Розрахунок контактних параметрів підшипників ковзання. [1, с. 290-291, 2 (т.2), с 75-90].	2
6	Розрахунок зносу підшипника з оберненою парою тертя. Розрахунково-експериментальний метод оцінки зносу підшипника ковзання з прямою парою тертя. [1, с. 290-291, 2 (т.2), с 75-90].	2
7	Розрахунок гідродинамічних підшипників ковзання. Конструктивні особливості підшипників ковзання рідинного тертя. Експлуатаційні характеристики підшипників. [2 (т.2), с 90-111].	2
8	Розрахункова схема радіальних підшипників. Розрахунок критичної температури та мінімальної робочої товщини шару мастила у підшипнику [2 (т.2), с 90-111].	2
9	Розрахунок зношування деталей циліндро-поршневої групи. Конструктивні особливості, тертя та мащення пари циліндр-поршневе кільце. Розрахунок зношування пари циліндр-поршневе кільце. Заходи по підвищенню зносостійкості деталей циліндро-поршневої групи [2 (т.2), с 174-204].	2
10	Розрахунок зносу зубчастого зачеплення та кулачкових механізмів. Особливості зношування зубчастих зачеплень. Основні припущення. Методика розрахунку зносу. особливості зношування кулачкових механізмів. Методика розрахунку зносу [1, с. 306-308, 6 (т.1), с 381-383].	2
11	Напрявні машин. Основні групи та загальна класифікація напрямних машин. Конструктивні особливості, тертя та мащення напрямних ковзання. Стрибокподібний рух в напрямних ковзання. Знос напрямних ковзання. Конструктивні особливості, тертя та зношування напрямних кочення. [1, с. 292-306, 2 (т.2), с 148-173].	2
12	Герметизуючі пристрої. Конструктивні особливості та класифікація ущільнень. Особливості тертя та зношування рухомих, контактних герметизуючих пристроїв. Розрахунок зносу гумових ущільнень за втомлюваною теорією зношування [2 (т.2), с 206-228].	2
13	Деталі передач гнучкими елементами. Пасові передачі. Ланцюгові передачі. Конвейерні стрічки. [2 (т.2), с 334-350].	2
14	Системи та способи мащення вузлів тертя. Загальні принципи конструювання систем мащення. Індивідуальне змащування. Індивідуальне неперервне проточне змащування без тиску. Індивідуальне неперервне циркуляційне змащування. Централізоване змащування. [6 (т.1), с. 145-219].	2
15	Масильні матеріали вузлів тертя машин. Класифікація, маркування, призначення, експлуатаційні та триботехнічні властивості. Моторні масла. Трансмісійні масла. Індустріальні масла [6(т.2.), с. 29-161].	2
16	Масильні матеріали вузлів тертя машин. Класифікація, маркування, призначення, експлуатаційні та триботехнічні властивості. [6(т.2.), с. 29-161].	2
17	Пластичні мастила. Присадкові матеріали до мастил. [6(т.2.), с.	

	29-161].	
	Разом за семестр	34

### 3.2 Зміст лабораторних (практичних, семінарських) занять

#### Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	<b>Визначення зносу підшипників ковзання з прямою парою тертя розрахунково-експериментальним методом.</b> Методика розрахунку контактних параметрів підшипників, врахування їх зміни з часом при розрахунку зносу. Використання покрокової процедури переміщення вздовж характеристик при розрахунку зносу. Практичний розрахунок зносу підшипників за індивідуальними завданнями. [7, с. 4-10].	6
2	<b>Визначення зносу підшипників ковзання з оберненою парою тертя.</b> Методика розрахунку підшипників ковзання при переважному зносі валу. Практичний розрахунок зносу підшипників за індивідуальними завданнями. [7, с. 11-17].	6
3	<b>Визначення зносу підшипників ковзання зі змішаною парою тертя.</b> Методика розрахунку підшипників ковзання при одночасному зносі валу і втулки. Практичний розрахунок зносу підшипників за індивідуальними завданнями. [7, с. 18-22].	6
4	<b>Розрахунок умов роботи спряжень в режимі гідродинамічного тертя.</b> Визначення мінімальної товщини шару мастила. Методика визначення робочої температури шару мастила. Практичний розрахунок зносу спряження за індивідуальними завданнями. [7, с. 23-30].	10
5	<b>Побудова епюри зносу напрямних ковзання.</b> Методика визначення контактних напружень для напрямних ковзання. Рівняння зносу напрямних ковзання. Практичний розрахунок зносу напрямних за індивідуальними завданнями. [1, с. 292-306, 2 (т.2), с 148-173].	6
	<b>Разом</b>	34

### 3.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт,

формуванні портфолію, тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань, тощо.

### Зміст самостійної (індивідуальної роботи)

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Тема 1. Опрацювання лекційного матеріалу. Два напрямки у вивченні зносу деталей машин Знос поверхонь та знос спряжень .[1, с. 272-275, 2,3 с. 1-10].	5
2	Тема 2. Опрацювання лекційного матеріалу. Приклади спряжень різних типів. Підготовка до практичної роботи. №1.[1, с. 278-280, 7 с. 4-10].	5
3	Тема 3. Опрацювання лекційного матеріалу. Розрахунок зносу деталей машин на основі модельних випробувань зразків. Складання звіту з п.р.№1 .[6(1), с. 370-375, 7 с. 4-10].	5
4	Тема 4. Опрацювання лекційного матеріалу. Класи зносостійкості матеріалів. Підготовка до п.р.№2. [6(1), с. 239-243, 7 с. 11-17].	5
5	Тема 5. Опрацювання лекційного матеріалу. Складання звіту з л.р. №2. [7 с. 11-17].	5
6	Підготовка до тестового контролю ТК 1	5
7	Тема 6. Опрацювання лекційного матеріалу. Основні розрахункові співвідношення для розрахунку інтенсивності зношування. [6(1), с. 244-260 ].	5
8	Тема 7.Опрацювання лекційного матеріалу. Фрикційні пристрої.[2(т.2), с. 230-256].	5
9	Тема 8.Опрацювання лекційного матеріалу. Нерухомі спряження та зеднання. Підготовка до л.р. №. 3.[2(т.2), с. 258-276, 7 с. 18-22].	5
10	Тема 9.Опрацювання лекційного матеріалу. Складання звіту з практичної роботи №3. [с. 272-275, 7 с. 18-22].	5
11	Тема 10.Опрацювання лекційного матеріалу. Тертя та зношування ведучих та ведених коліс. Підготовка до л.р. №. 4. [2(т.2), с. 278-295, 7 с. 23-30].	5
12	Тема 11.Опрацювання лекційного матеріалу. Складання звіту з л.р. № 4. [7 с. 23-30].	5
13	Тема 12. Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до л.р. №5. [1, с. 292-306, 2 (т.2), с 148-173].	5
14	Тема 13. Опрацювання лекційного матеріалу. Складання звіту до л.р.№5. [1, с. 292-306, 2 (т.2), с 148-173].	5
15	Підготовка до тестового контролю ТК 1	5
16	Тема. 14 Опрацювання лекційного матеріалу. Тверді мастильні композиції та їх застосування [6(2), с.140-146].	5
17	Підготовка до захисту курсової роботи	2
	Разом	82

#### 4. ТЕХНОЛОГІЇ 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 методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (індивідуальні завдання) і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з проектування ремонтного устаткування та технологічних процесів ремонту та відновлення машин, користування спеціальною літературою і довідниками з математики і механіки, тощо.

#### 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. У кінці семестру студент має сформувати портфоліо із звітів лабораторних робіт.

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 з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент 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 грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві <b>похибки</b> .
Добре	Студент 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 закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три <b>несуттєві помилки</b> .
Задовільно	Студент 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 студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <b>суттєві помилки</b> 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	Студент 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 студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота				Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
Лабораторні роботи №:				Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	Т 1-3	Т 4-7	І
ВК:			0,2	0,4		0,4

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт, ІЗ – індивідуальне завдання.

### Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–9	10–13	14–17	18–20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. При цьому усі графи для відповідей мають бути заповнені цифрами, що відповідають правильним, на погляд студента, відповідям. Викладач на наступному занятті оголошує результати тестування. Тестування студент може також пройти і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому

порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

### Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

#### Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка, критерії	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Знос поверхонь та знос спряжень. Умова торкання поверхонь. Два типи поверхонь за умовою торкання. Приклади.

2. Класифікація спряжень за умовами зношування. Приклади.

3. Основні етапи розрахунку спряжень на знос за умовою торкання.

4. Розрахунок на знос конічних поверхонь.

5. Розрахунок зношування дискових поверхонь.

6. Розрахунок зносу шарових поверхонь за умовою торкання.

7. Розрахунок зношування спряження обертовий циліндр-колодка в діаметральному перерізі.

8. Розрахунок зношування спряження обертовий циліндр - колодка в осьовому перерізі.

9. Розрахунок контактних параметрів радіальних підшипників ковзання при граничному терті.

10. Розрахунок зношування радіальних підшипників ковзання (обернена пара тертя).

11. Розрахунок зношування радіальних підшипників ковзання (пряма пара тертя).

12. Розрахунок мінімальної товщини шару мастила в гідродинамічних підшипниках ковзання.

13. Розрахунки гідродинамічних підшипників ковзання.

14. Розрахунок зношування пари циліндр-поршневе кільце.

15. Конструктивні особливості, тертя та мащення напрямних ковзання.
16. Розрахунок зношування напрямних ковзання.
17. Тертя та зношування напрямних кочення.
18. Розрахунок зношування зубчастих передач.
19. Розрахунок зношування кулачкових механізмів.
20. Тертя та зношування герметизуючих пристроїв.
21. Тертя та зношування передач гнучкими елементами.
22. Мащення тіл в трибологічній системі.
23. Системи мащення вузлів тертя.
24. Призначення, маркірування, сфера застосування моторних мастил.
25. Призначення, маркірування, сфера застосування трансмісійних мастил.
26. Призначення, маркірування, сфера застосування індустріальних мастил.
27. Призначення, маркірування, сфера застосування пластичних мастил.
28. Призначення, маркірування, сфера застосування присадкових матеріалів до мастил.

### Завдання на курсову роботу з дисципліни "Вузли тертя машин"

Вихідні дані: склад, креслення вузла тертя, робочі креслення деталей пари тертя, умови роботи.

№	Назва та зміст розділу роботи	Стор. А4	Термін	Тижнів
1.	<b><u>Аналіз конструкції вузла тертя.</u></b> 1.1. Призначення, загальна будова, основні функції машини, де застосовується вузол тертя 1.2. <i>Опис конструкції вузла тертя</i> згідно складального креслення. Конструктивні та технологічні особливості деталей пари тертя. Характеристика матеріалів пари тертя, хімічний склад, фізико-механічні властивості. 1.3. Загальна характеристика <i>методів виготовлення</i> деталей пари тертя. 1.4. <i>Характеристика мащення</i> деталей пари тертя. Опис способу та схема подачі мастильного матеріалу. Призначення, маркування, фізико-хімічні та антифрикційні властивості мастильного матеріалу.	10-12	10.10	2.0
2.	<b><u>Аналіз причин виходу з ладу деталей вузла тертя</u></b> 2.1. <i>Види відмов</i> деталей пари тертя та вузла в цілому, виробничі та літературні дані про надійність (ресурс) вузла тертя. 2.2. <i>Якісна оцінка виду зношування</i> пари тертя, ідентифікація виду зношування згідно з відомими моделями та механізмами. Детальний опис прийнятого механізму зношування за літературою	10-15	25.10	2.0
3.	<b><u>Визначення умов роботи вузла тертя та окремих деталей.</u></b> 3.1. Визначення сил, що діють на спряжені деталі пари тертя (методами статички та динаміки, тюретичної механіки та теорії машин і механізмів). 3.2. Розрахунок контактного тиску в спряженні 3.3. Розрахунки швидкостей ковзання та шляхів тертя. 3.4. Розрахунок температури (при необхідності) 3.5. Оцінка товщини шару мащення	10-15	15.11	3.0
4.	<b><u>Розрахунки зносу вузла тертя.</u></b> 4.1. Вибір та опис методики розрахунку зносу. 4.2. Експериментальне визначення параметрів моделі зношування. 4.3. Чисельна реалізація розрахунку зносу вузла тертя. 4.4. Аналіз результатів розрахунку зносу, графіки залежностей від різних факторів.	10-15	1.12	3.0
5.	<b><u>Аналіз методів підвищення зносостійкості вузла тертя.</u></b> 5.1. <i>Вибір нових конструктивних рішень</i> , що забезпечують підвищення зносостійкості вузла тертя (2-3 ескізи нових конструкцій на основі патентного пошуку, огляду літератури) 5.2. <i>Вибір технологічних методів</i> підвищення зносостійкості заданої пари вузла тертя (загальна характеристика 2-3 технологічних методів підвищення зносостійкості).	15-20	10.12	2.0
6	<b><u>Захист курсової роботи</u></b>	50-70	15.12	

### Назви вузлів тертя машин до виконання курсової роботи.

1. Гальмівний циліндр автавтомобіля ГАЗ-53
2. Вісь колеса сівалки
3. Ролик підтримуючий гусениці трактора ДТ-75
4. Шкворневий вузол тролейбуса, авт. КАМАЗ
5. Шкворневий вузол тролейбуса ЗИУ-4.
6. Деталі паливного насоса авт. ВАЗ-2107
7. Колінчастий вал автомобіля ВАЗ, ЗІЛ
8. Циліндро-поршнева група авт. ГАЗ-24
9. Газорозподільчий механізм авт. ВАЗ (кулачок-штовхач, стержінь клапана-напрямна втулка, опри розподільчого валу.
10. Шатунно-поршнева група двигуна ВАЗ (верхня головка-палець)
11. Привод паливного насоса авт ГАЗ
12. Поршневий палець авт. КАМАЗ
13. Передній міст автомобіля ЗІЛ-131
14. Кузов автомобіля ВАЗ, М2140 (рихтування, зварювання, фрабування)
15. Масляний насос авт ВАЗ
16. Деталі стартера автомобіля ВАЗ
17. Шарові опори автомобіля ВАЗ
18. Пальці рульових тяг автомобіля
19. Корпус вижимного підшипника авт. М2140
20. Гільзи циліндрів автомобіля
21. Паливний насос високого тиску дизеля (плунжерна пара, кулачковий механізм)
22. Деталі диференціалу автомобіля ЗІЛ 130
23. Пластинчатий насос
24. Первинний вал автомобіля ЗІЛ
25. Деталі турбокомпресору дизельного двигуна
26. Колінчастий вал автомобіля ВАЗ (чавунний)
27. Колінчастий вал автомобіля ЗІЛ-130 (стальний)
28. Паливний насос карбюраторного двигуна
29. Плунжерна пара паливного насоса високого тиску
30. Ущільнення водяного насоса автомобіля ВАЗ-2105
31. Ремонт і відновлення деталей кузова автомобіля
32. Насос пластинчатий Г12-М
33. Спряження палець - шатун дизельного двигуна
34. Муфта зчеплення автомобіля ГАЗ 3302- Таврія
35. Барабанний гальмівний механізм легкового автомобілю
36. Гальмівний циліндр автомобіля ГАЗ-53
37. Кулачковий вал приводу ПНВТ дизельного двигуна
38. Масляний насос НШ32У
39. Гільзи циліндрів двигуна ЯМЗ-236
40. Шворневий вузол автомобіля КАМАЗ
41. Цапфа поворотного кулака автомобіля КАМАЗ
42. Кулачковий вал приводу паливного насоса авт. ВАЗ
43. Газорозподільний механізм авт. ВАЗ - 2108
44. Маятниковий важіль рульового управління авт. ВАЗ
45. Поршневий компресор дизельного двигуна

### 8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «Вузли тертя машин» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Диха О.В. Розрахунки вузлів тертя машин: навчальний посібник / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 175 с.
2. Диха О.В. Вузли тертя та мащення: конспект лекцій з курсу для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 75 с.
3. Диха О.В. Розрахунки підшипників ковзання граничного і рідинного тертя. методичні вказівки до практичних занять з курсу «Конструкція та розрахунок вузлів тертя» / Хмельницький: ТУП, 1998.- 34 с.
4. Диха О.В., Сорокати Р.В., Бабак О.П. Мастильні матеріали вузлів тертя. Методичні вказівки до вивчення курсу / Хмельницький: ТУП, 1996.- 35 с.

## **8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Диха О.В. Розрахунки вузлів тертя машин: навчальний посібник / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 175 с.
2. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пуллюя, 2011. – 322 с
3. Диха О.В. Вузли тертя та мащення: конспект лекцій з курсу для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 75 с.

### **Допоміжна**

1. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин: Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. -280с.
2. Справочник по триботехнике. Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. В 3 т. - М.: Машиностроение, 1989. - 400с.
3. Диха О.В. Розрахунки підшипників ковзання граничного і рідинного тертя. методичні вказівки до практичних занять з курсу «Конструкція та розрахунок вузлів тертя» / Хмельницький: ТУП, 1998.- 34 с.
4. Диха О.В. Вузли тертя та мащення . Конспект лекцій з курсу. Для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / Хмельницький: ТУП, 2003.-75 с.

## **5. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/p1age\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php).
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.