

**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

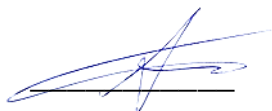
З освітнього компонента	Нанокompозитні матеріали
Факультет	Суднової енергетики
Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G8 «Матеріалознавство»
Освітньо-наукова програма	«Матеріалознавство»
Курс	Другий
Форма навчання	Очна / заочна

Робочу навчальну програму освітнього компонента «Нанокомпозитні матеріали» розробили згідно з освітньо-науковою програмою та навчальним планом підготовки «Доктор філософії», галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво», спеціальність G8 «Матеріалознавство», д.т.н., проф. Букетов А.В., PhD, доц. Соценко В.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

Олександр САПРОНОВ

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;

ЛЗ – лабораторне заняття.

1. Місце освітнього компонента в структурі освітньо-наукової програми

Освітній компонент «Нанокompозитні матеріали» за навчальним планом є основним освітнім компонентом циклу професійної підготовки, блоку освітніх компонентів з набуття глибинних знань зі спеціальності. Загальна кількість годин 90, 3,0 кредити, з них аудиторних 42 годин (28 годин лекційних, 14 – практичні, 48 годин – самостійна робота).

Метою вивчення освітнього компонента є формування системи професійних знань та вмінь з технологій формування та властивостей нанокompозитних матеріалів, які можуть бути застосовані під час практичної роботи на суднах морського та річкового флотів.

Передбачається надати загальні уявлення про конструкційні нанокompозитні матеріали (НКМ), про існуючі методи і можливості оцінки та формування властивостей матеріалів, поведінки матеріалів в умовах експлуатації, про актуальні проблеми в експлуатації, про актуальні економічні аспекти використання тих чи інших НКМ в транспортній галузі.

Освітній компонент «Нанокompозитні матеріали» тісно пов'язаний з такими освітніми компонентами як:

- Іноземна мова (англійська) для академічних цілей;
- Матеріалознавство;
- Технологія матеріалів;
- Нові матеріали в техніці;
- Методи підвищення корозійної стійкості матеріалів (вибіркова);
- Захисні покриття конструкційних матеріалів (вибіркова);
- Технологічні матеріали для вузлів тертя (вибіркова);
- Модифіковані енергетичними полями полімерні композити (вибіркова);

Робоча програма з освітнього компонента «Нанокompозитні матеріали» складена у відповідності до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії зі спеціальності G8 «Матеріалознавство» і враховує особливості навчального плану підготовки з даного напрямку, вимоги безперервності і наступності знань при переході до вивчення наступних освітніх компонентів .

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 (<https://mdl.ksma.ks.ua/course/view.php?id=3351>) тощо.

Вивчення освітнього компонента «Нанокompозитні матеріали» спрямоване на формування наступних програмних результатів навчання (таблиця 1.1):

Таблиця 1. Компетентнісні вимоги до умінь фахівців відповідно до освітньо-наукової програми

№	Основні програмні результати навчання, якими повинен оволодіти здобувач
1	ПРН 03. Узагальнити плани управління матеріальними ресурсами для забезпечення наукових досліджень
2	ПРН 10. Модифікувати набуті знання та навички
3	ПРН 43. Застосувати державні стандарти якості процесів, продукції на підприємстві
4	ПРН 44. Продемонструвати знання міжнародних стандартів якості (ISO)
5	ПРН 45. Підготувати проєктну інформацію у відповідності до встановлених законодавством правил і норм
6	ПРН 46. Вибирати програмні та технічні засоби при проєктуванні нових матеріалів
7	ПРН 48. Застосувати знання й практичні навички щодо техніко-економічного обґрунтування вибору сировини, устаткування технологічних об'єктів та оптимізації параметрів їх функціонування
8	ПРН 50. Виконати дослідження ринку сучасних матеріалів та технологій
9	ПРН 51. Проєктувати сучасні ефективні матеріали і прогнозувати їх властивості при експлуатації з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій
10	ПРН 52. Вирішити задачі інноваційного характеру за допомогою сучасних програмних та технічних засобів

У результаті засвоєння освітнього компонента здобувачі повинні

знати:

- основні відомості про нанокompозитні матеріали, їх властивості, масштаби і галузі застосування та поведінки в експлуатаційних умовах;
- методи спрямованої зміни властивостей конструкційних нанокompозитних матеріалів;
- існуючі проблеми та тенденції в галузі наноматеріалів та технологій;

вміти:

- самостійно працювати з довідковою та навчально-методичною літературою;
- застосовувати математичні та статистичні методи при обробці експериментальних результатів дослідження;
- реалізовувати нові ідеї у сфері розроблення наноматеріалів і нанокompозитів;
- застосовувати новітні наукові методи й підходи щодо управління структурою нанокompозитів;
- застосовувати навички, принципи та методики комплексних досліджень і діагностики нанокompозитів і технологічних процесів їх виробництва;

-інтерпретувати різні спеціальні терміни в галузі технологій та нанокompозитних матеріалів.

отримати навички:

- самостійної роботи з державними стандартами, навчальною, навчально-методичною і іншою технічною літературою;

- вживання та розуміння спеціальних термінів в галузі технологій нанокompозитного матеріалознавства;

- дослідження механічних властивостей нанокompозитних матеріалів;

- визначення температур плавлення, кристалізації та фазових перетворень ста нанокompозитних матеріалів;

- оцінки поведінки матеріалів в різних умовах експлуатації;

- вибору нанокompозитних матеріалів при ремонті обладнання.

2. Зміст освітнього компонента

Опис освітнього компонента «Нанокompозитні матеріали»

Таблиця 2.1. Опис освітнього компонента очної форми навчання

Термін вивчення 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
1	3	90	3	28	14	-	-	48	-	-	+

Таблиця 2.2. Опис освітнього компонента заочної форми навчання

Термін вивчення 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
1	3	90	3	6	6	-	-	78	-	-	+

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	Тема 1. Вступ. Нанокompозитні матеріали, основні положення. Історія розвитку науки про композити	2	–	4	0,5	–	6
2	Тема 2. Нанокompозити і покриття на їх основі	2	–	4	0,5	–	6
3	Тема 3. Механічні властивості нанокompозитних матеріалів та методи їх визначення	4	–	4	0,5	–	6
4	Тема 4. Технологічні основи формування нанокompозитних матеріалів	4	–	4	0,5	–	6
5	Тема 5. Структура і властивості полімерних нанокompозитів	4	–	4	1	–	6
6	Тема 6. Корозія. Корозійна тривкість нанокompозитних матеріалів	4	–	4	1	–	6
7	Тема 7. Процеси зношування матеріалів. Способи відновлення деталей після зношування	4	–	4	1	–	6
8	Тема 8. Неметалеві матеріали, їх характеристики та застосування	4	–	4	1	–	6
9	Тема ПЗ 1. Визначення часового опору розриву (межі міцності) та пластичності нанокompозитних матеріалів.	–	4	4	–	2	6
10	Тема ПЗ 2. Визначення твердості нанокompозитних матеріалів методами Бринелля та Роквелла.	–	4	4	–	2	8
11	Тема ПЗ 3. Вивчення мікроструктури нанокompозитних матеріалів	–	4	4	–	1	8
12	Тема ПЗ 4. Дослідження природи фізичних та хімічних зв'язків полімерних нанокompозитів	–	2	4	–	1	8
Всього		28	14	48	6	6	78

4. Рейтингова система для оцінювання успішності здобувачів

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

III семестр			
Елементи навчальної діяльності	Кількість практичних робіт	Максимальний бал	Всього балів за семестр
Виконання та захист практичних робіт	4	10	40
Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента	1	10	10
Складання іспиту	1	50	50
Всього максимум за семестр			100
Формою підсумкового контролю є іспит. Здобувачі вищої освіти допускаються до складання іспиту за умови виконання усіх теоретичних та індивідуальних робіт з освітнього компонента .			

Таблиця 4.2. Бальні оцінки для елементів контролю заочної форми навчання

III семестр			
Елементи навчальної діяльності	Кількість практичних робіт	Максимальний бал	Всього балів за семестр
Виконання та захист практичних робіт	4	10	40
Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента	1	10	10
Складання іспиту	1	50	50
Всього максимум за семестр			100
Формою підсумкового контролю є іспит. Здобувачі вищої освіти допускаються до складання іспиту за умови виконання усіх теоретичних 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 10 балів:

за правильне виконання практичної роботи з наданням повної відповіді – 10...8 балів;

за правильне виконання практичної роботи з наданням неповної відповіді – 7...5 балів;

за правильне виконання практичної роботи без надання відповіді – 6...9 балів;

за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та з наданням неповної відповіді – 4...2 балів;

за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та без надання відповіді – 1...0 балів.

Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента .

Для здобувачів очної та заочної форм навчання передбачено 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 для очної та заочної форм навчання

Кількість балів за показник					Максимальна кількість балів
Повнота опрацьованого матеріалу	Вміння відповідати на поставлені запитання		Новизна		10
5	3	0	2	0	

Складання іспиту.

Для здобувачів вищої освіти наукового ступеня «Доктор філософії» передбачено складання іспиту. Іспит передбачає співбесіду з викладачем. Максимальна кількість балів 50 балів.

5. Питання для проведення підсумкового контролю знань

1. Будова нанокомпозитних матеріалів. Види дефектів кристалічної і аморфної будови матеріалів та їх вплив на властивості.
2. Поняття про фізичні, хімічні, механічні та технологічні властивості нанокомпозитних матеріалів.
3. Макроскопічний та мікроскопічний аналіз нанокомпозитних матеріалів.
4. Поняття про полімерні нанокомпозити. За яких умов компоненти у твердому стані можуть утворювати тверді полімери.
Характеристика полімерів. Схема їх будови. Поняття про точку гелеутворення.
5. Характеристика кристалічних полімерів. Схема їх будови. Поняття про нанонаповнені полімерні композити.
6. Поняття про діаграми стану матеріалів. Методи побудови діаграм стану матеріалів. Що можна визначити за допомогою діаграми стану?
7. Зв'язок між властивостями матеріалів та їх структурою.
8. Поняття про корозію. Її класифікація, природа, методи боротьби з продуктами корозії.
9. Класифікація нанокомпозитів за методами боротьби з корозією.
10. Вплив домішок на властивості антикорозійних покриттів.
11. Переваги і недоліки полімерних нанокомпозитних покриттів.
12. Способи формування антикорозійних наноматеріалів.
13. Методи дослідження корозійної тривкості захисних покриттів.
14. Класифікація і природа зносу.
15. Властивості і полімерних композитів у вигляді зносостійких покриттів.
16. Гідроабразивне зношування. Природа, фактори інтенсифікації.
17. Абразивне зношування. Його природа.
18. Характеристика нанокомпозитних зносостійких покриттів.
19. Методи дослідження гідро- абразивної зносостійкості матеріалів.
20. Композиційні матеріали, їх класифікація та властивості.
21. Полімери, їх будова, властивості та застосування.
22. Пластичні маси, їх види, будова, властивості та застосування.
23. Гума, її властивості види та використання.
24. Впровадження новітніх полімерних нанокомпозитних матеріалів і покриттів на їх основі у річковому та морському транспорті.

6. Рекомендована література

Основна література:

1. Сусліков Л.М., Дьордяй В.С. Фізика і технологія наноматеріалів. Ужгород: Говерла. 2023. 437 с.
2. Донцова Т.А., Літинська М.І., Феденко Ю.М. Нанохімія і наноматеріали: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2021. 170 с.
3. Миронюк О.В., Черняк Л.П., Мельник Л.І., Дорогань Н.О., Баклан Д.В. Передові композитні матеріали та супергідрофобні поверхні. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2024. 229 с.
4. Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої. Київ: «Інтерсервіс». 2015. 350 с.
5. Назаров О.М., Нищенко М.М. Наноструктури та нанотехнології. К.: НАУ. 2012. 248 с.
6. Егорова Е.М. Наночастицы металлов в растворах: биохимический синтез и применение. Нанотехника. 2004. № 1. С. 15-26.
7. Боровий М.О., Каленик О.О., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л. Невпорядковані системи та квазікристали. К.: «Інтерсервіс». 2014. 228 с.
8. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Лысов В.И. Кластерные и наноструктурные материалы. Т. 2. Киев: Академперіодика. 347. 2002. 540 с.
9. Шпак А.П., Черемской П.Г., Куницький Ю.А., Соболев О.В. Кластерные и наноструктурные материалы. Том 3. Пористость как особое состояние самоорганизованной структуры в твердотельных наноматериалах. К: Академперіодика. 2005. 520 с.

Додаткова література:

1. Букетов А.В., Сапронов О.О., Алексенко В.Л. Епоксидні нанокompозити: монографія. Херсон: ХДМА. 2015. 184 с.
2. Букетов А.В., Сапронов О.О., Браїло М.В., Букетова Н.М., Dulebová L., Алексенко В.Л., Яцюк В.М. Відновлення засобів транспорту фулереновмісними епоксикompозитами. Херсон: ХДМА. 2018. 164 с.
3. Сапронов О.О., Букетов А.В., Лещенко О.В., Сапронова А.В. Нановуглецевовмісні епоксикompозити для збільшення ресурсу роботи деталей водного транспорту. Херсон : ХДМА. 2022. 132 с.
4. Torres-Martínez, L. M. (Ed.). Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications. Springer. 2021. 3786. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-36268-3>.
5. Sharma S., Jahanzaib M., Lee J., Park D. Nanomaterial/Nanocomposite for Green Energy Application. In: Dave, V., Kuila, A. (eds) Nanomaterials as a Catalyst for Biofuel Production. Clean Energy Production Technologies. Springer. Singapore. 2025. https://doi.org/10.1007/978-981-96-1706-7_11

Інформаційні ресурси:

1. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94774-3_21
2. <https://doi.org/10.3390/polym15163449>
3. <https://doi.org/10.3390/polym14163275>