

СИЛАБУС

Дисципліна(курс)	Триботехніка			
Викладач (чі)	Строков Олександр Петрович, професор кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій,д.т.н. e-mail:kremuniver@gmail.com			
Тип курсу	Обов'язковий			
Рік навчання	3		Семестр	6
Кількість кредитів (годин)	Лекцій	Практичних робіт	Лабораторних робіт	Самостійна робота
4 (120)	24	24	-	72
Форма контролю	Залік			
Пререквізити (дисципліни, на яких базується даний курс)	«Автомобілі. Основи конструкції», «Експлуатаційні матеріали», «Теорія механізмів і машин », «Гідравліка, гідро-пневмоприводи»			
Дні, час, місце проведення занять	Заняття проводяться за розкладом: http://virtuni.education.zp.ua/info_cpu/uk/node/5563			
Консультації	Дата	Час	Ауд.	
	за розкладом: http://virtuni.education.zp.ua/info_cpu/node/5586			

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Триботехніка» є вивчення загальних питань тертя,

зношування й змащування трибоспряджень машин та обладнання; придбання теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для надійної експлуатації техніки, встановлення причин зношування і шляхи підвищення їх зносостійкості.

Завдання навчальної дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Триботехніка» є: вивчення основних трибологічних закономірностей для вирішення конкретних конструкторських, технологічних і експлуатаційних завдань, пов'язаних з тертям, зношуванням і змащенням вузлів машин і механізмів, а також цілеспрямований вибір матеріалів з необхідними фізико-механічними властивостями з врахуванням їх умов експлуатації..

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- основні закони тертя та зносу матеріалів;
- закономірності взаємодії поверхонь тертя та режими мащення;
- принцип вибору матеріалів в трибосистемі з урахуванням максимального ресурсу на етапі проектування та експлуатації машин та обладнання

Після вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

- визначати втрати на тертя, коефіцієнт тертя в реальних конструкціях трибосистем при проектуванні нових зразків техніки;
- визначати швидкість зношення та розраховувати ресурс трибосистем;
- аналізувати конструкції вузлів тертя та здійснювати вибір мастильних матеріалів для їх експлуатації;
- розробляти технологічні процеси дефектації та поточного ремонту техніки.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 27 Транспорт за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт, освітня програма: Автомобільний транспорт вивчення дисципліни “Триботехніка” сприяє формуванню **компетентностей та програмних результатів навчання** :

Загальні компетентності:

ЗК 11. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

Фахові компетентності:

ФК 1. Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об’єктів автомобільного транспорту та їх систем

ФК 3. Здатність проведення вимірювального експерименту і обробки його результатів

ФК 14. Здатність брати активну участь у дослідженнях та експериментах, аналізувати, інтерпретувати і моделювати окремі явища і процеси у сфері автомобільного транспорту.

Програмні результати навчання:

РН 8. Розуміти і застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові та законодавчі акти України, міжнародні нормативні документи, Правила технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкції та рекомендації з експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів

РН 11. Розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об’єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

РН 12. Розробляти, оформляти та впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та інших інструктивних вказівок, правил та методики.

РН 14. Аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об’єктів автомобільного транспорту

РН 19. Здійснювати технічну діагностику автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів з використанням відповідних методів та засобів, а також технічних регламентів, стандартів та інших нормативних документів.

РН 25. Доносити результати досліджень та професійної діяльності фахівцям і нефахівцям, аргументувати свою позицію.

ПЛАН КУРСУ

Назва змістових модулів та тем	Лек ц.	Пр.	Лаб.	Завдання для самостійної роботи
Модуль 1. Якість і ефективність функціонування машин.				
Тема 1. Триботехніка та її структура Вступні відомості. Значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження. Вклад вітчизняних і зарубіжних вчених у створенні і формуванні науки про тертя і зношування в машинах. Основні терміни й визначення. Тертя і підвищення надійності машин. Збитки від тертя і зношування в машинах. Практична робота 1. Молекулярно-механічна теорія тертя.	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Вклад вітчизняних і зарубіжних вчених у створенні і формуванні науки про тертя і зношування в машинах. Основні терміни й визначення. 3. Підготовка до практичного заняття

Назва змістових модулів та тем	Лек ц.	Пр.	Лаб.	Завдання для самостійної роботи
Тема 2. Характеристика поверхні твердих тіл Загальні відомості про поверхню твердих тіл та її якість. Геометрія поверхні деталей машин. Геометрія поверхні як функція процесу механічної обробки деталей машин. Будова поверхневих шарів. Напруження в поверхневих шарах. Властивості поверхонь і поверхневих шарів у результаті технологічної обробки. Наклеп. Пластична деформація поверхневого шару. Практична робота 2. Трибологічний іспит матеріалів з різною чистотою поверхні	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Геометрія поверхні як функція процесу механічної обробки деталей машин 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 3. Фізико-хімічні властивості поверхонь тертя Поверхнева енергія. Адгезія і когезія. Адсорбція і хемосорбція. Взаємне контактування деталей. Поняття про технологічний і експлуатаційний рельєф робочих поверхонь деталей Практична робота 3. Трибологічний іспит сталі з різною термообробкою.	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Поняття про технологічний і експлуатаційний рельєф робочих поверхонь деталей 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 4. Теоретичні основи тертя і зношування Класичні закони тертя. Загальні теорії тертя. Структурно-енергетична теорія зовнішнього тертя. Забруднення поверхонь. Плівки на металічних поверхнях. Особливості тертя в умовах вакууму. Перенос металу при терті. Твердість металів. Практична робота 4. Структурно-енергетична теорія тертя	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Особливості тертя в умовах вакууму. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 5. Особливості тертя матеріалів трибоспрямижень Особливості тертя шаруватих матеріалів. Особливості тертя фторопласту. Тертя і зношування алмазу. Практична робота 5. Вибір оптимальних матеріалів для підшипників ковзання, що працюють без змащення Програма https://zhu.electude.eu	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Тертя і зношування алмазу. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 6. Види тертя Загальні аспекти. Класифікація видів тертя. Тертя без змащувального матеріалу. Тертя при граничному змащуванні. Тертя при рідинному змащуванні. Тертя при напіврідинному змащуванні. Режими тертя в підшипниках ковзання. Особливості тертя кочення. Ефект аномально низького тертя. Практична робота 6. Дослідження видів тертя Програма https://zhu.electude.eu				1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Особливості тертя кочення 3. Підготовка до практичного заняття
Змістовий модуль 2. Засоби підвищення зносостійкості трибосистем				

Назва змістових модулів та тем	Лек ц.	Пр.	Лаб.	Завдання для самостійної роботи
Тема 7. Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя Класифікація видів зношування і пошкоджуваності. Механохімічне окисне зношування. Абразивне зношування. Схоплювання і заїдання поверхонь при терті. Зминання. Втомне зношування. Корозійне зношування. Кавітаційне, ерозійне зношування. Зношування при фретінг – корозії. Водневе зношування. Практичне заняття 7. Визначення ресурсу трибоспрямижень Програма https://zhu.electude.eu	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Втомне зношування. Корозійне зношування. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 8 Змащувальні матеріали Класифікація змащувальних матеріалів. Експлуатаційно – технічні вимоги до мастил. Основні властивості мастил. Основні види змащувальних матеріалів. Присадки до змащувальних матеріалів. Принцип вибору присадок до мастильних матеріалів. Антифрикційні матеріали. Фрикційні матеріали. Зносостійкі матеріали. Відновлювальні суміші для регенерації трибо систем. Практичне заняття 8 Трибологічний іспит матеріалів при терті з мастильними матеріалами Програма https://zhu.electude.eu	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Принцип вибору присадок до мастильних матеріалів 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 9. Триботехнічний аналіз роботи антифрикційних пар тертя Загальні положення триботехнічного аналізу. Триботехнічний аналіз роботи підшипників ковзання колінчастого вала і підшипників качення. Триботехнічний аналіз роботи деталей циліндроопоршневої групи двигунів. Триботехнічний аналіз роботи циліндричних передач. Практичне заняття 9 Дослідження зносів і пошкоджень деталей машин. Програма https://zhu.electude.eu	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Збереженість і довговічність автомобіля Триботехнічний аналіз роботи деталей циліндроопоршневої групи двигунів. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 10. Втрати на тертя в автомобільних двигунах Втрати на тертя щодо повної енергії. Втрати на тертя і фактори, що впливають на них. Співвідношення втрат на тертя в окремих вузлах двигуна. Вплив тиску в циліндрі, частоти обертання і завантаження. Вплив в'язкості мастильного матеріалу. Вплив відносини ходу поршня до діаметру циліндра. Порівняння втрат на тертя при прокручуванні стартером і робочому режимі. Практичне заняття 10 Вибір оптимальних матеріалів для підшипників ковзання, що працюють без змащення	2	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Вплив тиску в циліндрі, частоти обертання і завантаження. Вплив в'язкості мастильного матеріалу. і 3. Підготовка до практичного заняття

Назва змістових модулів та тем	Лек ц.	Пр.	Лаб.	Завдання для самостійної роботи
Тема 11. Триботехнічні методи підвищення довговічності вузлів тертя автотранспортних засобів Конструктивні методи підвищення довговічності вузлів тертя. Технологічні методи підвищення довговічності вузлів тертя. Обробка деталей різанням. Обробка деталей поверхневим пластичним деформуванням. Підвищення зносостійкості термічної і хіміко-термічної обробкою поверхонь. Нанесення зносостійких покриттів. Наплавлення поверхонь. Експлуатаційні методи підвищення довговічності вузлів тертя	2			1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Обробка деталей поверхневим пластичним деформуванням. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 12. Триботехнічний аналіз роботи фрикційних пар тертя Специфіка трибологічних процесів у фрикційних пристроях. Класифікація фрикційних пристроїв. Фрикційні муфти. Фрикційні гальма. Фрикційні матеріали.	1	2		1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Фрикційні муфти. Фрикційні гальма. Фрикційні матеріали. 3. Підготовка до практичного заняття
Тема 13. Діагностика вузлів тертя Діагностика за станом поверхонь тертя. Метод віброакустичної емісії. Метод акустичної емісії. Діагностика за продуктами зношування. Перспективи розвитку діагностики зношування.	1			1. Опрацювання лекційного матеріалу, 2. Самостійне опрацювання теоретичного питання: Діагностика за продуктами зношування. Перспективи розвитку діагностики зношування. 3. Підготовка до практичного заняття
Залік		2		
Всього:120	24	24		72

ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Триботехніка» використовуються наступні види контролю:

1. Поточний – здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях. За змістом він включає перевірку ступеню засвоєння студентом навчального матеріалу, який охоплюється темою лекційного та практичного заняття, уміння самостійно опрацьовувати навчально-методичну літературу, здатність осмислювати зміст теми, уміння публічно та письмово представити певний матеріал, уміння виконувати інженерні розрахунками елементів машин і конструкцій а також виконання завдань самостійної роботи, виконання лабораторних робіт.

2. Підсумковий – здійснюється шляхом визначення ступеню засвоєння студентом навчальної дисципліни. Цим видом контролю завершується вивчення навчальної дисципліни. Завданням іспиту є перевірка знань студента з навчальної дисципліни, ступеню засвоєння окремих тем курсу та курсу загалом, здатності використовувати та синтезувати отримані знання, уміння виконувати розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість елементів машин та конструкцій з урахуванням особливостей їх експлуатації.

Для оцінювання відповідей студентів з навчальної дисципліни «Триботехніка» використовуються наступні критерії:

– рівню «відмінно» відповідає теоретично правильна і вичерпна відповідь на поставлене питання, у якій студент показав всебічне системне знання програмного матеріалу; засвоєння основної та додаткової літератури; чітке володіння понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, вивчення яких передбачене програмою дисципліни; уміння використовувати знання для рішення практичних задач інженерних розрахунків елементів машин і конструкцій;

– рівню «добре» відповідає теоретично правильна, але не вичерпна відповідь на поставлене запитання, в цілому повне знання програмного матеріалу, успішне виконання запропонованого практичного завдання і засвоєння матеріалу основної літератури;

– рівню «задовільно» відповідає у цілому правильна відповідь на поставлене питання, в якій студент показав достатній рівень знань з основного програмного матеріалу дисципліни, але не зміг переконливо аргументувати свою відповідь, помилився у виконанні практичного завдання, показав недостатні знання рекомендованої літератури;

– рівню «незадовільно» відповідає неправильна або неповна відповідь на запитання, у якій студент продемонстрував значні прогалини у знаннях з основного програмного матеріалу; ухилився від аргументування; не зміг виконати практичне завдання; показав незадовільні знання понятійного апарату і спеціальної літератури чи взагалі нічого не відповів.

Обов'язковим для успішного завершення вивчення навчальної дисципліни «Триботехніка» є:

– відвідування усіх без виключення лекційних, практичних та лабораторних занять, а в разі неможливості бути присутнім – їх відпрацювання;

– участь в розв'язуванні інженерних задач за темою на практичних заняттях;

– усні виступи на практичних заняттях, участь в дискусії,

– виконання лабораторних робіт.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО (СЕМЕСТРОВОГО) ОЦІНЮВАННЯ

Контрольний захід	Бали
Модуль №1	40
Практична робота 1	5
Практична робота 2	5
Практична робота 3	5
Практична робота 4	5
Практична робота 5	5
Практична робота 6	5
Контрольна робота 1	10
Модуль №2	40
Практична робота 6	5
Практична робота 7	5
Практична робота 8	5
Практична робота 9	5
Практична робота 10	5
Практична робота 11	5
Контрольна робота 2	10
Залік	20
Разом	100

**Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали оцінювання
в 4-бальну національну шкалу та 7-бальну шкалу ECTS**

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення

90-100	Відмінно	A	Відмінно
82-89	Добре	B	Дуже добре
75-81		C	Добре
67-74	Задовільно	D	Задовільно
60-66		E	Достатньо
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно
1-34		F	Незадовільно

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Антипенко А.М. та ін. Основи трибології / А.М. Антипенко, О.М. Бєлас, В.А.Войтов, О.С. Вотченко – Харків : ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
2. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах / О.В. Закалов, І.О. Закалов – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с.
3. Дмитриченко М.Ф., Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.О. Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник. Київ: 2006. 216 с.