

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор  
Херсонської державної  
морської академії



Олена ДЯГИЛЕВА

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

<b>З освітнього компонента</b>	Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту
<b>Факультет</b>	Суднової енергетики
<b>Ступінь вищої освіти</b>	Доктор філософії
<b>Галузь знань</b>	J «Транспорт та послуги»
<b>Спеціальність</b>	J5 «Морський та внутрішній водний транспорт»
<b>Освітньо-наукова програма</b>	Транспортні технології: експлуатація, ремонт та управління рухом засобів водного транспорту
<b>Курс</b>	Другий
<b>Форма навчання</b>	Очна / заочна

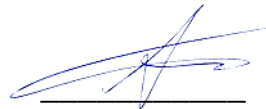
**Херсон – 2025**

Робочу навчальну програму освітнього компонента «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту» розробив згідно з освітньо-науковою програмою та навчальним планом підготовки «Доктор філософії», галузь знань J «Транспорт та послуги», спеціальність J5 «Морський та внутрішній водний транспорт», освітньо-наукова програма «Транспортні технології: експлуатація, ремонт та управління рухом засобів водного транспорту», д.т.н., проф. Букетов А.В., 12 с., мова навчання українська.

Програму розглянуто та ухвалено на засіданні кафедри транспортних технологій та механічної інженерії

Протокол № 1 від «3» вересня 2025 р.

Завідувач кафедри транспортних технологій та механічної інженерії

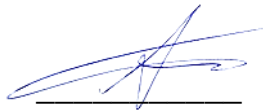


підпис

Андрій БУКЕТОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньо-наукової програми



підпис

Андрій БУКЕТОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Завідувач аспірантурою та докторантурою



підпис

Едуард АППАЗОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Завідувач навчально-методичного відділу



підпис

Валентина ЧЕРНЕНКО

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Рада із забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти ХДМА

Протокол № 1 від «18» вересня 2025 р.

### **Позначення та скорочення:**

**ІМО** – міжнародна морська організація;

**ЄКТС** – Європейська кредитно-трансферна система;

**АТ** – атестаційний тиждень;

**Л** – лекція;

**ПЗ** – практичне заняття;

**ОК** – освітній компонент

**ЛЗ** – лабораторне заняття.

## **1. Місце освітнього компонента в структурі освітньо-наукової програми**

Освітній компонент «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту» за навчальним планом є вибіркоким освітнім компонентом циклу професійної підготовки, блоку освітніх компонентів з набуття глибинних знань зі спеціальності. Загальна кількість годин – 120; 4,0 кредити, з них аудиторних 56 годин (28 годин лекційних, 28 – практичні, 64 – самостійна робота).

**Мета освітнього компонента .** Метою освітнього компонента є освоєння методів моделювання транспортних систем, принципів конструювання вузлів тертя у транспортних засобах, розуміння здобувачами основних теоретичних знань й практичних навичок при обиранні трибосистем для транспортних машин та механізмів і роботі з трибосистемами.

Передбачено надати загальні уявлення про принципи збільшення ресурсу роботи трибосистем при контактній взаємодії, екологічні та економічні аспекти трибології, методи дослідження процесу тертя та зношування

Вивчення освітнього компонента «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту» сприяє розширенню наукового світогляду, підвищенню загальної наукової культури та розвитку мислення та забезпечує знання, необхідні для розуміння процесів зношування у транспортних трибосистемах, аналізу можливостей збільшення ресурсу деталей транспорту, з якими здобувачу доведеться зустрічатися у своїй фаховій діяльності.

При викладанні освітнього компонента враховуються особливості навчального плану підготовки з даного напрямку, вимоги безперервності і наступності знань з моделювання, ідентифікації складних систем при вивченні спеціальних навчальних дисциплін.

**Методи навчання і викладання.** Під час викладання освітнього компонента перевага надається застосуванню як традиційної системи методів і прийомів, так і інноваційних інтерактивних методик (майстер-класи, науково-практичні семінари, наукові веб-семінари), інтерактивні лекції, ділові ігри, наукові дискусії, а також електронному навчанню в системі Moodle тощо.

Вивчення освітнього компонента «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту» спрямовано на формування наступних програмних результатів навчання (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 – Програмні результати навчання відповідно до освітньо-наукової програми

№	Основні програмні результати навчання, якими повинен оволодіти здобувач
1	Здатність трансформувати теоретичні знання у практичну площину
2	Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів у сфері транспортних технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках
3	Застосовувати необхідні математичні методи та моделі, комп'ютерні

	технології для виконання визначених завдань у галузі транспортних систем та технологій
4	Розробляти нові та вдосконалювати наявні науково-обґрунтовані стратегії і технології технічного обслуговування й ремонту засобів транспорту
5	Розробляти методи підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів та функціональних систем
6	Удосконалювати способи і технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту транспортної техніки
7	Розробляти нові технології та новітні матеріали для збільшення міжремонтного періоду експлуатації засобів транспорту

Міжпредметні зв'язки освітнього компонента «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту» з іншими освітніми компонентами освітньо-наукової програми наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Міжпредметні зв'язки, які забезпечуються (наступними) освітніми компонентами.

№	Освітній компонент
Попередні освітні компоненти	
1	Інформаційні технології в науковій діяльності
2	Ремонт засобів транспорту з використанням нових технологій та матеріалів
3	Методи діагностики, контролю надійності транспортних систем та засобів
Наступні освітні компоненти	
4	Відсутні, враховуючи закінчення освітньої складової ОНП

У результаті засвоєння освітнього компонента здобувачі повинні

**знати:**

- нові технології для збільшення міжремонтного періоду експлуатації засобів транспорту;
- новітні матеріали для збільшення міжремонтного періоду експлуатації засобів транспорту;
- стратегічні плани щодо сфер застосування науково-дослідних розробок.

**вміти:**

- трансформувати теоретичні знання у практичну площину;
- виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів у сфері транспортних технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках;
- застосовувати необхідні математичні методи та моделі, комп'ютерні технології для виконання визначених завдань у галузі транспортних систем та технологій;

- розробляти методи підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів та функціональних систем.

***отримати навички:***

- застосування необхідних математичних методів та моделей, комп'ютерних технологій для виконання визначених завдань у галузі транспортних систем та технологій;

- удосконалення способів і технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту транспортної техніки;

- удосконалення наявних науково-обґрунтованих стратегій і технологій технічного обслуговування й ремонту засобів транспорту.

## 2. Зміст освітнього компонента

Опис освітнього компонента «Триботехнології для збільшення ресурсу деталей транспорту»

Таблиця 2.1. Опис освітнього компонента очної форми навчання

Термін вивчання освітнього компонента		Обсяг освітнього компонента		Розподіл академічних годин за видами занять очної форми навчання					Контроль знань		
Курс	Семестр	Всього академічних годин	Кредити ECTS	Аудиторні заняття				Самостійна робота	Вид індивідуального завдання	Залік	Іспит
				Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Семінарські заняття				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	4	120	4	28	28	-	-	64	-	+	-

Таблиця 2.2. Опис освітнього компонента заочної форми навчання

Термін вивчання освітнього компонента		Обсяг освітнього компонента		Розподіл академічних годин за видами занять заочної форми навчання					Контроль знань		
Курс	Семестр	Всього академічних годин	Кредити ECTS	Аудиторні заняття				Самостійна робота	Вид індивідуального завдання	Залік	Іспит
				Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Семінарські заняття				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	4	120	4	6	6	-	-	108	-	+	-

### 3. Структура освітнього компонента

Таблиця 3.1. Зміст та опис освітнього компонента

№ з/п	Назва розділів та тем	Обсяг годин					
		Очна форма навчання			Заочна форма навчання		
		Лекція	ПЗ	СР	Лекція	ПЗ	СР
1	2	3	5	6	7	9	10
1	<b>Тема 1.</b> Загальні відомості про композити у вузлах тертя транспортних систем	2	–	4	0,5	–	6
2	<b>Тема 2.</b> Ресурс роботи трибосистем при контактній взаємодії	2	–	4	0,5	–	6
3	<b>Тема 3.</b> Тертя та зношування деталей транспорту	2	–	4	0,5	–	6
4	<b>Тема 4.</b> Метод аналізу розмірностей при моделюванні транспортних систем	2	–	4	0,5	–	6
5	<b>Тема 5.</b> Полімерні композити для транспортних трибосистем	2	–	4	0,5	–	6
6	<b>Тема 6.</b> Наплавлення і напилення покриттів для транспортних трибосистем	2	–	4	0,5	–	6
7	<b>Тема 7.</b> Лазерне зміцнення. Іонно-плазмова обробка	4	–	4	0,5	–	6
8	<b>Тема 8.</b> Мазильні матеріали	2	–	4	0,5	–	6
9	<b>Тема 9.</b> Трибометрія і трибодіагностика	4	–	4	0,5	–	5
10	<b>Тема 10.</b> Методи дослідження на тертя та зношування	2	–	4	0,5	–	5
11	<b>Тема 11.</b> Принципи конструювання вузлів тертя у транспортних засобах	2	–	4	0,5	–	5
12	<b>Тема 12.</b> Екологічні та економічні аспекти трибології	2	–	4	0,5	–	5
13	<b>Тема ПЗ 1.</b> Вибір трибосистем для транспортних машин та механізмів	–	8	4	–	2	10
14	<b>Тема ПЗ 2.</b> Проектування і конструкційне оформлення вузлів тертя транспортних трибопар	–	6	4	–	2	10
15	<b>Тема ПЗ 3.</b> Моделювання процесів тертя	–	6	4	–	1	10
16	<b>Тема ПЗ 4.</b> Оцінка економічної ефективності і екологічної безпеки трибосистем транспортних засобів	–	8	4	–	1	10
<b>Всього</b>		28	28	64	6	6	108



#### 4. Рейтингова система для оцінювання успішності аспірантів

Для оцінювання успішності здобувачів очної та заочної форми навчання використовується рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання всіх запланованих видів робіт.

Таблиця 4.1. Бальні оцінки для елементів контролю очної форми навчання

Елементи навчальної діяльності	Кількість занять	Максимальний бал	Всього балів за семестр
Виконання та захист практичних робіт	4	20	80
Заохочувальні бали (наукова, позапланова робота). Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента	1	20	20
Всього максимум за семестр			100
Формою підсумкового контролю є залік. Здобувачі допускаються до складання заліку за умови виконання усіх теоретичних, практичних та індивідуальних робіт з освітнього компонента .			

Таблиця 4.2. Бальні оцінки для елементів контролю заочної форми навчання

Елементи навчальної діяльності	Кількість занять	Максимальний бал	Всього балів за семестр
Виконання та захист практичних робіт	4	20	80
Заохочувальні бали (наукова, позапланова робота). Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента	1	20	20
Всього максимум за семестр			100
Формою підсумкового контролю є залік. Здобувачі допускаються до складання заліку за умови виконання усіх теоретичних, практичних та індивідуальних робіт з освітнього компонента .			

#### **Виконання та захист практичних робіт (очна/заочна).**

Для здобувачів **очної і заочної форми** навчання передбачено виконання 4-х практичних робіт, які оцінюються від 0 до 20 балів:

- за правильне виконання практичної роботи з наданням повної відповіді – 17...20 балів;
- за правильне виконання практичної роботи з наданням неповної відповіді – 16...10 балів;

- за правильне виконання практичної роботи без надання відповіді – 7...9 балів;
- за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та з наданням неповної відповіді – 1...6 балів;
- за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та без надання відповіді – 0 балів.

**Заохочувальні бали (наукова, позапланова робота). Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента .**

*Для здобувачів очної та заочної форм навчання передбачено заохочувальні бали (наукова, позапланова робота). Здобувачам пропонується виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента . Це може бути підготовка до участі у міжнародній науковій конференції з доповіддю що відповідає плану освітнього компонента .*

Таблиця 4.3. Розподіл балів за виступ в аудиторії

Кількість балів за показник					Максимальна кількість балів
Повнота опрацьованого матеріалу	Вміння відповідати на поставлені запитання		Новизна		20
5	5	0	10	0	

**5. Питання для проведення підсумкового контролю знань**

1. Основи теорії твердого тіла
2. Зміна властивостей матеріалів залежно від температури
3. Механічні властивості матеріалів
4. Види руйнування
5. Топографія поверхні тертя
6. Види нерівностей поверхні деталей машин
7. Механіка контактної взаємодії твердих тіл
8. Зовнішнє тертя
9. Теорія зовнішнього тертя
10. Тертя зсуву і кочення
11. Сили і коефіцієнт тертя
12. Кочення пружних тіл
13. Розподіл нормальних і тангенціальних напруг
14. Класифікація видів зношування
15. Класи зносостійкості
16. Моделі і кінетика руйнування фрикційного контакту
17. Особливості зношування полімерних матеріалів
18. Види зношування
19. Види мастил
20. Тепловий баланс
21. Критерії оцінки працездатності підшипників ковзання
22. Основні режими тертя

23. Металічні матеріали для вузлів тертя
24. Полімерні композити для підшипників тертя
25. Напилення зносостійких покриттів
26. Лазерна та іонно-плазмова обробка
27. Пристрої для трибодосліджень
28. Трибометрія і трибодіагностика
29. Вибір раціональних режимів навантаження пар тертя
30. Економічні та екологічні аспекти трибології на транспорті

## 6. Рекомендована література

### Основна:

1. Диха О. В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибосистем: монографія. Хмельницький: ХНУ. 2021. 178 с.
2. Jamshidi, R., Heidarpour, A., Aghamohammadi, H., Eslami-Farsani, R.: Improvement in the mechanical and tribological behavior of epoxy matrix with the inclusion of synthesized Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub> MAX particles. J. Compos. Mater. 2019. 53. P. 3819–3827.
3. Закалов, О.В. Триботехніка і підвищення надійності машин. Тернопіль: ТДТУ. 2000. 354 с.
4. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. К.: Техніка. 1970. 396с.
5. Кондрачук М.В., Хабутель В.Ф., Пашечко М.І., Корбут Є.В. Трибологія. К.: Вид-во Національного Авіаційного університету «НАУ-друк». 2009. 232 с.
6. Belloa S.A., Agunsoyeb J.O., Hassana S.B., et. al. Epoxy Resin Based Composites, Mechanical and Tribological Properties: A Review. Tribology in Industry. 2015. 37(4). P. 500-524.
7. Каплун В.Г., Паршенко К.А. Дослідження зносостійкості конструкційних сталей в водному середовищі при терті в парі з пропиленом. Проблеми трибології. 2012. № 4. С. 118-122.
8. Сіренко Г.О., Солтис Л.М., Кириченко В.І. Фізико-хемія та трибологічні властивості полімерних композитів, наповнених карбонізованими волокнами з Cu, Ni, Cu-Ni, Ni-Cu покриттями. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Сер.: Хімія. Івано-Франківськ. 2012. Вип. XV. С. 132-149.
9. Костецкий, Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев.: Техника, 1970. 396 с.

### Допоміжна:

1. Ruilin Xie, Ruisheng Guo, Wenjing Ouyang, Chenyu Qiao, Jingyu Kang, Xuqing Liu. Mechano-assisted ionic liquid-modified MXene enhances tribological properties of waterborne epoxy coatings. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2025. 725. 137572.
2. Букетов А.В., Браїло М.В., Алексенко В.Л. Епоксидні композити трибологічного призначення: монографія. Херсон: ХДМА. 2017. 200с.
3. Buketov, A., Brailo, M., Yakushchenko, S., Sapronov, O., Vynar, V., Bezbakh, O., Negrutsa, R.: Investigation of Tribological Properties of Two-Component Bidisperse Epoxy-Polyester Composite Materials for Its Use in the Friction Units of Means of Sea Transport. Period. Polytech. Mech. Eng. 2019. 63, 171–182.
4. Brailo M., Buketov A., Yakushchenko S., Sapronov O., Vynar V., Kobelnik O. The Investigation of Tribological Properties of Epoxy-Polyether Composite Materials for Using in the Friction Units of Means of Sea Transport. Mater. Perform. Charact. 2018. 7, 275–299.

5. Wang L.L., Zhang L.Q., Tian M. Mechanical and tribological properties of acrylonitrile-butadiene rubber filled with graphite and carbon black. Mater Des. 2012. №39. P. 450–457.

**Інформаційні ресурси:**

1. <https://www.scopus.com/pages/publications/105011971548>
2. <https://core.ac.uk/download/pdf/60787657.pdf>
3. <https://www.scopus.com/pages/publications/85211383791>