

Український державний університет залізничного транспорту

Затверджено  
рішенням вченої ради будівельного  
факультету

протокол № 1 від 30 серпня 2019 р

Рекомендовано  
на засіданні кафедри  
Будівельних, колійних та вантажно-  
розвантажувальних машин  
протокол № 1 від 30 серпня 2019 р.

## СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

# ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ ТА ТРИБОТЕХНІКИ

II семестр 2019-2020 навчального року

освітній рівень другий (магістр)

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма: - підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання (ПТБДКМО)

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)

Асистенти лектора:

Онопрейчук Дмитро В'ячеславович (доцент),

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 Фейербаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, 402 аудиторія.

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 машин 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:

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в області трибології та триботехніки, здатність до розуміння важливості трибофізичного забезпечення надійності машин);
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області проектування, виробництва та експлуатації машин з урахуванням досягнень трибології);
- 3. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування у студента знань про стан та перспективи розвитку трибології та триботехніки, впровадження нових антифрикційних та мастильних матеріалів з метою підвищення надійності машин);
- 4. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області підвищення зносостійкості та мастильної здатності за допомогою сучасних інформаційних джерел);
- 5. Комунікативну компетентність** (розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових досліджень в області підвищення зносостійкості деталей машин та покращення мастильної здатності оливи, вміння презентувати власний проект та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері);
- 6. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку нетрадиційних підходів до конкретної проблеми).

## Чому ви маєте обрати цей курс?

Сьогодні важко уявити фахівця в галузі механічної інженерії за напрямом – галузеве машинобудування, котрий не мав би знань, розумінь 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.

**Змістовий модуль 1.** Трибологічні аспекти механіки контактної взаємодії твердих тіл.

**Тема 1.** Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення.

**Тема 2.** Контактна взаємодія ідеальних твердих тіл при статичному контакті.

**Тема 3.** Пружний статичний контакт шорстких тіл.

**Тема 4.** Контакт реальних шорстких тіл при відносному переміщенні.

**Змістовий модуль 2. Процеси та явища, що протікають при терті твердих тіл.**

**Тема 5.** Будова та властивості твердих тіл та рідин.

**Тема 6.** Фізичні основи контактної взаємодії кристалічних твердих тіл.

**Тема 7.** Взаємодія рідин із поверхнею кристалічних твердих тіл.

**Тема 8.** Енергетична оцінка тертя. Зношування при терті.

### Модуль 2.

**Змістовий модуль 3. Конструкційні та мастильні матеріали триботехнічного призначення.**

**Тема 9.** Конструкційні матеріали триботехнічного призначення.

**Тема 10.** Мастильні матеріали та технічні рідини.

**Тема 11.** Конструкційні та мастильні матеріали як складові трибологічних систем

**Змістовий модуль 4. Триботехнічні методи забезпечення зносостійкості деталей машин. Методи трибологічних випробувань.**

**Тема 12.** Методи забезпечення зносостійкості та покращення властивостей конструкційних матеріалів триботехнічного призначення.

**Тема 13.** Напрями та методи покращення трибологічних властивостей мастильних матеріалів.

**Тема 14.** Методи та засоби досліджень трибологічних властивостей конструкційних та мастильних матеріалів

**Тема 15.** Технологія проведення стендових та експлуатаційних випробувань трибологічних систем машинобудівного призначення.

## 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 механічної складової сили тертя в рухомих з'єднаннях машин
2	2	Лек. №2. Контактна взаємодія ідеальних твердих тіл при статичному контакті	2	ЛР-1. Визначення коефіцієнту сухого тертя металевих деталей машин в залежності від зовнішнього навантаження
3	2	Лек. №3 Пружній статичний контакт шорстких тіл.	2	ПР-1. Розрахунок механічної складової сили тертя в рухомих з'єднаннях машин
4	2	Лек. №4 Контакт реальних шорстких тіл при відносному переміщенні.	2	ЛР-1. Визначення коефіцієнту сухого тертя металевих деталей машин в залежності від зовнішнього навантаження
5	2	Лек. №5. Будова та властивості твердих тіл та рідин.	2	ПР-2. Розрахунок молекулярної складової тертя в прецизійних парах машин
6	2	Лек. №6. Фізичні основи контактної взаємодії кристалічних твердих тіл.	2	ЛР-2. Визначення коефіцієнта граничного тертя металевих деталей машин в залежності від зовнішніх факторів
7	2	Лек. №7. Взаємодія рідин із поверхнею кристалічних твердих тіл.	2	ПР-2. Розрахунок молекулярної складової тертя в прецизійних парах машин
8	2	Лек. №8. Енергетична оцінка тертя. Зношування при терті	2	ЛР-2. Визначення коефіцієнта граничного тертя металевих деталей машин в залежності від зовнішніх факторів
Модульний контроль № 1				
9	2	Лек. №9. . Конструкційні матеріали триботехнічного призначення.	2	ПР-3. Розрахунок товщини граничної мастильної плівки на металевих поверхнях тертя
10	2	Лек. №10. Мастильні матеріали та технічні рідини.	2	ЛР-3. Вимірювання товщини мастильної плівки на металевій поверхні тертя
11	2	Лек. №11. Конструкційні та мастильні матеріали як складові трибологічних систем.	2	ПР-3. Розрахунок товщини граничної мастильної плівки на металевих поверхнях тертя
12	2	Лек. №12. Методи забезпечення зносостійкості та покращення властивостей конструкційних матеріалів триботехнічного призначення.	2	ЛР-4. Трибологічні випробування конструкційних та мастильних матеріалів на машинах тертя ЧКМ та СМЦ-2
13	2	Лек. №13. Напрями та методи покращення трибологічних властивостей мастильних матеріалів.	2	ПР-4. Оцінка збіжності результатів трибологічних випробувань мастильних матеріалів на машинах тертя
14	2	Лек. №14. Методи та засоби досліджень трибологічних властивостей конструкційних та мастильних матеріалів.	2	ЛР-4. Трибологічні випробування конструкційних та мастильних матеріалів на машинах тертя ЧКМ та СМЦ-2
15	2	Лек. №15. Технологія проведення стендових та експлуатаційних випробувань трибологічних систем машинобудівного призначення.	2	ПР-4. Оцінка збіжності результатів трибологічних випробувань мастильних матеріалів на машинах тертя
Модульний контроль № 2				
Іспит				

## 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
до 60	до 40	до 100
Поточний контроль:		
Відвідування занять. Активність на заняттях (лекціях, практичних, лабораторних)		40
Виконання додаткових практичних робіт та інших видів самостійної роботи		20
Підсумок за поточний контроль		до 60
Підсумок за модульний контроль (поточний + тестування)		до 100

### 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 15.**

#### 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 10 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):

Курсова робота оцінюється окремо. Робота виконується за індивідуальним завданням, яке студент отримує на початку семестру. Для виконання роботи студент користується методичними матеріалами та має можливість отримувати індивідуальні консультації від ведучого викладача, згідно розкладу консультацій. Захист курсової роботи відбувається наприкінці семестру в індивідуальному порядку, і може відбуватися прилюдно. Захист і отримання оцінки за виконання курсової роботи є обов'язковою умовою для отримання підсумкової семестрової оцінки.

#### *Розподіл балів за виконання курсової роботи*

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 25	до 25	до 50	до 100

#### 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 20 за модуль.**

#### Модульне тестування:

Оцінюється за кількістю правильних відповідей на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

#### Іспит та підсумкове оцінювання:

Студент може отримати підсумкову семестрову оцінку за результатами 1-го та 2-го модульного контролю шляхом накопичення балів, за умови успішного захисту курсової роботи. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульного тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає бал за іспит. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на одну сходинку шляхом складання іспиту.

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> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<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. Напрямки наукової діяльності: підвищення зносостійкості деталей машин, покращення якості паливо-мастильних матеріалів.

**Онопрейчук Дмитро В'ячеславович** (<http://www.kart.edu.ua/pro-kafedru-bkvrn-ua/kolectuv-kafedru-bkvrn/onopreychuk-dv-ua>) – доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин. Напрямки наукової діяльності: трибофізичне забезпечення надійності мобільних машин, нанотехнології, енергозберігаючі технології.

## **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/>