



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



Силабус (робоча програма) навчальної дисципліни

ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

FUNDAMENTALS OF MATERIALS SCIENCE

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>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>денна (очна), он-лайн/офф-лайн</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>лекція – раз на тиждень (32 години); практика/семінар/консультації – 1 раз на два тижні (16 годин); самостійна робота 42 год., у тому числі на виконання індивідуальних/домашніх завдань 20 год, екзамен– 1 год</i>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про викладачів	<i>д-р техн. наук, доцент Стороженко Марина Сергіївна m.storozhenko@ipms.kyiv.ua канд. техн. наук., старш. наук. співр. Мисливченко Олександр Миколайович o.myslyvchenko@ipms.kyiv.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom; доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Основи матеріалознавства» є однією з обов'язкових для аспірантів Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України. Навчальну дисципліну присвячено систематизації знань внутрішню будову, структуру,

властивості, методи отримання та дослідження сучасних матеріалів, їх застосування в промисловості. В рамках вивчення дисципліну особливу увагу приділено питанням взаємозв'язку складу, структури та всього комплексу фізико-механічних, технологічних і експлуатаційних властивостей матеріалів. Окрім цього, в рамках дисципліни розглядається роль матеріалознавства у сучасних науково-технічних інноваціях та важливість розробки нових матеріалів, які відповідають вимогам індустрії та економіки сталого розвитку.

Предмет освітньої компоненти - сучасні матеріали: їх структура та властивості, технологічні процеси їх отримання.

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.

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

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.

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

PH01. Проявляти наукові погляди та підходи при проведенні експертного аналізу наукових даних, оцінювати вплив технологічних факторів на властивості матеріалів.

PH02. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі матеріалознавства та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

PH03. Інтегрувати існуючі методики та методи досліджень та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.

PH04. Встановлювати закономірності управління складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення на основі фізико-хімічних процесів у матеріалах, з метою створення матеріалів із заданими структурами та характеристиками.

PH05. 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.

PH07. 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.

PH09. 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.

PH11. Використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень і актуальності наукової проблеми.

PH12. Демонструвати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з матеріалознавства.

PH15. Володіти навичками усної і письмової презентації результатів досліджень державною та іноземною мовами.

PH19. 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:	
Фізика	Основи кристалографії та дефекти кристалічної структури, оптичні та електричні властивості матеріалів
Фізична хімія	Хімічний склад матеріалів та їх взаємодія

<i>Методологія наукових досліджень</i>	<i>Вміння планувати експеримент, аналізувати отримані результати, обговорювати та презентувати результати досліджень з колегами</i>
<i>Іноземна мова за професійним спрямуванням</i>	<i>Знання англійської мови на рівні, достатньому для розуміння англомовних публікацій та виступів на конференції матеріалознавчої тематики</i>
Постреквізити:	
<i>Наукова складова</i>	<i>Планування і виконання експериментальних досліджень з використанням сучасних методів та методик дослідження, критичний аналіз результатів досліджень.</i>

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Вступ до матеріалознавства.

Історія розвитку матеріалознавства. Класифікація матеріалів.

Тема 2. Кристалічна будова матеріалів.

Структура атома. Види міжатомних зв'язків. Види кристалічних ґраток. Поліморфізм та алотропія. Дефекти кристалічної будови.

Тема 3. Термодинаміка та структурні перетворення.

Класифікація перетворень. Хімічна кінетика, енергія активації. Ентропія в природніх процесах. Дифузія в твердих середовищах. Теорія зародження та термічно активованого зростання.

Тема 4. Діаграми фазового стану.

Діаграми фазової рівноваги. Діаграми стану сплавів з необмеженою розчинністю в твердому і рідинному стані. Діаграма стану сплавів з обмеженою розчинністю в твердому стані. Діаграма стану сплавів, компоненти яких утворюють хімічну сполуку. Діаграма стану сплавів з поліморфним перетворенням компонентів.

Тема 5. Сталі та чавуни.

Діаграма стану сплавів залізо-вуглець. Класифікація та маркування сталей. Вуглецеві конструкційні сталі. Інструментальні сталі. Основи легування сталей. Леговані сталі. Класифікація легованих сталей за призначенням. Корозійностійкі та жароміцні сталі.

Тема 6. Термічна та хіміко-термічна обробка сталей.

Класифікація термічної обробки металів та сплавів. Фазові перетворення при термічній обробці сталей. Основні технології термічної обробки: відпал, загартування, відпуск, старіння. Хіміко-термічна обробка. Цементация сталі. Азотування сталей. Дифузійне насичення металами і неметалами: алітування, хромування, борування, силіціювання.

Тема 7. Кольорові метали та сплави.

Визначення та класифікація кольорових металів та сплавів. Алюмінієві сплави. Титанові сплави. Мідь та її сплави. Магнієві сплави. Нікель та його сплави.

Тема 8. Керамічні матеріали.

Галузі використання та переваги керамічних матеріалів. Класифікація керамічних матеріалів. Властивості керамічних матеріалів. Кераміка з ефектом самозаліковування.

Тема 9. Композиційні матеріали.

Класифікація композиційних матеріалів. Композиційні металокерамічні матеріали: структура, властивості, застосування. Тверді сплави. Розробка новітніх металокерамічних матеріалів.

Тема 10. Полімери

Загальна класифікація та види полімерів. Полімеризація. Властивості полімерів. Термопластичні та термореактивні полімери. Пластмаси: термопласти, термореактивні пластмаси, газонаповнені пластмаси.

Тема 11. Наноматеріали та нанотехнології.

Визначення та класифікація наноматеріалів. Розмірна залежність фізичних і термічних властивостей матеріалів. Методи синтезу наноматеріалів. Фізико-хімічні властивості наноматеріалів. Приклади застосування консолідованих наноматеріалів.

Тема 12. Методи та технології отримання матеріалів.

Металургія та спеціальна електрометалургія. Порошкові технології. Термічний твердофазний синтез порошків тугоплавких безкисневих сполук: карбідів, боридів, нітридів і силіцидів. Механосинтез порошків тугоплавких сполук. Механолегування для отримання порошків металічних сплавів. Адитивні технології.

Тема 13. Методи вивчення структурно-фазового складу матеріалів.

Оптична та скануюча електронна мікроскопія. Рентгенівський фазовий аналіз речовини: якісні та кількісні методи. Теорія та техніка рентгеноструктурного аналізу. Дилатометрія

Тема 14. Перспективні матеріали та інноваційні технології в матеріалознавстві.

Смарт-матеріали та адаптивні системи. Метаматеріали. Біоматеріали. Одновимірні та двовимірні матеріали.

Тема 15. Економіка сталого розвитку та роль матеріалознавства в ній.

Загальні принципи та цілі сталого розвитку. Життєвий цикл матеріалів. Переробка, повторне використання та зменшення вуглецевого сліду. Екологічні матеріали та технології. Політики та регулювання в контексті сталого розвитку.

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. Афтандіянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство: Підручник. К.: Вища освіта, 2012.- с 548. (загальний базовий курс для всіх лекцій)
2. Кисла Г., Лобода П. , Федорчук В. , Сисоєв М. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук. Навчальний посібник. Центр навчальної літератури. 2017.
3. CallisterW. D., RethwischD. G. Materials Science and Engineering. An introduction. 10th Edition. Hoboken, NJ: Wiley, 2018.
4. Shackelford J. F.. Introduction to materials science for engineers. Pearson Education Limited. 2023.
5. Horath Larry. Fundamentals of Materials Science for Technologists: Properties, Testing, and Laboratory Exercises. 3rd Edition. USA: Waveland Press. 2019. 552 p.
6. Chawla K.K. Composite Materials: Science and Engineering. 3rd edition. — New York: Springer Science+Business Media. 2013. 542 p.

7. Худецький І.Ю., Ляпіна К.В., Антонова-Рафі Ю.В. *Матеріалознавство та конструкційні матеріали. Практикум. Навчальний посібник*. Київ: Національний технічний університет України Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, 2018. 147 с.

Додаткова література:

1. Anderson J.C., Leaver K.D., Leever P., Rawlings R.D. *Materials Science for Engineers*. 5th edition. – Florida: CRC Press, 2003. 888 p.

2. Carter G.F., Paul D.E. *Materials Science and Engineering*. OH: ASM International, 1991. 364 p.

3. Ohring M. *Engineering Materials Science*. Waltham: Academic Press, 1995, 827 p.

4. Fischer T. *Materials Science for Engineering Students*. Waltham: Academic Press. 2008. 600 p.

5. Yi Zhang, Bing Liu, Dou Hu, Yuyu Zhang, Bin Ren, Xiaoshuang Wang, Qiangang Fu. *ZrC modified carbon/carbon composites using ZrSi₂ and Zr-Cu alloys as reactive infiltrating materials: A comparative investigation*. *Journal of Alloys and Compounds*. Vol. 1003. 2024. 175515.

6. Fenghua Luo, Meng Fan, Fengdan Xue, Meiyao Liu, Chen Wang, Zikai Wu, Kuangxin Luo, Ning Wu. *Effects of sintering temperature on the microstructure and mechanical properties of double-hard-phase TiB₂-TiC cermets*. *Ceramics International*. 2024.

7. Storozhenko M., Umanskyi O., Krasovskyy V., Antonov Мю, Terentjev O. *Wetting and interfacial behaviour in the TiB₂-NiCrBSiC system*. *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. Vol. 778. P. 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.11.102>.

Навчальний контент

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

Передбачено комплексний підхід, що поєднує лекції та практичні заняття. 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.

2. 6. Самостійна робота

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

Політика та контроль

3. 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 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 практичних 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, які 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	
Менше 60	FX	Незадовільно
Не виконані умови допуску		Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено д-р техн. наук, доцентом Стороженко М.С. та канд. техн. наук, старш. наук. співр. Мисливченком О.М.

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