

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ФІТА

Олег ПОЛІЩУК

Підпис

1 вересня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інженерія поверхні

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G8 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Триботехнічне матеріалознавство

Обсяг дисципліни – 6 кредитів ЕКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.01

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт*	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЕКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	1	6	180	50	16	34			130			+	
Разом ДФ			6	180	50	16	34			130			1	
З	1	1	6	180	18	10	8			162			+	
Разом ЗФ			6	180	18	10	8			162			1	

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Триботехнічне матеріалознавство» за спеціальністю G8 «Матеріалознавство»

Робоча програма складена _____ д-р.техн.наук, проф. Олександр ДИХА
Підпис автора

Схвалена на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства
Протокол від 28 серпня 2025 р. № 1. Зав. кафедри _____ Олександр ДИХА
Підпис

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інженерії, транспорту та архітектури
Протокол від 29 серпня 2025 р. № 1.

/Голова вченої ради факультету _____ Олег ПОЛІЩУК
Підпис

Хмельницький 2025

2 ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва факультету	Підпис	Ім'я, ПРИЗВИЩЕ
Завідувач кафедри трибології,автомобілів та матеріалознавства, д-р.техн.наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Олександр ДИХА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р.техн.наук, проф.	Факультет інженерії, транспорту та архітектури		Ілона ДРАЧ

З ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Інженерія поверхні» є обов'язковою дисципліною фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо- професійною програмою «Триботехнічне матеріалознавство» в межах спеціальності G8 «Матеріалознавство».

Пререквізити – вихідна.

Постреквізити – ОФП.04 Методи трибологічних випробувань матеріалів; ОФП.05 Переддипломна практика; ОФП.06 Кваліфікаційна робота

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечити:

–компетентності: здатність розв'язувати складні задачі та проблеми з матеріалознавства у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог (ІК); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02); прагнення до збереження навколишнього середовища ((ЗК 08); здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення (ФК 01); здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту (ФК 02); здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується (ФК 03); здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах) (ФК 05); здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації (ФК 09); здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів (ФК 11); здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері матеріалознавства, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти (ФК 12); здатність розробляти, аналізувати та впроваджувати інженерні рішення для модифікації поверхонь матеріалів, використовуючи високоенергетичні зміцнювальні технології з метою підвищення трибологічних характеристик та зносостійкості (УК 01); здатність діяти на засадах сталого розвитку та громадянської відповідальності з урахуванням Цілей сталого розвитку, включаючи екологічну, економічну та соціальну складову професійної діяльності (УК 03).

–програмні результати навчання: розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій (ПРН 01); виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі (ПРН 02); приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики (ПРН 05); розробляти та реалізовувати проекти у сфері матеріалознавства та з дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та потрібні ресурси, планувати роботи, організовувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності (ПРН 07); застосувати методи LCA-аналізу, еко- аудиту, підходів стійкого розвитку під час розробки нових матеріалів та впровадження нових технологій (ПРН 09); формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів (ПРН 12); обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів (ПРН 14); проєктувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів (ПРН 15); розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів (ПРН 17); збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її (ПРН 18); Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів

і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання (ПРН 19); формулювати, розробляти, обґрунтовувати та реалізовувати інженерні рішення щодо модифікації поверхонь матеріалів із застосуванням сучасних високоенергетичних зміцнювальних технологій для підвищення їх трибологічних властивостей і зносостійкості з урахуванням специфіки експлуатаційних умов (ПРН 20); планувати та здійснювати комплексні трибологічні випробування матеріалів і покриттів, аналізувати та інтерпретувати результати для обґрунтування рішень щодо їх застосування, а також впроваджувати сучасні технології відновлення і підвищення зносостійкості деталей з урахуванням умов експлуатації (ПРН 21); обґрунтовувати та впроваджувати інженерні рішення у сфері матеріалознавства з урахуванням принципів сталого розвитку, включаючи відповідальне використання ресурсів, екологічну безпеку та соціальні аспекти, відповідно до Цілей сталого розвитку (ПРН 22).

Мета дисципліни – набуття здобувачами теоретичних знань і практичних умінь і навичок у сфері інженерії поверхні щодо розроблення, дослідження та застосування технологій модифікації поверхонь матеріалів для забезпечення заданого комплексу експлуатаційних і трибологічних властивостей виробів.

Предмет дисципліни – функціональні покриття та сучасні методи модифікації поверхні матеріалів.

Завдання дисципліни: формування знань і практичних навичок з аналізу умов експлуатації об'єктів модифікації, обґрунтованого вибору технологій відновлення та зміцнення поверхневих шарів, а також методів контролю якості й оцінювання властивостей поверхні.

Результати навчання.

Після вивчення дисципліни здобувач має: розуміти та застосовувати принципи системного аналізу і встановлювати причинно-наслідкові зв'язки у науково-технічних задачах; виявляти, формулювати та розв'язувати матеріалознавчі проблеми; приймати обґрунтовані рішення в нових умовах із оцінюванням ризиків; розробляти та реалізовувати проєкти, планувати роботи й організовувати діяльність виконавців; застосовувати підходи сталого розвитку, LCA- аналіз та екоаудит; розв'язувати задачі розробки, виготовлення, випробування та утилізації матеріалів і виробів; обґрунтовувати та контролювати їх показники якості; проєктувати матеріали й використовувати фізико-математичні моделі процесів; розв'язувати прикладні задачі обробки та експлуатації матеріалів; здійснювати пошук, аналіз і оцінювання науково-технічної інформації; розробляти дизайн матеріалів і виробів з урахуванням умов експлуатації; впроваджувати інженерні рішення щодо модифікації поверхонь і підвищення трибологічних властивостей; планувати та проводити трибологічні випробування і впроваджувати технології відновлення зносостійкості; обґрунтовувати рішення з урахуванням екологічних, ресурсних і соціальних аспектів сталого розвитку.

4 СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	Лекції	Лабор. роботи	СРС	Лекції	Лабор. роботи	СРС
Тема 1. Сучасні технології інженерії поверхні та класифікація покриттів	2		20	2		27
Тема 2. Структура, сумісність і методи дослідження функціональних покриттів	2	6	22	2	2	27
Тема 3. Вплив експлуатаційних середовищ на властивості та довговічність покриттів	2	8	22	2	2	27
Тема 4. Проектування функціональних покриттів та їх високотемпературна міцність, зносостійкість і втомна довговічність	4	8	22	2	2	27
Тема 5. Післяобробка, контроль якості та методи оцінювання стану функціональних покриттів	4	6	22	2	2	27
Тема 6. Механіка руйнування та тріщиностійкість систем «основа–покриття»	2	6	22			27
Разом:	16	34	130	10	8	162

5 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1 Зміст лекційного курсу

Перелік лекцій для здобувачів денної форми здобуття освіти

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Сучасні технології інженерії поверхні та класифікація покриттів. Основні визначення. Класифікація методів інженерії покриття. Основні способи нанесення покриттів. Сучасний стан і перспективи розвитку. Екологізація галузі. Загальні принципи комбінованого зміцнення та захисту деталей машин та конструкцій. Екологічний менеджмент у виробничих процесах зміцнення. [1, с. 5–32; 2, с. 5–22; 5, с. 7–25; 8, р. 1–36; 9, с. 5–24; 12, с. 5–28]	2
2	Структура, сумісність і методи дослідження функціональних покриттів. Конструкції покриттів. Покриття з багатокомпонентною структурою. Сумісність матеріалів основи і покриття з точки зору принципової можливості утворення покриття. Методи і особливості досліджень покриттів. Фактори, що впливають на міцність твердого тіла із штучним покриттям функціонального призначення. [1, с. 33–68; 2, с. 23–48; 5, с. 26–58; 8, р. 37–88; 10, с. 25–56; 13, с. 32–37]	2
3	Вплив експлуатаційних середовищ на властивості та довговічність покриттів. Групи середовищ. Неактивні середовища; поверхнево-активні середовища; корозійно - активні середовища. Радіаційні середовища. Корозійна стійкість покриттів. [1, с. 69–94; 3, с. 83–112; 5, с. 59–86; 6, с. 73–106; 8, р. 89–142; 15]	2

4	Високотемпературна міцність і втомне руйнування матеріалів з покриттями. Покриття при високих температурах. Основні вимоги до високотемпературних покриттів. Міцність жароміцних і керамічних матеріалів. Фізико-механічні властивості композиційних матеріалів. Пластичність і повзучість матеріалів з покриттями. Пластичність осаджених плівок. Повзучість напилених покриттів. Міцність матеріалів з плазовими покриттями при статичних випробуваннях. Руйнування матеріалів при втомі. Загальні поняття втоми. Кінетика тріщиноутворення і руйнування матеріалів з покриттями. [1, с. 95–132; 2, с. 49–78; 5, с. 87–126; 6, с. 107–145; 8, р. 143–214; 9, с. 167–214; 14]	2
5	Проектування та властивості функціональних і зносостійких покриттів. Твердість і знос. Розробка складу і структури зносостійких композиційних покриттів. Принципи проектування зносостійких покриттів. Жаростійкі електроізоляційні керамічні покриття. Оптичні покриття. Питомий електроопір металевих покриттів. [1, с. 133–168; 2, с. 79–103; 5, с. 127–165; 8, р. 215–286; 9, с. 215–276; 10, с. 57–120; 13]	2
6	Післяобробка покриттів та контроль їх якості. Способи наступної термодифузійної обробки покриттів. Методи контролю покриттів в різних умовах експлуатації. Хімічна стійкість, термомеханічна стійкість покриттів. Регулювання проникнення рідини, газів у покриття. [4, с. 35–82; 5, с. 166–197; 6, с. 146–178; 8, р. 287–324; 10, с. 90–120; 12, с. 82–134; 14]	2
7	Внутрішнє тертя як метод оцінювання стану покриттів і матеріалів. Загальні положення щодо внутрішнього тертя в твердих тілах. Методи визначення величини внутрішнього тертя. Дослідження матеріалів з покриттями методом внутрішнього тертя. Амплітудна та температурна залежності внутрішнього тертя конструкційних матеріалів з газотермічними покриттями [3, с. 113–156; 5, с. 166–197; 6, с. 92–145; 9, с. 277–322; 11, с. 145–212; 13; 15]	2
8	Механіка руйнування та тріщиностійкість систем «основа–покриття». Критерії руйнування матеріалів з тріщиною. Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) металів і сплавів з покриттями. [3, с. 157–179; 5, с. 150–197; 6, с. 146–178; 8, р. 287–324; 9, с. 223–322; 11, с. 213–280; 15]	2
Разом:		16

Перелік оглядових лекцій для здобувачів заочної форми здобуття освіти

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
1	Сучасні технології інженерії поверхні та класифікація покриттів. Основні визначення. Класифікація методів інженерії покриття. Основні способи нанесення покриттів. Сучасний стан і перспективи розвитку. Екологізація галузі. Загальні принципи комбінованого зміцнення та захисту деталей машин та конструкцій. Екологічний менеджмент у виробничих процесах зміцнення. [1, с. 5–32; 2, с. 5–22; 5, с. 7–25; 8, р. 1–36; 10, с. 5–24; 12, с. 5–28]	2

2	Структура, сумісність і методи дослідження функціональних покриттів. Конструкції покриттів. Покриття з багатокомпонентною структурою. Сумісність матеріалів основи і покриття з точки зору принципової можливості утворення покриття. Методи і особливості досліджень покриттів. Фактори, що впливають на міцність твердого тіла із штучним покриттям функціонального призначення. [1, с. 33–68; 2, с. 23–48; 5, с. 26–58; 8, р. 37–88; 10, с. 25–56; 13, с. 32–37]	2
3	Вплив експлуатаційних середовищ на властивості та довговічність покриттів. Покриття при високих температурах. Основні вимоги до високотемпературних покриттів. Міцність жароміцних і керамічних матеріалів. Фізико-механічні властивості композиційних матеріалів. Пластичність і повзучість матеріалів з покриттями. Пластичність осаджених плівок. Повзучість напилених покриттів. Міцність матеріалів з плазмовими покриттями при статичних випробуваннях. Руйнування матеріалів при втомі. Загальні поняття втоми. Кінетика тріщиноутворення і руйнування матеріалів з покриттями. [1, с. 69–94; 3, с. 83–112; 5, с. 59–86; 6, с. 73–106; 8, р. 89–142; 15]	2
4	Проектування та властивості функціональних і зносостійких покриттів. Твердість і знос. Розробка складу і структури зносостійких композиційних покриттів. Принципи проектування зносостійких покриттів. Жаростійкі електроізоляційні керамічні покриття. Оптичні покриття. Питомий електроопір металевих покриттів. [1, с. 133–168; 2, с. 79–103; 5, с. 127–165; 8, р. 215–286; 9, с. 215–276; 10, с. 57–120; 13]	2
5	Післяобробка покриттів та контроль їх якості. Способи наступної термодифузійної обробки покриттів. Методи контролю покриттів в різних умовах експлуатації. Хімічна стійкість, термомеханічна стійкість покриттів. Регулювання проникнення рідини, газів у покриття. [4, с. 35–82; 5, с. 166–197; 6, с. 146–178; 8, р. 287–324; 10, с. 90–120; 12, с. 82–134; 14]	2
Разом:		10

5.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних робіт для здобувачів денної форми здобуття освіти

№ з/п	Тема лабораторної роботи	Кількість годин
1	Лабораторна робота 1. Побудова структури та механізму створення покриття Літ.: [7] с.5-12	6
2	Лабораторна робота 2. Вибір складу, методів отримання та технології нанесення функціональних покриттів Літ.: [7] с.13-19	8
3	Лабораторна робота 3. Дослідження механічної та фізико-хімічної взаємодії компонентів основи та покриття Літ.: [7] с.20-28	8
4	Лабораторна робота 4. Дослідження термодинамічних процесів при газотермічному напilenні Літ.: [7] с.29-33	6

5	Лабораторна робота 5. Дослідження процесу нагрівання частинок в плазмовому струмені. Літ.: [7] с. 34-39	6
	Разом:	34

Перелік лабораторних робіт для здобувачів заочної форми здобуття освіти

№ з/п	Тема лабораторної роботи	Кількість годин
1	Лабораторна робота. Вибір складу, методів отримання та технології нанесення функціональних покриттів. Літ.: [7] с.13-19	8
	Разом:	8

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота здобувачів вищої освіти *денної* форми здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації; підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, до тестування з теоретичного матеріалу тощо.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми здобуття освіти

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Ознайомлення з матеріалами модульного середовища з дисципліни. Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №1. Підготовка до тестового контролю №1	4
2	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №1. Підготовка до тестового контролю № 1	8
3	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 1. Підготовка до тестового контролю № 1	8
4	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №2. Підготовка до тестового контролю № 1	8
5	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи № 2. Підготовка до тестового контролю № 1	8
6	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №2. Підготовка до тестового контролю № 1	8
7	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 2. Підготовка до тестового контролю № 1	8
8	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю № 1	8
9	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю № 1	8
10	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 3. Тестовий контроль № 1 (теми 1–3)	8
11	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №4. Підготовка до тестового контролю № 2	8
12	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи № 4. Підготовка до тестового контролю № 2	8
13	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 4. Підготовка до тестового контролю № 2	8
14	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №5. Підготовка до тестового контролю № 2	8

15	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи №5. Підготовка до тестового контролю № 2	8
16	Опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 5. Підготовка до тестового контролю № 2	8
17	Опрацювання теоретичного матеріалу. Тестовий контроль № 2 (теми 4–6)	6
	Разом:	130

Зміст самостійної роботи здобувачів вищої освіти за **заочною** формою навчання полягає у повному виконанні всіх передбачених видів навчальної діяльності відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни. До основних форм самостійної роботи належать:

- опрацювання теоретичного матеріалу;
- виконання контрольної роботи;
- підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт;
- підготовка до поточного тестового та семестрового контролів в період лабораторно-екзаменаційної сесії.

Інформацію про зміст навчальної дисципліни, завдання контрольної роботи, а також вимоги до її виконання для здобувачів, які поєднують навчання з професійною діяльністю, викладено в Методичних рекомендаціях з дисципліни для цієї категорії студентів.

Робоча програма дисципліни та необхідні навчально-методичні матеріали розміщені в модульному навчальному середовищі на сторінці дисципліни.

Керівництво самостійною роботою та контроль за її виконанням здійснює викладач відповідно до встановленого графіка консультацій у позаурочний час.

6 ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання здійснюється із застосуванням компетентнісного, проблемно-орієнтованого та практико-орієнтованого підходів.

Форми організації навчання: лекційні та лабораторні заняття, самостійна робота здобувачів вищої освіти, консультації.

Технології навчання: проблемно-орієнтоване навчання, інформаційно-комунікаційні та мультимедійні технології, елементи проєктного навчання, дистанційні технології навчання (за потреби).

Методи навчання: пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемний виклад, аналіз виробничих ситуацій (case study), виконання лабораторних робіт, моделювання технологічних процесів, навчальна дискусія, презентація результатів самостійної роботи.

7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у визначені дні проведення контрольних заходів, передбачених Робочою програмою навчальної дисципліни та графіком освітнього процесу. Зокрема, контроль може проводитись із використанням Модульного середовища для навчання.

До основних методів поточного контролю належать:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- тестовий контроль засвоєння теоретичного матеріалу з окремих розділів;
- оцінювання контрольних робіт (відповідно до графіка проведення лабораторно-екзаменаційних сесій для здобувачів заочної форми навчання).

Семестровий контроль проводиться у формі іспиту, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Підсумкова семестрова оцінка формується з урахуванням як результатів поточного контролю, так і підсумкового контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду

навчальної роботи, суму балів, нижчу за 60 відсотків від максимального бала, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального бала) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який має академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, встановлених чинними нормативними документами Університету щодо організації та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу.

Зокрема, передбачено:

- обов'язкове проходження інструктажу з техніки безпеки;
- обов'язкове відвідування занять з дисципліни;
- за наявності об'єктивних (документально підтверджених) причин – можливість проходження теоретичного навчання в онлайн-режимі за погодженням із викладачем.

Успішне опанування дисципліни та досягнення програмних результатів навчання вимагають від здобувача вищої освіти:

- попередньої підготовки до лабораторних занять (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовки звіту (протоколу) роботи, підготовки до усного опитування для допуску до заняття згідно з Методичними рекомендаціями);
- активної участі у лабораторному занятті;
- якісного оформлення та захисту звіту (протоколу) за темою лабораторної роботи;
- участі у дискусіях та аналізі прийнятих рішень під час виконання лабораторних завдань.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватись встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни. Захист лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо він здійснений на наступному занятті після виконання роботи. У разі пропуску лабораторного заняття, здобувач зобов'язаний відпрацювати його у лабораторіях кафедри у термін, визначений викладачем, але не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння теоретичного матеріалу перевіряється за результатами тестування.

Самостійна робота здобувачів повинна виконуватись із дотриманням принципів академічної доброчесності. Забороняється списування, плагіат, підказки, а також використання штучного інтелекту без належного цитування. У разі порушення політики академічної доброчесності під час виконання будь-якого виду навчальної роботи, здобувач отримує незадовільну оцінку та зобов'язаний повторно виконати завдання відповідно до вимог Робочої програми. Будь-які форми порушення академічної доброчесності є неприпустимими.

У межах вивчення дисципліни передбачено визнання та зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти – зокрема на міжнародних агрегаторах онлайн-курсів ([classcentral.com](https://www.classcentral.com) (<https://www.classcentral.com/subject/materials-science>), [alison.com](https://alison.com/tag/materials-science) (<https://alison.com/tag/materials-science>), тощо), навчально-науково-виробничого центру (ННВЦ) систем автоматизованого проєктування (САПР) Хмельницького національного університету ([Сертифікація SolidWorks](#)). Такі результати можуть бути зараховані за умови, що вони відповідають тематиці або видам робіт із програми дисципліни, сприяють формуванню фахових компетентностей та підтверджують досягнення програмних результатів навчання. Детальні умови наведено у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ.

9 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із призначених робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця (робота) може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці. Будь-які форми порушення академічної доброчесності не допускаються та не толеруються. Отриманий здобувачем бал за зарахований вид навчальної роботи (структурну одиницю) після її оцінювання викладач виставляє в електронному журналі обліку успішності здобувачів вищої освіти. За умови виконання усіх видів навчальної роботи за результатами поточного контролю протягом вивчення навчальної дисципліни, встановлених її Робочою програмою, здобувач денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни, підсумковим контролем для якої є іспит, може набрати до 60 балів (здобувач заочної форми – до 50 балів). Позитивну підсумкову оцінку здобувач може отримати, якщо за результатами поточного та підсумкового контрольів набере від 60 до 100 балів. Семестрова підсумкова оцінка розраховується в автоматизованому режимі в інформаційній підсистемі «Електронний журнал» (ІС «Електронний університет») і відповідно до накопиченої суми балів визначається оцінка за інституційною шкалою та шкалою ЄКТС (див. таблицю Співвідношення...), яка заноситься в екзаменаційну відомість, а також до Індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти

Аудиторна робота					Контрольні заходи		Семестровий контроль	Разом
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Іспит	Сума балів
1	2	3	4	5	ТК* №1	ТК №2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)								
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	9-15	12-20	24-40	
15-25					21-35		24-40	60-100**

Примітка : ТК* – тестовий контроль;

**За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС»

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *заочної* форми здобуття освіти

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль	Разом
Лабораторна робота *1	Контрольна робота		Іспит	Сума балів
	Повнота відповіді та якість виконання	Захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)				
12-20	12-20	6-10	30-50	60-100
12-20	18-30		30-50	60-100

Примітка : *Вимоги до оцінювання лабораторних робіт здобувачів вищої освіти заочної форми навчання є аналогічними вимогам, що висуваються до здобувачів вищої освіти денної форми навчання.

Оцінювання якості виконання контрольної роботи студентами *заочної* форми здобуття освіти

Контрольна робота передбачає виконання трьох завдань – два теоретичних і одне – практичне. Кількість завдань у контрольній роботі залежно від особливостей дисципліни

визначає кафедра. Зміст завдань наведено в методичних рекомендаціях до виконання контрольної роботи. При оцінюванні контрольної роботи враховуються повнота відповіді на теоретичні питання, якість виконання практичного завдання та захист. Кожне з теоретичних питань оцінюється від 3 до 5 балів, а практичне – 6-10 балів, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 12 до 20.

Таблиця – Розподіл балів між завданнями контрольної роботи здобувача вищої освіти за критеріями повноти відповіді та якості виконання

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали* (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	6	8	10
Разом балів:	12		20

Примітка: *Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (12 балів) та максимального (20 балів), знаходиться в межах 13-19 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється з використанням наведених нижче у таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (щодо визначення достатнього, середнього та високого рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей).

Оцінювання результатів виконання і захисту лабораторної роботи

Виконана та оформлена лабораторна робота оцінюється комплексно під час її захисту з урахуванням вимог, встановлених Методичними рекомендаціями. Оцінювання здійснюється за такими критеріями:

- самостійність і правильність виконання;
- повнота відповідей і знання методики виконання;
- наявність моделей матеріалів і процесів, розв'язання відповідних матеріалознавчих задач;
- дотримання академічної доброчесності;
- дотримання вимог щодо оформлення звіту тощо.

Результат виконання та захисту лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти» з урахуванням рівня досягнення запланованих програмних результатів навчання (ПРН) та сформованих компетентностей. За підсумками виставляється відповідна сума балів.

У разі, якщо рівень засвоєння матеріалу, продемонстрований здобувачем під час захисту, становить менше ніж 60 % від максимальної кількості балів, встановленої Робочою програмою, лабораторна робота не зараховується. Для повторного захисту здобувач зобов'язаний:

- глибше опрацювати матеріал з теми;
- вивчити методику виконання роботи;
- усунути виявлені помилки;
- з'явитися на захист у час, визначений викладачем.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожен з двох тестів, передбачених робочою програмою для здобувачів денної форми здобуття освіти, складається із 20 тестових завдань. Максимальна сума балів, яку може набрати студент за результатами кожного тестування, складає по 10 балів. Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тематичний контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 6 до 10 балів:

Таблиця – Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання для здобувачів денної форми здобуття освіти

Кількість правильних відповідей	0–11	12–13	14–15	16–17	18–19	20
Відсоток правильних відповідей	0–59	60–65	70–75	80–85	90–95	100
Кількість отриманих балів	0	6	7	8	9	10

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми здобуття освіти (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретична частина (тест)	12	13-19	20
Практична частина	12	16	20
Разом:	24	*	40

Примітка: *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів заочної форми здобуття освіти (50 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретична частина (тест)	12	13-19	20
Практична частина	18	24	30
Разом:	30	*	50

Примітка: *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (30 балів) та максимального (50 балів), знаходиться в межах 31-49 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту

Оцінювання результатів теоретичної частини іспиту

Теоретична частина іспиту проводиться у формі тестування і містить **40 тестових завдань**. Максимальна кількість балів за її виконання становить 20 балів, мінімальна – 12 балів. Порядок нарахування балів залежно від кількості правильних відповідей наведено в таблиці.

Таблиця – Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання теоретичної частини іспиту для здобувачів денної і заочної форм здобуття освіти

Кількість правильних відповідей	0–23	24–26	27–28	29–30	31–32	33–34	34–35	36–37	38–39	40
Кількість отриманих балів	0	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання з усіх видів робіт до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС у наведеній нижче таблиці. Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного та підсумкового контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерію оцінювання
Відмінно(високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна шкала (опис рівня досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	<i>Відмінно/Excellent</i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		<i>Добре/Good</i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		<i>Задовільно/Satisfactory</i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	<i>Незадовільно/Fail</i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		<i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні

10 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

1. Визначення поняття інженерії поверхні, інженерії покриття.
2. Дати характеристику покриттів.
3. Основні способи нанесення покриттів.
4. Основні методи обробки покриттів.
5. Класифікація покриттів за функціональним призначенням
6. Класифікація твердих матеріалів за макроскопічною будовою.
7. Класифікація композиційних покриттів.
8. Класифікація та характеристика керамічних покриттів.
9. Різновиди форм і структури покриттів.
10. Типові структури композиційних покриттів.
11. Основні методи дослідження матеріалів.
12. Особливості досліджень покриттів і композиційних матеріалів.
13. Класифікація методів досліджень фізико-механічних властивостей покриттів і матеріалів.
14. Характеристика фізичних методів дослідження.
15. Механічні методи досліджень покриттів і композицій.
16. Аспекти вибору матеріалів для покриттів
17. Фактори зовнішнього впливу на композиційний матеріал.
18. Техніко-економічні показники, що обумовлюють ефективність технології напилення.
19. Основні технологічні параметри, що визначають характеристики композицій.
20. Вимоги до покриттів функціонального призначення.
21. Матеріали, що використовуються для високотемпературних покриттів.
22. Особливість керамічних жароміцних матеріалів.
23. Основні вимоги до високотемпературних покриттів.
24. Критерії вибору матеріалів покриттів в залежності від властивостей покриттів.
25. Відмінність механічних властивостей керамічних і жароміцних матеріалів.
26. Основні особливості міцнісних властивостей КМ при статичних випробуваннях.
27. Умови зміцнення або не зміцнення твердого тіла при нанесенні покриттів.
28. Особливості повзучості матеріалів з плазмовими покриттями.
29. Суть інверсійних властивостей повзучості матеріалів з покриттями.
30. Характеристика кінетичної теорії повзучості і руйнування твердих тіл.
31. Основні поняття втоми матеріалів.
32. Причини підвищення або зниження границі втоми при наявності покриттів.
33. Вплив одно - і багатокомпонентних покриттів на границю втоми
34. Проаналізувати процес руйнування матеріалів з покриттями.
35. Порівняльний аналіз впливу середовища на границю втоми матеріалів з покриттями і без них.
36. Порівняння твердості і зношування матеріалів.

37. Характеристика видів зношування.
38. Принципи проектування зносостійкого покриття.
39. Питання сумісності компонентів КП в умовах зношування.
40. Технологічні прийоми регулювання рівня зв'язку на границі покриття з основою.
41. Порівняльна характеристика теплоізоляційних і жаростійких покриттів
42. Формування жаростійких електроізоляційних керамічних покриттів
43. Залежність електроопору покриттів від технології нанесення.
44. Залежність оптичних властивостей покриття від структури.
45. дати характеристику ізоляційним і діелектричним властивостям покриттів.
46. Загальна характеристика вимог до покриттів.
47. Попередня термодформаційна підготовка поверхні перед нанесенням покриттів.
48. Попереднє нанесення проміжних шарів – підшарів.
49. Напилення через легкоплавкий прошарок.
50. Напилення сумішей, що містять активні компоненти.
51. Технологічні прийоми регулювання рівня зв'язків на границі покриття – основа.
52. Осадження покриттів у твердій фазі.
53. Осадження покриттів в рідкій фазі.
54. Хімічне осадження з парової фази.
55. Фізичне осадження з парової фази
56. Границі стабільності фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів – як критерії міцності і надійності.
57. Сумісність матеріалів основи і покриття з точки зору принципової можливості утворення покриття. Підвищення стабільності шляхом просочення напилених покриттів розплавами металів.
58. Групи активуючих факторів, що впливають на саму можливість отримання стабільних композиційних покриттів із різнорідних компонентів.
59. Поняття граничного стабільного стану матеріалів з покриттям.
60. Внутрішнє тертя твердих тіл: поняття, фізична сутність та механізми виникнення.
61. Залежності внутрішнього тертя від амплітуди деформації.
62. Температурні спектри поглинання пружної енергії.
63. Високотемпературне внутрішнє тертя композиційних матеріалів.
64. Розкрити питання зернограничного внутрішнього тертя.
65. Визначити енергетичні критерії руйнування матеріалів.
66. Визначити силовий критерій руйнування матеріалів.

11 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Освітній процес з дисципліни «Інженерія поверхні» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідними навчально-методичними матеріалами, що розміщені в Модульному середовищі для навчання MOODLE:

1. Конспекти лекцій з дисципліни.
2. Тестові завдання поточного контролю.
3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт.
4. Методичні рекомендації до написання контрольної роботи для студентів заочної форми навчання.

12 МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Обладнання та інструменти: обладнання для дослідження та модифікації поверхні матеріалів, нанесення покриттів, термічного та термохімічного зміцнення; установки для дослідження тертя і зношування, фретингостійкості та властивостей поверхневих шарів; обладнання для структурного, фазового та морфологічного аналізу матеріалів і покриттів.

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор.

Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного забезпечення, крім загальнонавчаних програм і операційних систем.

13 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Конспект лекцій. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 168 с. https://web.kpi.kharkov.ua/svarka/wp-content/uploads/sites/125/2024/03/9.-Konspekt-lektsij_Inzheneriya_poverhni_2023.pdf
2. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: навчальний посібник / [А.Г. Фесенко та ін.]; Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2015. – 103 с. <https://files.fti.dp.ua/wp-content/uploads/tainacan-items/1746/3611/metody-poverhnevogo-zmicznennya-u-proczeni-vygotovlennya-detalej-mashyn.pdf>
3. Диха О.В. Розрахунково-експериментальні методи керування процесами граничного змащування технічних трибосистем: монографія / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 179 с. <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/6532>
4. Проектування устаткування для азотування і тліючому розряді: довідник / І.М. Пастух, Г.М.Соколова. – Хмельницький: вид. Ковальський В.В., 2017. – 108 с.
5. Stechyshyn M., Macko M., Dykha O., Matiukh S., Musial J. Tribotechnologies of strengthening and wear modeling of structural materials [Monograph]. Bydgoszcz: Foundation of Mechatronics Development, 2023, 197 p. ISBN 978-83-938655-8-1. https://tam.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/mono_tribotechnologies_2023_compressed.pdf
6. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибосистем : монографія / О. В. Диха, В. П. Свідерський, О. С. Дробот, Н. С. Машовець. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с. https://tam.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/2021/10/Mono_Dyha_2021.pdf
7. Інженерія поверхні : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. В. Диха, В.А. Гончар, К.Е. Голенко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 51 с. URL: <https://tam.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/inzheneriya-poverhni.pdf>

Додаткова

8. Walia R. S., Murtaza Q., Pandey S. M., Tyagi A. (Eds.). Surface Engineering: Methods and Applications. 1st ed. Boca Raton : CRC Press, 2023. 324 p. ISBN 978-1-032-05501-5.
9. Закалов О.В. Основи тертя та зношування в машинах: навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: ТНПУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2025/Obertjukh_2025_123.pdf
10. Білик І. І. Технологія нанесення покриттів та їх властивості [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів» спеціальності 132 «Матеріалознавство» / І. І. Білик, С. О. Руденький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 120 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56927> (дата звернення: 26.06.2025).
11. Журавель Д. П., Новік О. Ю., Бондар А. М., Петренко К. Г. Триботехніка : курс лекцій. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с. <https://elar.tsatu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9a670907-b566-4ca6-9a48-4f070e18765a/content>
12. Інженерія поверхні та реновація виробів: Матеріали 24-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 26–27 червня 2024 р. – Київ: АТМ України, 2024. – 134 с. URL: https://atmu.net.ua/downloads/archive/2-24sb_compressed.pdf
13. Stechyshyn, M., Dykha, O., Oleksandrenko, V., Tsepenyuk, M., Kurskoi, V., & Oleksandrenko, Y. (2024). Experimental installation for wear tests of materials and coatings. Problems of Tribology, 29(1/111), 32–37. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-111-1-32-37>
14. Stechyshyn M., Dykha O., Oleksandrenko V. (2023). Nitriding of long-term holes in the cyclic-commuted discharge. Journal of Engineering Sciences, Vol. 10(2), pp. C11–C18. [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).c2](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).c2)

15. Stechyshyn, M.S., Stechyshyna, N.M., Dykha, O.V. et al. Corrosion-Mechanical Wear of Nitrided Steels in Acidic Medium. Mater Sci (2023). <https://doi.org/10.1007/s11003-023-00704-3>

14 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Електронна бібліотека університету. [Електронний ресурс]. – Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>
2. Інституційний репозитарій ХНУ. [Електронний ресурс]. – Доступ до ресурсу: <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/?locale=uk>.
3. Модульне середовище для навчання. [Електронний ресурс]. – Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/>