



Національна академія наук України
Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича



Силабус (робоча програма) навчальної дисципліни
**МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНОГО, ТРИБОТЕХНІЧНОГО
ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
MATERIALS FOR STRUCTURAL, TRIBOLOGICAL
AND ELECTRICAL PURPOSES**

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Порошкова металургія та композиційні матеріали</i>
Статус дисципліни	<i>дисципліна вільного вибору</i>
Форма навчання	<i>денна (очна), он-лайн/офф-лайн</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>лекція – раз на тиждень (32 години); практика/семінар/консультації – 1 раз на два тижні (16 годин); самостійна робота 52 год., у тому числі на виконання індивідуальних/домашніх завдань 20 год, залік – 2 год</i>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про викладачів	<i>д-р техн. наук, доцент, зав. від. Стороженко Марина Сергіївна m.storozhenko@ipms.kyiv.ua</i> <i>чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф., зав.від. Баглюк Геннадій Анатолійович gbag@ukr.net g.baglyuk@ipms.kyiv.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom; доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальну дисципліну направлено на структурування знань про сучасні матеріали конструкційного, триботехнічного та електротехнічного призначення. В рамках навчальної дисципліни розглянуто питання застосування існуючих та розробки нових матеріалів з покращеними властивостями, які відповідають вимогам сучасної індустрії та економіки сталого розвитку.

Предмет освітньої компоненти – сучасні матеріали конструкційного, триботехнічного та електротехнічного призначення.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти (з.в.о.) рівня PhD компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі матеріалознавства, проводити дослідно-інноваційну діяльність, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до освоєння і системного аналізу через наукове сприйняття і критичне осмислення нових знань.

ЗК02. Здатність до критичного аналізу і креативного синтезу нових ідей.

ЗК03. Здатність до розв'язування складних завдань, розуміння відповідальності за результат роботи з урахуванням вимог до академічної та професійної доброчесності.

ЗК05. Здатність до самовдосконалення, адаптації та дії в нових ситуаціях, креативність.

ЗК06. Здатність оцінювати соціальну значимість результатів своєї діяльності, сприймати та використовувати в своїй роботі нові знання та технології, усвідомлювати принципи відкритої науки.

ЗК07. Розуміння необхідності дотримання етичних норм та авторського права при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.

ЗК09. Здатність до самостійного освоєння нових технологій та методів дослідження.

Фахові компетентності:

ФК02. Здатність застосовувати новітні підходи до аналізу інформації і застосування її для створення новітніх матеріалів та підвищення ефективності сучасних виробничих процесів.

ФК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі матеріалознавства з урахуванням міжгалузевих зв'язків для забезпечення потреб у високоефективних матеріалах, енерго- та ресурсозберігаючих технологіях.

ФК05. Спроможність спілкуватись в галузі матеріалознавства в діалоговому режимі в різномовному середовищі для ефективного публічного представлення і захисту отриманих наукових результатів, на вітчизняних та міжнародних наукових форумах, конференціях і семінарах.

ФК07. Соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних технічних рішень і впровадження нових технологій і матеріалів з огляду на їх вплив на навколишнє середовище.

ФК08. Здатність до постійного самовдосконалення у професійній сфері, відповідальність за навчання інших при проведенні науково-педагогічної діяльності та наукових досліджень в галузі матеріалознавства.

ФК09. Здатність до аналізу результатів сучасних досліджень в області матеріалознавства металевих, керамічних, композиційних та нано- матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем і генерації нових знань.

ФК10. Здатність до генерації нових ідей, самостійного планування та здійснення наукової діяльності, адаптації та впровадження інноваційних технологій з урахуванням експлуатаційних вимог.

Програмні результати навчання. Після засвоєння освітньої компоненти аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

РН01. Проявляти наукові погляди та підходи при проведенні експертного аналізу наукових даних, оцінювати вплив технологічних факторів на властивості матеріалів.

РН02. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі матеріалознавства та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

РН03. Інтегрувати існуючі методики та методи досліджень та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.

РН05. Встановити закономірності та вивчити особливості поведінки матеріальних об'єктів шляхом використання фундаментальних принципів фізичного, математичного, фізико-хімічного та імітаційного моделювання, а також застосування методів теоретичного й експериментального аналізу структури та властивостей матеріалів.

РН07. Визначатись з факторами та критеріями, які необхідно враховувати при експертизі науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт та проектів в галузі матеріалознавства враховуючи технологічний, економічний, соціальний ефект та вплив на стан довкілля.

РН09. Застосовувати у науковій та практичній діяльності провідні тенденції, ключові напрями та перспективи розробки нових матеріалів різної природи, основи сучасних технологій виготовлення конструкційних і функціональних матеріалів, «розумних» та біо-матеріалів, матеріалів спеціального (оборонного) призначення, з подовженим строком експлуатації та для відновлюваних джерел енергії.

РН11. Використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень і актуальності наукової проблеми.

РН12. Демонструвати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з матеріалознавства.

РН13. Володіти комунікативними навичками на рівні вільного спілкування в іншомовному середовищі з фахівцями та нефахівцями щодо проблем в галузі матеріалознавства.

РН19. Знайти оригінальне рішення, направлене на розв'язання конкретної науково-технічної проблеми.

2. Місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні аспіранту для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Матеріалознавство	Основи матеріалознавства як міждисциплінарної галузі науки, що вивчає залежність між складом, структурою та властивостями матеріалів у взаємозв'язку з технологією їх отримання, умовами експлуатації та вартістю.
Методи дослідження матеріалів	Знання основних методів дослідження структури та фазового складу матеріалів, їх механічних, хімічних та електричних властивостей.
Науково-дослідна практика	Знання з технології та інженерії, а також дослідницькі навички, достатні для проведення досліджень з відповідного напрямку.
Постреквізити:	
Наукова складова	Планування і виконання експериментальних досліджень з використанням сучасних методів та методик дослідження, критичний аналіз результатів досліджень.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Конструкційні матеріали на основі залізовуглецевих сплавів

Сфери застосування конструкційних матеріалів на основі залізовуглецевих сплавів. Класифікація конструкційних матеріалів. Підходи до створення нових порошкових композиційних матеріалів на основі залізовуглецевих сплавів.

Тема 2. Порошкові конструкційні матеріали на основі кольорових металів

Класифікація конструкційних матеріалів на основі кольорових металів. Сфери застосування. Підходи до створення нових порошкових композиційних матеріалів на основі кольорових металів.

Тема 3. Особливості розробки конструкційних композиційних керамічних та металокерамічних матеріалів

Композиційні керамічні матеріали. Кермети та металоматричні композиційні матеріали. Вибір структурних складових композиційних металокерамічних матеріалів. Технології отримання металокерамічних матеріалів. Дослідження структури, фазового складу та властивостей керметів. Сфери застосування металокерамічних матеріалів.

Тема 4. Введення в трибологію матеріалів:

Трибологія як наука про тертя та зношування. Роль трибології в досягненні цілей сталого розвитку. Основні терміни та поняття трибології. Загальні аспекти тертя та класифікація видів тертя. Методи визначення зносу. Види зношування матеріалів.

Тема 5. Матеріали триботехнічного призначення

Класифікація матеріалів триботехнічного призначення. Особливості зношування металічних, керамічних та композиційних матеріалів. Критерії вибору матеріалів для триботехнічного застосування. Розробка нових матеріалів триботехнічного призначення. Прогнозування шляхів розвитку матеріалів триботехнічного призначення.

Тема 6. Дослідження триботехнічних властивостей та механізмів зношування

Критерії вибору методів досліджень триботехнічних властивостей матеріалів. Методики та обладнання для визначення зносостійкості матеріалів в умовах тертя ковзання; Визначення зносостійкості матеріалів в умовах тертя фретинг-корозії.

Методики визначення стійкості матеріалів до абразивного зношування. Вивчення поверхонь тертя методами металографії, мікрорентгеноспектрального аналізу та Оже-спектроскопії для виявлення механізмів зношування.

Тема 7. Порошкові антифрикційні матеріали

Природа антифрикційності. Основні вимоги до антифрикційних матеріалів. Види антифрикційних матеріалів. Технології виготовлення антифрикційних матеріалів.

Тема 8. Порошкові фрикційні матеріали

Основні вимоги до фрикційних матеріалів. Види фрикційних матеріалів. Технології виготовлення фрикційних матеріалів.

Тема 9. Спечені зносостійкі матеріали на основі залізовуглецевих сплавів

Класифікація зносостійких матеріалів на основі залізовуглецевих сплавів. Технології отримання. Перспективні розробки.

Тема 10. Електротехнічні матеріали

Класифікація матеріалів електротехнічного призначення та область їх застосування. Провідники. Явище надпровідності. Діелектрики. Напівпровідники. Магнітні матеріали. Новітні розробки в області електротехнічних матеріалів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці інституту, а також може бути надана в електронному вигляді. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні.

Базова література:

1. Большаков В. П., Береза О. Ю., Харченко В. І. Прикладне матеріалознавство: підручник, 2-е вид. Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL». 2000. 290 с.
2. Кіндрачук М. В., Лабунець В. Ф., Пашечко М. І., Корбут Є. В. Трибологія: підручник. Київ: НАУ-друк, 2009. 392 с.
3. Hutchings Ian, Shipway Philip. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials, Second Edition. Published by Elsevier Ltd. 2017.
4. Stachowiak Gwidon W. and Batchelor Andrew W. Engineering Tribology, Fourth Edition. Published by Elsevier Ltd. 2017.
5. Коваленко О.І., Коваленко Л.Р., Мунтян В.О., Радько І.П. Електротехнічні матеріали. Мелітополь: "Люкс". 2008. 245 с.

Додаткова література:

1. Haojie Men, Zhiqiang Niu, Wenlong Zhou. Study of fretting wear mechanisms of complete contacts. *Wear*. Vol. 558–559. 2024. 205577.
<https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205577>.
2. Sheng-Jian Zhou, Jia-Hu Ouyang, Xiang-Rui Kong, Chen-Guang Xu, Ying Li, Yu-Jin Wang, Lei Chen, Yu Zhou. Cutting performance and wear mechanism of submicron and ultrafine Ti(C, N)-based cermets. *Ceramics International*. 2024.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.08.391>.
3. K. Holmberg, P. Kivikytö-Reponen, P. Härkisaari, K. Valtonen, A. Erdemir. Global energy consumption due to friction and wear in the mining industry. *Tribol Int*. 2017. Vol. 115. pp. 116-139. [10.1016/j.triboint.2017.05.010](https://doi.org/10.1016/j.triboint.2017.05.010)

4. Rahul Kumar, Irina Hussainova, Maksim Antonov, Himanshu S. Maurya, Manel Rodríguez Ripoll. Temperature-induced wear micro-mechanism transition in additively deposited nickel alloys with different solid lubricants. *Wear*. Vol. 552–553. 2024. 205452. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205452>.
5. Sinuhe Hernandez, Alejandro Leiro, Manel Rodríguez Ripoll, Esa Vuorinen, Karl-Gustaf Sundin, Braham Prakash. High temperature three-body abrasive wear of 0.25C 1.42Si steel with carbide free bainitic (CFB) and martensitic microstructures. *Wear*. Vol. 360–361. 2016. P 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2016.04.012>.
6. Graham Gedge. Structural uses of stainless steel — buildings and civil engineering, *Journal of Constructional Steel Research*. Vol. 64. 2008. P. 1194–1198 <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2008.05.006>.
7. Francesco Ascione, Gabriella Maselli, Antonio Nesticò. Sustainable materials selection in industrial construction: A life-cycle based approach to compare the economic and structural performances of glass fibre reinforced polymer (GFRP) and steel. *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 475. 143641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143641>.

Навчальний контент

8. 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Передбачено комплексний підхід, що поєднує лекції та практичні заняття, а також розгляд питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовується ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені в Google Classroom. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти.

9.

10. 6. Самостійна робота

Самостійна робота включає повторення лекційного матеріалу, опрацювання рекомендованої літератури, що дозволяє розширити та поглибити знання з дисципліни, підготовку до практичних занять та заліку.

Політика та контроль

11.

12. 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та семінарських занять, які можуть проводитись як он-лайн, так і офф-лайн, є обов'язковим. У випадку відсутності на занятті аспіранти зобов'язані повідомити викладача заздалегідь і надати документальне підтвердження причини відсутності, якщо це можливо. На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів

з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила призначення заохочувальних балів. Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за активну участь у заняттях, виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Але їх сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали.

Політика дедлайнів та перескладань. Дедлайни здачі завдань та контрольних робіт є обов'язковими. У разі поважних причин, аспіранти можуть звернутись до викладача для можливої зміни продовження термінів. Запити на продовження дедлайну повинні бути подані заздалегідь.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

В рамках навчальної дисципліни передбачено кілька видів контролю та систему рейтингування результатів навчання, а саме:

Поточний контроль: опитування під час лекцій та на семінарських заняттях.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання формується з суми балів, набраних під час поточного та семестрового контролю. Рейтинг аспіранта R розраховується за 100 бальною шкалою та складається з балів, що він отримує протягом семестру (стартовий рейтинг) S та диференційованого заліку C . Таким чином, сумарний рейтинговий бал розраховується як: $R=S + C$

Стартовий рейтинг S складається з балів, що аспірант отримує за відвідування занять (1 бал), активну роботу на занятті (2 бали), правильну відповідь при поточному опитуванні (2 бали), виконання творчого завдання (5 балів). Максимальна сума балів, яку аспірант може набрати протягом семестру (стартовий рейтинг), складає 80 балів. Умовою допуску до заліку є кількість рейтингових балів не менше 50.

Залік проходить в усній формі (за матеріалами лекцій та практичних занять). Метою контролю є перевірка рівня засвоєння матеріалу, здобутих навиків та компетентностей, здатності використання студентом отриманих знань для подальшого навчання. Максимальна кількість отриманих за залікову роботу балів становить 20.

Відповідність між кількістю балів, оцінкою за національною шкалою та шкалою ECTS наведена в таблиці.

Кількість балів	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
85-89	B	Добре
75-84	C	
65-74	D	Задовільно
60-64	E	

<i>Менше 60</i>	<i>FX</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>		<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено зав. від., д-ром техн. наук, доц. Стороженко М.С. та зав. від., д-ром техн. наук, чл.-кор. НАН України Баглюком Г.А.

Ухвалено Вченою радою Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України (протокол №10 від «06» серпня 2024 р.).