

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ  
Інститут інженерної механіки  
Кафедра автомобільного транспорту

ЗАТВЕДЖУЮ

Директор Інституту  
інженерної механіки

Л.І. Романишин

« 02 » 09 2019 року

**ТЕРТЯ І ЗНОС ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

Перший (бакалаврський) рівень

(рівень вищої освіти)

Галузь знань

27 Транспорт

(шифр і назва)

Спеціальність

274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва)

Вид дисципліни


Обов'язкова (нормативна)

обов'язкова /вибіркова

Робоча програма дисципліни «Тертя і знос транспортних засобів» для здобувачів вищої освіти, що навчаються за освітньо-професійною програмою на здобуття ступеня **бакалавр** за спеціальністю «Автомобільний транспорт».

Розробник:

к.т.н., доцент кафедри  
автомобільного транспорту

 І. Б. Прунько

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автомобільного транспорту.

Протокол від «30» вересня 2019 року №1

Завідувач кафедри автомобільного транспорту

 С. І. Криштопа

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Тертя і знос транспортних засобів» згідно з чинним РНП, розподіл за семестрами і видами навчальної роботи для очної та заочної форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Тертя і знос транспортних засобів»

Найменування показників	Всього		Розподіл по семестрах			
			Семестр III		Семестр	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів ECTS	3	3	3	3		
Кількість модулів	1	1	1	1		
Загальний обсяг часу, год	90	90	90	90		
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	36	10	36	10		
лекційні заняття	18	6	18	6		
семінарські заняття	-	-	-	-		
практичні заняття	-	-	-	-		
лабораторні заняття	18	4	18	4		
Самостійна робота, год, у т.ч.	58	80	58	80		
виконання курсової роботи						
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт						
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях						
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення						
підготовка до практичних занять та контрольних заходів						
підготовка звітів з лабораторних робіт						
підготовка до екзамену	-	-	-	-	-	-
Форма семестрового контролю	залік		залік			

## 2 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### 1.1 Мета

Дати майбутньому спеціалісту систему знань, вмінь і практичних навиків з основ трибології (тріботехніки) – науки, яка вивчає тертя, знос, мащення і взаємодію спряжених елементів деталей машин при їх взаємному переміщенні, а також методів підвищення надійності і довговічності пар тертя. Набуття практичних навиків з розрахунків тріботехнічних характеристик.

### 1.2 Завдання

Забезпечити знання з основних видів тертя, зношування, мащення та питань підвищення надійності, довговічності, а також створення і розрахунку пар тертя з заданими характеристиками, які залежать від механіко-фізико-хімічних процесів, протікаючих на поверхнях тертя.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- Знати:

- 1) класифікацію видів тертя, зношування та мащення;
- 2) основні параметри, які характеризують пари тертя;
- 3) конструкції пар тертя транспортних засобів і умови роботи;
- 4) вимоги до фрикційних і антифрикційних пар тертя і їх матеріалів;
- 5) основні методи дослідження і визначення фізико-механічних характеристик пар тертя;
- 6) методи і засоби підвищення надійності і зносостійкості пар тертя;
- 7) загальні розрахунки геометричних параметрів та тріботехнічних характеристик пар тертя.

- Вміти:

- 1) встановлювати механізм зносу пар тертя транспортних засобів;
- 2) визначати параметри і проектувати тріботехнічні системи транспортних засобів;
- 3) давати прогнозну оцінку зносостійкості пар тертя;
- 4) реалізовувати методи підвищення зносостійкості пар тертя;
- 5) правильно експлуатувати та обслуговувати пари тертя транспортних засобів.

1.3 Перелік дисциплін, які є базовими для вивчення дисципліни “Хімія”, “Фізика”, “Опір матеріалів”, “Конструкційні матеріали”, “Матеріалознавство”, “Основи конструкції АТЗ” “Деталі машин”.

1.4 Перелік дисциплін, що забезпечуються дисципліною “Основи ремонту АТЗ”, “Технічна експлуатація автомобілів”, “Основи розрахунку, проектування та експлуатація технологічного обладнання”.

## 2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Структура модулів дисципліни “ Тертя і знос транспортних засобів ”.

Таблиця 2 – Структура модулів лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг лекційних годин		Література	
		ДФН	ЗФН	поряд- ковий номер	розділ, під- розділ
<b>Семестр 6</b>					
<b>М 1</b>	<b>Основи тертя і зносу транспортних засобів</b>	18	4		
<b>ЗМ 1</b>	<b>Основні положення про тертя, знос і фізико-механічні властивості поверхонь тертя</b>	6	1		
Т 1.1	Коротка характеристика історії розвитку науки про трибологію. Загальні положення про науку “Трибологія”. Державні стандарти з тертя, знос і мащення на машинах. Позитивні і негативні якості фрикційності і антифрикційності. Негативні якості зносу. Значення науки про тертя, зносу і мащення в автомобільному і нафтогазовому технологічному транспорті.	2	0,5	1 2 3	с.29-30 с.421-462 с.3-4 11
Т 1.2	Фізико-механічні властивості, мікрогеометрія і контакт поверхонь тертя деталей машин. Будова кристалічних твердих тіл. Будова полімерів. Природа сил, які діють між атомами поверхонь. Надлишкова енергія поверхневого шару. Механічні властивості поверхневого шару. Основні фізичні методи дослідження поверхонь. Мікрогеометрія поверхонь і контакт деталей машин. Характеристика мікрогеометрії деталей машин. Методи оцінки мікрогеометрії поверхні. Крива опорної поверхні. Контактна деформація мікрорівня. Площа контакту шорстких поверхонь. Методи визначення фактичної площі контакту.	4	0,5	2 3 4, 11	с. 53-102 с.11-24; 58-88 с.12-44 с.37-50
<b>ЗМ2</b>	<b>Основні закономірності тертя, зношування та мащення</b>	6	1,5		
Т 2.1	Основні закономірності тертя. Класифікація тертя за класифікаційними ознаками: за наявністю відносного руху, за характером відносного руху, за наявністю мастильного матеріалу. Основні поняття та їх визначення. Закони внутрішнього і зовнішнього тертя. Види тертя (спокою, руху, ковзання, кочення, кочення з проковзуванням, з мастильним матеріалом і без мастильного матеріалу). Режими тертя (сухе, граничне, рідинне, гідродинамічне і газодинамічне).	2	0,5	1 2 3 4 9	с.3-6;9-11;29 с.7-20 с.161-270 с.45-66 с.29-31,11 с.61-63; 65-87
Т 2.2	Основні закономірності зношування. Класифікація зношування за класифікаційними ознаками (механічне, механохімічне та зношення під дією електричного струму). Основні поняття та їх визначення. Види зношування (абразивне, гідроабразивне, газоабразивне, гідроерозійне, газоерозійне, кавітаційне, утомне, фретингове, окиснювальне, фретинг-корозійне і електроерозійне). Основні поняття та їх визначення. Кількісна оцінка зношування: величина, швидкість і інтенсивність.	2	0,5	1 2 3 4 11	с.6-9;29 с.178-226 с.271-240, с.84-126 с.92-119; 183-203

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг лекційних годин		Література	
		ДФН	ЗФН	поряд- ковий номер	розділ, під- розділ
Т 2.3	<p>Основні закономірності мащення.</p> <p>Класифікація мащення за класифікаційними ознаками мащення залежно від фізичного стану мастильного матеріалу і мащення за типом розділу поверхонь тертя мастильним шаром). Основні поняття та їх визначення. Види мащення (газове, рідинне, тверде, гідродинамічне, газодинамічне, еласто-гідродинамічне, граничне, змішане). Основні поняття та їх визначення.</p> <p>Методи мащення за класифікаційними ознаками (за періодичністю, за повторимістю використання мастильного матеріалу; за способами подачі мастильного матеріалу на поверхні тертя). Основні поняття та їх визначення.</p> <p>Види мастильних матеріалів за класифікаційними ознаками (за фізичним станом, за наявністю присадок та походженням). Основні поняття та їх визначення.</p> <p>Параметри і характеристика показників, які використовуються для оцінки мастильних матеріалів.</p>	2	0,5	1 2 4 9 1	с.11-13; 30 с.328-362 с.234-307 с.62-76 с.420-430
<b>ЗМ 3</b>	<b>Тріботехнічні матеріали, методи і обладнання для їх дослідження і основні способи підвищення надійності</b>	6	1,5		
Т 3.1	<p>Методи і обладнання для визначення тріботехнічних характеристик пар тертя.</p> <p>Класифікація схем пар тертя і установок для їх випробування. Типові машини тертя. Методи визначення зносу деталей машин. Пристрої для визначення моменту тертя, навантаження на пари тертя, температури швидкості ковзання.</p>	2	0,5	2 3 11	с.341-346; 350-352; 363-420 с.420-461 с.47-63; 78-84; [21]
Т 3.2	<p>Загальні положення про тріботехнічні матеріали і розрахунки пар тертя.</p> <p>Вимоги до фрикційних і антифрикційних матеріалів. Характеристика і властивості фрикційних і антифрикційних матеріалів. Параметри якості. Основні аналітичні залежності, які описують коефіцієнт тертя, температуру, знос та інші параметри. Елементарні розрахунки зносу, коефіцієнту тертя та температури пар тертя.</p>	2	0,5	2 3 4 5 11	с.421-465; с. 364-402 с. 120-159 с.230-256, с.393-406
Т 3.3	<p>Способи підвищення надійності і довговічності пар тертя.</p> <p>Класифікація основних способів підвищення надійності і довговічності фрикційних і антифрикційних пар тертя транспортних засобів. Способи підвищення надійності і довговічності: конструктивні, матеріалознавчі (спосіб підбору матеріалів), технологічні і експлуатаційні.</p>	2	0,5	3 4 11	с. 341-363; с. 206-233 с.409-488; [15]

Всього:

Модуль 1 - змістових модулів – 3.

### 3.2 Теми практичних занять

Теми практичних занять дисципліни «Тертя і знос транспортних засобів» наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Теми практичних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин		Література	
		ДФН	ЗФН	порядковий номер	розділ, під-розділ
<b>Семестр 6</b>					
<b>М 1</b>	<b>Основи тертя і зносу транспортних засобів</b>	18	2		
<b>ЗМ 1</b>	<b>Основні положення про тертя, знос і фізико-механічні властивості поверхонь тертя</b>	4	1		
<b>П 1.1</b>	Класифікація існуючих пар тертя за геометричними та кінематичними ознаками	4	1	20	с.19-20; 25; 31-39
<b>ЗМ2</b>	<b>Основні закономірності тертя, зношування та мащення</b>	8	1		
<b>П 2.1</b>	Дослідження процесів тертя, зношування та мащення спряжених пар тертя	4	1	20	с.20;25; 40-43
<b>П 2.2</b>	Методи визначення фактичного тиску в контакті металевих деталей машин ( А-при пластичному контакті; Б-при пружному контакті)	2	-	20	с.21-22; 25-26
<b>П 2.3</b>	Визначення коефіцієнту тертя	2	-	20	с.22; 27
<b>ЗМ3</b>	<b>Триботехнічні матеріали, методи і обладнання для їх дослідження і основні способи підвищення надійності</b>	6			
<b>П 3.1</b>	Визначення ресурсу підшипникового вузла	2	-	20	с.23; 27-28;
<b>П 3.2</b>	Визначення зношення гільзи циліндра і компресійного кільця ДВС	2	-	20	с.23-24; 28-30;
<b>П 3.3</b>	Визначення довговічності фрикційних накладок зчеплення	2	-	20	с.24;30

### 3.3 Зміст самостійної роботи студента

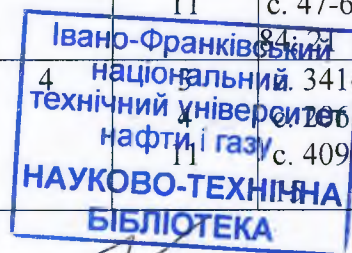
Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Матеріал, що виноситься на самостійне вивчення

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література	
			порядковий номер	розділ, під-розділ
<b>М 1</b>	<b>Основи тертя і зносу транспортних засобів</b>	29		
<b>ЗМ 1</b>	<b>Основні положення про тертя, знос і фізико-механічні властивості поверхонь тертя</b>	10		
<b>Т 1.2</b>	Розрахунок фактичної площі контакту і зближення.	10	2 3 4 11	с.53-102; с. 11-24; 58-88; с. 12-44; с. 37-50



Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література	
			порядковий номер	розділ, підрозділ
			11	
<b>ЗМ2</b>	<b>Основні закономірності тертя, зношування та мащення</b>	10		
Т 2.1	Параметри, які характеризують тертя. Коефіцієнт тертя.	5	1 2 3 4	с. 3-6; 9-11; 29; с. 7-20; с. 161-270; с. 45-66
Т 2.2	Параметри, які характеризують зношування. Механізми зносу.	5	1 2	с. 6-9; 29; с. 78-226
<b>ЗМ3</b>	<b>Триботехнічні матеріали, методи і обладнання для їх дослідження і основні способи підвищення надійності</b>	9		
Т 3.1	Метод періодичного і безперервного вимірювання зносу в процесі роботи машин тертя.	5	2 3 11	с. 341-346; 350-352; 363-420; с. 420-461; с. 47-65; 78-
Т 3.3	Зниження зносу за рахунок газових мастил і вибіркового переносу матеріалу ( утворення плівки металу з особливими властивостями)		4 11	с. 341-365; с. 206-233; с. 409-488;



9.10.19

## 4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### 4.1 Основна література

- 1 ДСТУ 2823-94. Зносостійкість виробів. Тертя, зношування та мащення. Терміни та визначення.
- 2 Крагельский И.В. Трение и износ.- М.: Машиностроение, 1968.-480с.
- 3 Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526с.
- 4 Трение, изнашивание и смазка. Справочник. В 2-х кн. / Под ред. И.В.Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, Кн. 1, 1978. – 400с.
- 5 Трение, изнашивание и смазка. Справочник. В 2-х кн. / Под ред. И.В.Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, Кн. 2, 1979. – 359с.
- 6 Буше Н.А. Трение, износ и усталость в машинах (транспортная техника): Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1987. – 223с.
- 7 Чичинадзе А.В. Расчет и исследование внешнего трения при торможении.- М.: Наука, 1967. – 232с.
- 8 Полимеры вузлах трения машин и приборов. Справочник / А.В. Чичинадзе и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 328с.
- 9 Трение и износ в экстремальных условиях. Справочник / Ю.Н. Дроздов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 224с.



10 Костецкий Б.И. и др. Надежность и долговечность машин. – Киев: Техника, 1975. – 406с.

11 Чернець М., Пашечко М., Невчас А. Дослідження та розрахунок трибосистем ковзання, методи підвищення довговічності і зносостійкості. Т.1. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості і триботехнічних систем ковзання. В 3-х томах. – Дрогобич: Коло, 2001. – 492 с.

12 Чернець М., Пашечко М., Невчас А. Поверхнєве зміцнення конструкційних матеріалів трибосистем ковзання. Т.2. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості і триботехнічних систем ковзання. В 3-х томах. – Дрогобич: Коло, 2001. – 512 с.

13 Чернець М., Пашечко М., Невчас А. Евтектичні зносостійкі покриття системи Fe-Mn-C-B. Т.3. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості і триботехнічних систем ковзання. В 3-х томах. – Дрогобич: Коло, 2001. – 236 с.

#### **4.2 Додаткова література**

1 ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

2 Чичинадзе А.В., Белоусов В.Я., Богатчук И.М. Износостойкость фрикционных полимерных материалов. – Львов: ЛГУ, 1989. – 143с.

3 ГОСТ 18090-72 Накладки тормозные асбестовые. Номенклатура основных показателей качества

4 ГОСТ 1786-74 Накладки сцепления фрикционные асбестовые

5 ГОСТ 4.79-82 Изделия фрикционные асбестовые для тормозных узлов. Номенклатура показателей.

6 Методы определения фактического давления в контакте металлических деталей машин. Методические рекомендации (ВНИИНМАШ). – Калинин: Ротапринт КПИ, 1982 – 12с.

7 Ясь Д.С. и др. Испытания на трение и износ. – К.: Техніка, 1971. – 140с.

8 Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин / В.Д.Зозуля, Е.Л.Шведков, Д.Я. Ровинский, Э.Д.Браун. – К. : Наукова думка, 1990. – 264 с.

9 Демкин Н.Б. Физические основы трения и износа машин. Учебное пособие. – Калинин: КГУ, 1981. – 116 с.

10 Канарчук Е.А., Канарчук В.Е. Влияние режимов работы на износ двигателей внутреннего сгорания. – К. : Изд. КТ ЭИ, 1970. – 227 с.

#### **4.3. Література та методичне забезпечення практичних занять**

1 Богатчук І.М. Методичні вказівки, програма та контрольні завдання для самостійного вивчення дисципліни “Тертя і знос транспортних засобів” для студентів спеціальності “Автомобілі та автомобільне господарство”, Івано-Франківськ, ІФНТУНГ: Факел, 2002. – 43 с.

#### 4.4 Література та методичне забезпечення самостійної роботи

1 Зорин В.А. Физические основы надежности машин. Учебное пособие. – М. : МАДИ, 1981. – 102 с.

2 Пыжевич Л.М. Расчет фрикционных тормозов. – М. : Машиностроение, 1964. – 228 с.

#### 5 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань студентів проводиться за результатами комплексних контролів за чотирма змістовими модулями ЗМ1 – ЗМ2. Модульний контроль за кожним змістовим модулем передбачає контроль теоретичних знань і практичних навиків. Схему нарахування балів при оцінюванні знань студентів з дисципліни наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Схема нарахування балів у процесі оцінювання знань студентів з дисципліни “Тертя і знос транспортних засобів”.

Виді робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
1. Практичне заняття: самостійне розв’язування задачі під час заняття, захист практичних робіт (7x8).	8 (7x8=56)
2. Колоквіуми:	
2.1 За змістовими модулями ЗМ1	15
2.2 За змістовими модулями ЗМ2	15
2.3 За змістовими модулями ЗМ3	14
3. Засвоєння модулів програмного матеріалу дисципліни	
3.1 М1	100
3.1.1 ЗМ 1	23 8
3.1.2 ЗМ 2	39 24
3.1.3 ЗМ 3	38 24
Всього	100

Диференційований залік з дисципліни виставляється студенту відповідно до чинної шкали оцінювання, що наведена нижче.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	задовільно
60-66	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни