

**СХВАЛЕНО**

засіданням кафедри машинобудування та  
технічного сервісу машин  
протокол № 1 від 23 серпня 2024 р.

**СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ**  
**ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ ТА**  
**ТРИБОТЕХНІКИ**

II семестр 2024-2025 навчального року

освітній рівень перший (бакалавр)

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальність 131 Прикладна механіка

освітня програма: - Організація паливо-мастильного господарства підприємств (ОПМГП)

Час та аудиторія проведення занять: Згідно розкладу - <http://rasp.kart.edu.ua/>

1. Команда викладачів:

Лектори:

Воронін Сергій Володимирович (доктор технічних наук, професор),

Контакти: +38 (057) 730-10-66, e-mail: [spprm@kart.edu.ua](mailto:spprm@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: *кожна середа з 12.40-14.00*

Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, 402 ауд.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Процеси тертя, зношування та мащення є визначальними з точки зору енергоефективності та надійності машин, особливо підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, колійних машини та обладнання (ПТБДКМО). Такі процеси мають як позитивний, так й негативний вплив на працездатність машин та носять системний характер, починаючи з моменту введення в експлуатацію. Саме тому, вивчення закономірностей впливу характеристик тертя, зношування та мащення на показники ефективності та надійності машин є запорукою формування сучасного фахівця в галузі механічної інженерії та напряму галузевого машинобудування.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Основи трибології та триботехніки» (ОТТ) є: закономірності розвитку тертя та зношування в деталях та агрегатах підйомно-транспортних, дорожніх, будівельних, колійних машинах (ПТБДКМО) в процесі їх експлуатації та з урахуванням конструктивних особливостей; принципи підвищення зносостійкості деталей тертя та мастильної здатності паливо-мастильних матеріалів.

Метою вивчення дисципліни є формування у слухачів знань та розумінь основних досягнень трибології та триботехніки, формування навичок вирішення інженерних прикладних триботехнічних задач та навичок проведення трибологічних випробувань конструкційних і мастильних матеріалів.

Завданнями вивчення дисципліни є: отримання знань щодо історії розвитку трибології, механіки контактної взаємодії твердих тіл при терті, будови та властивостей твердих тіл та мастильних матеріалів, процесів та явищ, яки протікають при сухому терті і в присутності мастильного матеріалу, триботехнічних методів підбору та випробувань конструкційних і мастильних матеріалів, існуючих методів забезпечення зносостійкості деталей машин.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК03. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК04 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК12 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК13 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК01 Здатність аналізу паливо-мастильних матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК02 Здатність робити оцінки параметрів працездатності експлуатаційних матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів паливо-мастильного господарства підприємств, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК05 Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, втрат на тертя та зносостійкість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФК06 Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК10 Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання, передбачені освітньо-професійною програмою:

РН01. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.

PH02. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки, трибології для вирішення професійних завдань у сфері паливо-мастильного господарства підприємств.

PH03. Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, втрат на тертя та зносостійкість деталей машин.

PH06. Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, триботехніки, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.

PH09. Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми у сфері паливо-мастильного господарства підприємств.

## Чому ви маєте обрати цей курс?

Сьогодні важко уявити фахівця в галузі механічної інженерії за напрямом – галузеве машинобудування, котрий не мав би знань, розуміння та навичок в області трибології та триботехніки. Вказані знання та навички входять до базового набору компетентностей магістра (інженера) – конструктора, магістра (інженера) – механіка будь-якого машинобудівного підприємства, підприємств транспортної та будівельної галузей. Отже, вивчення курсу «Основи трибології та триботехніки» не тільки дозволить розширити Ваш світогляд в галузі конструювання та експлуатації машин, але й розвине необхідні компетентності, що підсилять Вашу конкурентоспроможність на ринку праці. Команда викладачів готова надати будь-яку допомогу з деяких найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті та особисто - у робочий час.

## Огляд курсу

Курс «Основи трибології та триботехніки» вивчається у другому семестрі навчального року, з лютого по травень, включаючи 15 навчальних тижнів та 2 тижня з модульних контролів. При вивченні курсу студент має можливість отримати знання з основ трибофізичного, трибохімічного та триботехнічного забезпечення енергоефективності та надійності машин, відповідно до вказаного предмету, мети та завдань курсу.

Аудиторні складові курсу: лекції (одна пара на тиждень); практичні заняття (одна пара на два тижні), лабораторні роботи (одна пара на два тижні). Лекції викладаються у формі усного надання інформації та презентації окремих розділів курсу, головним аспектом лекцій є наявність зворотного зв'язку – обговорень, дискусій тощо. Практичні заняття передбачають закріплення теоретичного матеріалу шляхом вирішення простих та комплексних задач по окремих темах курсу. Виконання практичних робіт супроводжується зануренням у знання з суміжних дисциплін, що формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності. Лабораторні роботи виконуються на базі атестованої науково-дослідної лабораторії «Хімотологічна» та спрямовані на формування компетентності в галузі практичних навичок проведення випробувань деталей машин на зносостійкість та трибологічних випробувань паливо-мастильних матеріалів.

Самостійна робота в межах курсу передбачає виконання студентом курсової роботи, засвоєння лекційного матеріалу, вирішення, за власним бажанням, додаткових практичних завдань, підготовку до складання модульних контролів та іспиту.

## Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua>), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ».

## Теми курсу

**Модуль 1. Поняття трибологічної системи. Базові відомості про контакт та тертя твердих тіл**

*Тема 1 (Л 1).* Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення

**Тема 2 (Л 2, 3).** Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки  
**Тема 3 (Л 4, 5).** Контактна взаємодія твердих тіл  
**Тема 4 (Л 6).** Сухе тертя. Види, природа та основні закономірності  
**Тема 5 (Л 7, 8).** Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності.

**Модуль 2. Внутрішній стан та вихідні параметри трибологічних систем. Методи їх розрахунку та випробувань.**

**Тема 6 (Л 9, 10).** Внутрішній стан трибосистеми. Основні процеси та явища.  
**Тема 7 (Л 11).** Вихідні параметри трибосистеми. Основні поняття, умова та закономірності зовнішнього тертя.

**Тема 8 (Л 12, 13).** Вихідні параметри трибосистеми. Механізми руйнування та закономірності зношування.

**Тема 9 (Л 14, 15).** Методи розрахунку та випробування трибосистем.

**Лекції та практичні заняття**

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тиждень	Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних, семінарських та лабораторних занять
1	2	Лек. №1 Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення.	2	ПР-1. Розрахунок сили та коефіцієнту сухого тертя
2	2	Лек. №2. Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки	2	ЛР-1. Визначення коефіцієнтів сухого тертя різних конструкційних матеріалів
3	2	Лек. №3 Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки	2	ПР-1. Розрахунок сили та коефіцієнту сухого тертя
4	2	Лек. №4 Контактна взаємодія твердих тіл. Пружний контакт гладких тіл	2	ЛР-1. Визначення коефіцієнтів сухого тертя різних конструкційних матеріалів
5	2	Лек. №5. Контактна взаємодія твердих тіл. Контакт реальних твердих тіл	2	ПР-2. Розрахунок параметрів контакту твердих тіл різної форми
6	2	Лек. №6. Сухе тертя. Види, природа та основні закономірності	2	ЛР-2. Визначення коефіцієнта зчеплення в моделі контакту «колесо-рейка»
7	2	Лек. №7. Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності.	2	ПР-2. Розрахунок параметрів контакту твердих тіл різної форми
8	2	Лек. №8. Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності.	2	ЛР-2. Визначення коефіцієнта зчеплення в моделі контакту «колесо-рейка»
Модульний контроль № 1				
9	2	Лек. №9. Внутрішній стан трибосистеми. Класифікація та характеристики основних процесів та явищ.	2	ПР-3. Розрахунок параметрів трибосистем за різних видів мащення
10	2	Лек. №10. Внутрішній стан трибосистеми. Утворення, розвиток та властивості вторинних структур.	2	ЛР-3. Трибологічні випробування мастильних матеріалів на машині тертя ЧКМ
11	2	Лек. №11. Вихідні параметри трибосистеми. Основні поняття, умова та закономірності зовнішнього тертя.	2	ПР-3. Розрахунок параметрів трибосистем за різних видів мащення

12	2	Лек. №12. Вихідні параметри трибосистеми. Механізми руйнування поверхневих шарів деталей при терті	2	ЛР-4. Випробування трибосистем на машині тертя СМЦ-2
13	2	Лек. №13. Вихідні параметри трибосистеми. Основні закономірності зношування.	2	ЛР-4. Розрахунок товщини та несучої здатності граничної мастильної плівки
14	2	Лек. №14. Методи розрахунку трибосистем.	2	ЛР-4. Випробування трибосистем на машині тертя СМЦ-2
15	2	Лек. №15. Методи лабораторних та стендових випробувань трибосистем.	2	ЛР-4. Розрахунок товщини та несучої здатності граничної мастильної плівки
Модульний контроль № 2				
Залік				

## Правила оцінювання

Принцип формування оцінки з модульного контролю за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів		
Поточний контроль	Тестування	Сума балів за модуль
<b>до 60</b>	<b>до 40</b>	<b>до 100</b>
Поточний контроль:		
Активність на заняттях (лекціях, практичних, лабораторних)		40
Виконання додаткових практичних робіт та інших видів самостійної роботи		20
Підсумок за поточний контроль		до 60
<b>Підсумок за модульний контроль (поточний + тестування)</b>		<b>до 100</b>

### Розшифровка окремих складових оцінювання:

#### Відвідування лекційних занять та активність на них:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідав більше 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума балів, яку може набрати студент за цією складовою протягом модулю, складає 20.**

#### Відвідування практичних занять та активність на них:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідав більше 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. Оцінюються залежно від рівня та якості виконання їх студентом. За комплект практичних робіт, які входять в об'єм одного модуля, **студент може отримати до 15 балів.** В ці бали враховується якість підготовки студента до виконання робіт, індивідуальна активність при їх виконанні, відповіді на питання при захисті робіт, нестандартні рішення та творчий підхід.

#### Відвідування лабораторних занять та активність на них:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідав більше 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. Оцінюються залежно від рівня та якості виконання їх студентом. За комплект практичних робіт, які входять в об'єм одного модуля, **студент може отримати до 15 балів.** В ці бали враховується якість підготовки студента до виконання робіт, індивідуальна активність при їх виконанні, відповіді на питання при захисті робіт, нестандартні рішення та творчий підхід.

Самостійна робота (курсова робота): Не передбачено

#### Самостійна робота (інші види):

Оцінюється рівень засвоєння студентом розділів і питань курсу, які визначені для самостійного вивчення. Оцінювання проводиться шляхом перевірки самостійно складеного конспекту теми та опитування студента. **Максимальна кількість балів складає 10 за модуль.**

#### Модульне тестування:

Оцінюється за кількістю правильних відповідей на тестові модульні питання (20 питань в тесті, вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість складає 40 балів за модуль.**

#### Залік та підсумкове оцінювання:

Студент може отримати підсумкову семестрову оцінку за результатами 1-го та 2-го модульного контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульного тестування). Середнє арифметичне двох модульних оцінок є підсумковою оцінкою. Якщо студент не погоджується із запропонованою підсумковою оцінкою він може покращити її лише на одну сходинку шляхом складання заліку (при дистанційному навчанні – залікового тесту).

Підсумкова семестрова оцінка в екзаменаційній відомості та заліковій книжці (індивідуальному навчальному плані) студента, виставлена за 100-бальною шкалою, має переводитись до національної шкали («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкали ECTS згідно з таблицею нижче.

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - повторне вивчення курсу	<35	F

### **Команда викладачів:**

**Воронін Сергій Володимирович** (<http://www.kart.edu.ua/kafedra-bkvrn-ua/zav-kaf-bkvrn-ua>) – професор кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин, лектор з надійності машин в УкрДУЗТ. Отримав ступінь д.т.н. за спеціальністю 05.02.04 тертя та зношування в машинах у Хмельницькому національному університеті у 2015 році. Напрямок наукової діяльності: підвищення зносостійкості деталей машин, покращення якості паливо-мастильних матеріалів.

### **Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи

студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

## **Інтеграція студентів із обмеженими можливостями**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>