ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету інженерії,
транспорту та архітектури
_____ *Олег ПОЛІЩУК*
2 09 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Триботехніка та основи надійності машин**
Освітньо-професійна програма **Автомобільний транспорт**
Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Бабак Олег Петрович
Профайл викладача	http://znm.khnu.km.ua/vykladatskyj-sklad/
E-mail викладач(ів)	babako@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	067 3909669
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.
Навчальний рік	2023-2024
Консультації	Очні: пятниця, 3-а пара, 4-224, 4-219; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
						Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота, в т.ч. ІРС				
				Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					+ залік	іспит
В	Д	IV	8	8.0	240	65	26	39		175	–	–		+	
В	З	III	6	8.0	240	4	2	2		236	–	–		+	

Анотація дисципліни

Дисципліна "Триботехніка та основи надійності машин" є однією зі спеціальних дисциплін за вибором студентів і займає провідне місце у підготовці бакалаврів

Мета викладання дисципліни - надання знань та вмінь студентам в галузі інженерних методів розрахунку надійності машин; викладання широкого кола питань відносно надійності машин, об'єднання їх в систему знань основ міцнісної та триботехнічної надійності, методів підвищення безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності і зберігає мості як сукупної партії виробів, так і окремих деталей та механізмів.

Забезпечення розуміння студентами суті проблеми надійності, її місця в системі забезпечення якості технологічних систем, отримання студентами необхідних знань з теорії надійності та застосування навичок та вмінь з аналізу надійності по даним випробувань та експлуатаційних спостережень.

Пререквізити – вища математика, матеріалознавство, технологія конструкційних матеріалів, термічна обробка, інформатика, автомобілі, вузли тертя та мащення, взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, системи інженерного аналізу. ***Кореквізити*** – інженерія поверхні, високоенергетичні зміцнюючі технології, вибір матеріалів деталей технологічних і транспортних машин.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Дисципліна має за мету розширити і доповнити формування у здобувачів загальних та фахових компетентностей та набуття ними результатів навчання, передбачених освітньою програмою,

зокрема: планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик здійснювати статистичну обробку та статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки; обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації: призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів; проєктувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів; розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання; аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини, розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля.

Завдання дисципліни: вивчення теоретичних основ математичних методів теорії надійності; засвоєння студентами понять про методи моделювання, оцінки та оптимізації надійності технологічних систем; отримання досвіду з аналізу показників надійності виробів та технологічних систем. В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: знати - методи аналізу надійності технологічних систем; - методи розробки та оптимізації вимог до надійності технологічних систем; - методи аналізу характеру і причин виникнення відмов і пошкоджень технологічних систем; - моделі надійності невідновлюваних та відновлюваних виробів технологічних систем; - показники надійності технологічних систем; - методи забезпечення надійності технологічних систем при проектуванні і виробництві; - методи контролю надійності технологічних систем в експлуатації; вміти - оцінювати показники надійності невідновлюваних об'єктів; - оцінювати показники надійності відновлюваних об'єктів; - оцінювати показники надійності технологічних систем; - аналізувати фізичну сутність типових відмов і пошкоджень; - обробляти статистичні дані; - оцінювати показники надійності об’єктів за даними випробувань та експлуатаційних спостережень.

Дати майбутньому інженеру-механіку необхідну підготовку в питаннях розрахунків на надійність та засобах її забезпечення; засвоїти принцип і порядок розрахунку надійності; проводити визначення економічної доцільності при проектуванні машин враховуючи надійність їх елементів.

Очікувані результати навчання.

Після вивчення дисципліни студент має: досконало ***володіти*** професійною термінологією та основними поняттями зі зміцнення поверхонь деталей машин; ***визначати*** на підставі вихідних даних експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки; ***виконувати*** оформлення проектно-конструкторської документації відповідно до вимог СОУ 207.01:2017; ***застосовувати*** згідно норм технологічне та обладнання для проведення зміцнення поверхонь; ***забезпечувати*** технологічні процеси вирішування матеріалознавчих проблем і задач; ***оцінювати*** причинно-наслідкові зв’язки між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій; ***використовувати*** нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів; ***організувати*** технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год	Література
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1-2	**Триботехніка основні терміни. Інженерно-технічні проблеми трибо техніки.** Терміни використання деталей машин які працюють під час тертя. [8, с. 18-20]. Етапи розвитку три техніки. [8, с. 24-33]. Інженерно –технічні проблеми трибо техніки. [8, с. 34-59].				
3-4	**Якість поверхні деталі. Види тертя вузлів машин. Механізми зношування.** Загальні характеристики поверхні та її показники. [8, с. 63-79]. Види тертя у вузлах машин. [8, с. 97-118]. Механізми зношування деталей пар тертя і робочих органів машин. [8, с. 119-140].	**Побудова функції надійності за результатами випробувань на надійність.** Побудова варіаційного ряду. Побудова гістограми. Визначення числових характеристик випадкової величини. Визначення закону розподілу випадкової величини. Застосування	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання лабораторної роботи №1, Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[8, с. 119-140]. [3, с. 1-8].

		критеріїв згоди. [3, с. 1-8].			
5-6	**Закономірності тертя та зношування машин і методи боротьби з цими явищами.** Механізм вибіркового переносу при терті. [8, с. 333-409]. Випробування змащуючих матеріалів. [8, с. 508- 532]. Нові методи в триботехніці. [8, с. 534-545].	**Побудова функції надійності за результатами випробувань на надійність.** Побудова варіаційного ряду. Побудова гістограми. Визначення числових характеристик випадкової величини. Визначення закону розподілу випадкової величини. Застосування критеріїв згоди. [3, с. 1-8].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до захисту лабораторної роботи №1 та до виконання лабораторної роботи №2. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[8, с. 534-545].
7-8	**Основні положення та поняття надійності.** Надійність та якість. Об'єкти надійності. Стани та події в надійності. Причини відмов. Властивості об'єктів .[1, с. 16-22, 2 с. 5-9].	**Надійність клинопасової передачі.** Особливості надійності передачі. Види навантаження на пас. Причини відмов. Визначення надійності передачі з урахуванням розсіювання зовнішніх чинників. Визначення методів забезпечення оптимальної надійності. [3, с. 9-13].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до захисту лабораторної роботи №2 та до виконання лабораторної роботи №3. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[1, с. 16-22, 2 с. 5-9]. [3, с. 9-13].
9-10	**Показники надійності**. Класифікація показників надійності. Показники безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності та зберігаємісті. Комплексні показники надійності [1, с. 22-30, 2 с. 9-11].	**Надійність підшипників кочення.** Характеристика процесу втрати працездатності підшипників кочення. Види відмов. Визначення імовірності безвідмовної роботи підшипників кочення. Визначення методів забезпечення оптимальної надійності. [3, с. 14-16].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до захисту лабораторної роботи №3 та до виконання лабораторної роботи №4. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[1, с. 22-30, 2 с. 9-11]. [3, с. 14-16].
11-12	**Фізичні основи надійності елементів виробів.** Процеси зміни властивостей матеріалів. Види відмов за критерієм міцності. Методи оцінки навантаженності. Міцністна надійність при разовому навантаженні. Основні поняття та гіпотези втомних. Міцністна надійність при циклічному навантаженні. Розрахунки надійності за параметрами міцності. Методи забезпечення міцністної надійності [1, с. 31-38, 2 с. 14-28].	**Надійність зубчастої передачі.** Види відмов та критерії безвідмовності. Визначення імовірності безвідмовної роботи за критерієм контактної міцності. Визначення імовірності безвідмовної роботи за критерієм міцності на згин. Визначення методів забезпечення оптимальної надійності. [3, с. 17-25].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до захисту лабораторної роботи №4 та до виконання лабораторної роботи №5. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи. Підготовка до тестового контролю з тем 1-3.	20	[1, с. 31-38, 2 с. 14-28]. [3, с. 17-25].
12-13	**Розрахунки на надійність деталей та вузлів.** Надійність валів. Підшипники кочення. Підшипники ковзання [2 с. 137-148]. Надійність з'єднань деталей машин. Зварні з'єднання. Різьбові з'єднання [2, с. 102-114]. Надійність передач. Зубчаті передачі. Клинописові передачі	**Надійність валів при одноразових перенавантаженнях.** Види навантажень та відмов. Використання чисельного методу. Наближений метод визначення імовірності безвідмовної роботи валів наближеним методом.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до захисту лабораторної роботи №5 та до виконання лабораторної роботи №5. Самостійне опрацювання	20	[2, с. 114-137]. [3, с. 26-30].

	[2, с. 114-137].	Визначення методів забезпечення оптимальної надійності. [3, с. 26-30].	теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.		
14-15	**Методи розрахунків і забезпечення надійності технічних і технологічних систем**. Види технічних і технологічних систем. Розрахунки технічних систем за типовими моделями надійності. Забезпечення та відновлення надійності виробів при експлуатації [1, с. 176-182, 2, с50-65].	**Наближений розрахунок надійності валів при циклічних навантаженнях.** Особливості роботи валів. Основні чинники, що впливають на надійність валів. Розрахунок надійності валів за критерієм опору втомі. [3, с. 31-33].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до захисту лабораторної роботи №6 та до виконання лабораторної роботи №7. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[1, с. 176-182, 2, с50-65], [3, с. 31-33].
15-16	**Надійність машин окремих груп**. Загальні напрями підвищення надійності машин. Верстати. Промислові роботи. Автомобілі. Трактори та сільгоспмашини [2, с. 192-224].	**Надійність послідовної системи при нормальному розподілі навантаження.** Розрахунок квантилів нормального розподілу всіх елементів, які відповідають їх ймовірностям безвідмовної роботи при двох навантаженнях. Математичне сподівання та коефіцієнт варіації несучої здатності редуктора. Імовірність безвідмовної роботи редуктора в цілому. [3, с. 33-36].	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, підготовка до захисту лабораторної роботи №7 Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу й індивідуальної роботи.	20	[2, с. 192-224]. [3, с. 33-36].
17-18	**Випробування на надійність машин, приладів та їх елементів.** Специфіка оцінки надійності машин по результатам випробувань. Розрахунково-експериментальний метод оцінки надійності по окремим критеріям працездатності. Види випробувань. Планування випробувань. Визначальні, контрольні та прискорені випробування [1, с. 478-501, 2, с. 154-175].		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9	15	[1, с. 478-501, 2, с. 154-175].

Примітка. * Лекції проводяться щотижня по дві години, лабораторні заняття раз у два тижні по чотири години (чисельник чи знаменник відповідно до розкладу занять).

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально - методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватися як для роботи в системі Moodle, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних робіт та пов'язаних із ними, власних завдань кваліфікаційної роботи. Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно рекомендацій, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (вебсайт Університету (https://khmnu.edu.ua/): розділ «Нормативні

документи», рубрика – «Положення», сторінка – «Положення про організацію освітньої діяльності».).

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за ***чотирибальною*** шкалою відповідно до Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих ***позитивно*** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем.

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; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться тестуванням з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

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

Аудиторна робота				Самостійна робота		Семестровий контроль, іспит
Лабораторні роботи №:				Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	Т 1-4	Т 5-9	1
ВК:			0,4	0,2		0,4

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з сорока тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 40.

Оцінювання здійснюється за ***чотирибальною*** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–23	24–29	30–37	38–40
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 60 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

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

Екзаменаційна оцінка виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться кількість балів, а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці співвідношення.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ECTS	**Інституційна шкала балів**	**Інституційна оцінка**		**Критерії оцінювання**
A	4,75-5,00	5	Зараховано	**Відмінно** – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок.
B	4,25-4,74	4		**Добре** – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		**Добре** – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		**Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		**Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, що

				задовольняє мінімальні критерії оцінювання

FX	2,00-2,99	2	Незараховано	**Незадовільно** – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		**Незадовільно** – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. У чому різниця між фізичним і моральним старіннями?
2. Які процеси зумовлюють погіршення вихідних параметрів об'єктів при експлуатації?
3. Яка природа зовнішнього тертя твердих тіл? Які процеси відбуваються при терті?
4. Що розуміється під терміном "зношування"? У чому суть процесу?
5. У чому суть механічного зношування? Назвати основні види механічного зношування, охарактеризувати їх.
6. У чому суть механохімічного зношування? Охарактеризувати основні види.
7. Що править за кількісну оцінку процесу зношування?
8. Що таке знос? У чому різниця між допустимим і граничним зносами?
9. Які методи використовують для вимірювання зносу?
10. Що таке залишкова деформація металу та причини її появи?
11. Що таке втома металів? Розкрити фізичну суть цього поняття.
12. Які фактори визначають границю витривалості деталі?
13. Що таке корозія металів? У чому полягає фізична суть хімічної та електрохімічної корозії?
14. Якими показниками оцінюють корозійні ураження?
15. Що таке старіння матеріалів, суть цього процесу?
16. Які фактори інтенсифікують старіння полімерів?
17. З якою метою застосовують класифікацію відмов?
18. У чому різниця між поступовою та раптовою відмовами?

Рекомендована література

Основна

1. Канарчук В.Є. Надійність машин: підручник./ С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
2. Афтаназів І. С., С., Гавриш А. П., Киричок П. О., Мельничук П. П., Попов Є. С., Третько В. В. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням. Житомир: ЖІТІ, 2001. 516 с.
3. Розрахунки та випробування на надійність машин і конструкцій: навч. посібник / Диха О.В., Сорокатий Р.В., Бабак О.П. – Хмельницький: ХНУ, 2011. – 151 с
4. Бардило А.П., Тріщ Г. Г. Основи теорії надійності. Київ: НМКВО, 1991. 100 с.
5. Дмитриченко М. Ф., Мнацаканов Р. Г., Мікосянчик О. О. Триботехніка та основи надійності машин. Київ: Інформавтодор, 2006. 216 с.
6. Обертюх Р. Р. Триботехніка. Вінниця: ВНТУ, 1999. 78 с.
7. Гранкін С. Г., Малахів В. С., Черновол М. І., Черкну В. Ю. Надійність сільськогосподарські техніки : підручник. Київ : «Урожай», 1998. 205 с.
8. Хітров І. О., Гавриш В. С. Кристопчук М. Є. Корнієнко В. Я. Ресурсо- та енергозбереження : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 103 с.
9. Надійність машин. Задачі та приклади / Укл. Диха О.В., Бабак О.П. – Хмельницький: ХНУ, 2010. – 42 с.
10. ДСТУ 2862-94. Методи розрахунку показників надійності. 1994. 40 с. 10.ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. 1994. 90 с.

Додаткова

1. Барнік М.А., Афтаназів І.С., Сівак Ш.О. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин К.:КИ\, 2004 – 148 с.
2. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: Знання-Прес, 2003. 512 с.
3. Зенкін М.А., Піпа Б.Ф. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості. К.: КНУДТД,2004 -264с.
4. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв К.: НУХТ, 2010. – 547 с.

Викладач _____ *Олег БАБАК*
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант ОП _____ *Олександр ДИХА*
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Зав. кафедри _____ *Олександр ДИХА*
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ