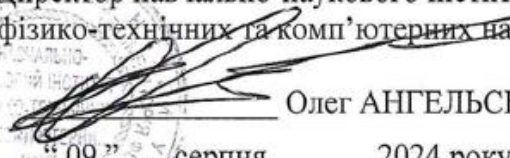


Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико - технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ
“09” серпня 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Методи вимірювання параметрів функціональних матеріалів
(вибіркова)

Освітньо-наукова програма	<u>Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Спеціальність	<u>105 Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
Рівень вищої освіти	<u>Другий (магістерський)</u>
<u>Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук</u>	
Мова навчання	<u>Українська</u>

Робоча програма навчальної дисципліни **«Методи вимірювання параметрів функціональних матеріалів»** складена відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 5 від «29» травня 2023 року).

Розробник:

Лисько Валентин Валерійович, асистент, кандидат фізико-математичних наук.

Викладач:

Лисько Валентин Валерійович, асистент, кандидат фізико-математичних наук.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термоелектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри

К.ЧУ Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

[Підпис] Козярьський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: надання студентам знань, умінь та навичок, необхідних для того, щоб вільно володіти питаннями метрології функціональних матеріалів, основними методами дослідження їх властивостей, будовою та принципом роботи обладнання для вимірювання параметрів функціональних матеріалів, а також вміннями подальшого застосування цих знань для проведення комплексних досліджень по зміні структури та властивостей функціональних матеріалів під впливом складу, режимів їх виготовлення та обробки тощо. Центральним питанням при цьому являється точність методів та обладнання для дослідження властивостей матеріалів, аналіз основних джерел похибок при вимірюваннях та знаходження способів їх усунення або мінімізації.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів, передбачених ОПП «Прикладна фізика та наноматеріали» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, зокрема «Вступ до метрології», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Термоелектричне матеріалознавство», «Основи наукових досліджень», а також курсів загальної фізики.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- розкрити роль функціональних матеріалів у різних галузях науки і техніки, розглянути класифікацію функціональних матеріалів та основні параметри, що визначають їх якість;
- детально розглянути суть різних методів вимірювань властивостей функціональних матеріалів, будову та принципи роботи відповідного вимірювального обладнання;
- аналіз основних джерел похибок при вимірюваннях та знаходження способів їх усунення або мінімізації;
- вивчення основних метрологічних правил, вимог та норм, яких має дотримуватися фахівець у своїй практичній діяльності.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Методи вимірювання параметрів функціональних матеріалів» сприяє формуванню у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти таких *компетентностей*:

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5. Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку їх якості.
- ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК8. Здатність узгоджувати дії та рішення з нормами законодавства та стандартизації.
- ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК)

- ФК1. Здатність використовувати закони й принципи прикладної фізики та наноматеріалів у поєднанні із потрібними вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК3. Здатність будувати відповідні моделі природних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи.
- ФК4. Здатність розробляти і впроваджувати комп'ютерні програми та використовувати існуючі.
- ФК9. Здатність ефективно використовувати на практиці різні теорії в області навчання.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

Знати та розуміти: фізичні основи методів вимірювань параметрів і характеристик функціональних матеріалів; принципи роботи та будову обладнання для дослідження властивостей функціональних матеріалів; методи обробки результатів вимірювань; основні метрологічні правила, вимоги та норми, яких необхідно дотримуватися у своїй практичній діяльності;

вміти: реалізовувати методи вимірювань з використанням відповідних засобів

вимірювань, правильно інтерпретувати та представляти результати вимірювань, використовувати методи зменшення похибок, застосовувати одержані знання, уміння та навички у практиці наукових досліджень та професійній діяльності.

Вивчення даної навчальної дисципліни забезпечує досягнення здобувачем наступних **програмних результатів навчання (ПРН):**

- знати і розуміти фізичні основи створення та застосування функціональних матеріалів, зокрема, загальну теорію термоелектричних перетворювачів енергії та фізичні основи їх роботи; визначення термодинамічної ефективності перетворення енергії; перехідні процеси в термоелектричних приладах (ПРН2);

- знати і розуміти основні положення інформаційно-енергетичної теорії в застосуванні до термоелектричних вимірювальних елементів; класичні термопарні і новітні вихрові термоелементи; будову, принцип роботи, основні параметри і характеристики термоелектричних вимірювальних елементів як сенсорів приймачів інфрачервоного і лазерного випромінювання, тепломірів, мікрокалориметрів і інших приладів. Особливості застосування термоелектричних вимірювальних елементів, специфіку виконання вимірювань (ПРН4);

- знати і розуміти фізичні основи методів вимірювань параметрів і характеристик функціональних матеріалів: пружних властивостей, кінетичних коефіцієнтів явищ переносу у твердих тілах, теплофізичних параметрів металів, напівпровідників і діелектриків тощо (ПРН6);

- брати участь у розробці фізичних моделей та інтерпретації фізичних процесів, створенні методик вимірювань, апаратури та обладнання для вивчення досліджуваних явищ і процесів (ПРН10);

- використовувати електронно-обчислювальну техніку з відповідним програмним забезпеченням, проводити метрологічні вимірювання, здійснювати обробку результатів досліджень (ПРН12);

- використовувати набуті теоретичні знання й практичні навички для вирішення прикладних задач у галузі фізики (ПРН14);

- формування і вирішення фізичних завдань виробничо-технологічного характеру; проведення статистичної обробки результатів фізичних вимірювань; використання сучасних комп'ютерних пристроїв, фізичних приладів, навчального, лабораторного, наукового і виробничого обладнання; планування і організація технологічних процесів виробництва, необхідних матеріалів, виробів і приладів; здійснення контролю якості; вивчення та усунення причин можливих порушень технології (ПРН15).

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни Методи вимірювання параметрів функціональних матеріалів												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	2	4	120	3	30	-	-	-	90	-	екзамен

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. <i>Основні поняття про функціональні матеріали та їх властивості</i>						
Тема 1. Загальна характеристика функціональних матеріалів, їх види та області застосування	12	2	-	-	-	10
Тема 2. Функціональні матеріали з особливими властивостями	6	2	-	-	-	4
Тема 3. Методи модифікування поверхні	6	2	-	-	-	4
Разом за ЗМ 1	24	6	-	-	-	18
Змістовий модуль 2. <i>Методи досліджень функціональних матеріалів</i>						
Тема 4. Дослідження складу та структури матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 5. Дослідження механічних властивостей матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 6. Дослідження теплових властивостей матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 7. Дослідження електричних властивостей матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 8. Дослідження магнітних властивостей матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 9. Дослідження оптичних властивостей матеріалів	8	2	-	-	-	6
Тема 10. Тестування ефективності матеріалів	8	2	-	-	-	6
Разом за ЗМ 2	56	14	-	-	-	42
Змістовий модуль 3. <i>Вимірювання параметрів термоелектричних матеріалів</i>						
Тема 11. Роль метрології матеріалів у термоелектричному матеріалознавстві	6	2	-	-	-	4
Тема 12. Методи вимірювання термоелектричних параметрів матеріалів на окремих зразках	14	2	-	-	-	12
Тема 13. Комплексний абсолютний метод вимірювання термоелектричних параметрів матеріалів на одному зразку	6	2	-	-	-	4
Тема 14. Метод Хармана	6	2	-	-	-	4
Тема 15. Методи контролю якості термоелектричних матеріалів в промисловості	8	2	-	-	-	6
Разом за ЗМ 3	40	10	-	-	-	30
Усього годин	120	30	-	-	-	90

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Загальна характеристика функціональних матеріалів, їх види та області застосування. 1. Загальне поняття про функціональні матеріали, їх види. 2. Електротехнічні матеріали. 3. Композиційні матеріали.

	4. Аморфні матеріали.
2.	Функціональні матеріали з особливими властивостями. 1. Сплави з особливими властивостями теплового розширення. 2. Матеріали з ефектом пам'яті форми. 3. Надтверді матеріали. 4. Наноматеріали. 5. Вуглецеві наноструктури. 6. Плівки і покриття з нанокристалічною структурою.
3.	Методи модифікування поверхні. 1. Класифікація методів поверхневої обробки. 2. Механічні, термічні і термомеханічні методи. 3. Гальванічні і хіміко-термічні методи. 4. Фізичні методи осадження покриттів. 5. Іонна імплантація. 6. Плазмохімічне осадження..
4.	Дослідження складу та структури матеріалів 1. Об'ємна та мікроаналітична хімічна характеристика. 2. Аналіз кристалічної та аморфної структури. 3. Аналіз дефектів ґратки та домішок. 4. Аналіз молекулярної архітектури. 5. Аналіз текстури та фазового розподілу. 6. Хімічний аналіз поверхні. 7. Аналіз топографії поверхні.
5.	Дослідження механічних властивостей матеріалів 1. Еластичність. 2. Пластичність. 3. Твердість. 4. Міцність. 5. Механіка руйнування. 6. Проникнення та дифузія.
6.	Дослідження теплових властивостей матеріалів. 1. Теплопровідність і питома теплоємність. 2. Ентальпія фазового переходу, адсорбція та змішування. 3. Теплове розширення та термомеханічний аналіз. 4. Термогравіметрія. 5. Датчики температури.
7.	Дослідження електричних властивостей матеріалів. 1. Електротехнічні матеріали. 2. Електропровідність металевих матеріалів. 3. Електролітична провідність. 4. Напівпровідники. 5. Вимірювання властивостей діелектричних матеріалів.
8.	Дослідження магнітних властивостей матеріалів. 1. Магнітні матеріали. 2. М'які та тверді магнітні матеріали: (стандартні) методи вимірювання властивостей, пов'язаних із петлею $B(H)$. 3. Магнітні характеристики в магнітометрі імпульсного поля (PFM). 4. Властивості магнітних тонких плівок.
9.	Дослідження оптичних властивостей матеріалів. 1. Основи оптичної спектроскопії. 2. Мікроспектроскопія. 3. Магнітооптичні вимірювання. 4. Застосування нелінійної оптики та ультракороткого імпульсного лазера. 5. Волоконна оптика. 6. Технології оцінки матеріалів пам'яті оптичних дисків. 7. Оптичне зондування.

10.	Тестування ефективності матеріалів. 1. Корозія. 2. Тертя і знос. 3. Біогенний вплив на матеріали. 4. Взаємодії матеріал–довкілля. 5. Контроль ефективності: неруйнівний контроль і оцінка надійності.
11.	Роль метрології матеріалів у термоелектричному матеріалознавстві. 1. Основні параметри термоелектричних матеріалів. 2. Критерії якості матеріалів термоелектричних для термоелектричних перетворювачів енергії різного призначення.
12.	Методи вимірювання термоелектричних параметрів матеріалів на окремих зразках 1. Вимірювання коефіцієнту термоЕРС. 2. Вимірювання електропровідності. 3. Вимірювання теплопровідності.
13.	Комплексний абсолютний метод вимірювання термоелектричних параметрів матеріалів на одному зразку. 1. Опис абсолютного методу. 2. Основні джерела похибок. 3. Розрахунок похибок. 4. Способи мінімізації похибок. 5. Переваги та недоліки методу.
14.	Метод Хармана. 1. Вимірювання термоелектричної добротності методом Хармана. 2. Визначення теплопровідності, електропровідності та коефіцієнту термоЕРС. 3. Джерела похибок вимірювань. 4. Переваги та недоліки методу.
15.	Методи контролю якості термоелектричних матеріалів в промисловості. 1. Обладнання для контролю якості стрижнів термоелектричних матеріалів. 2. Контроль якості дисків термоелектричних матеріалів та окремих віток термоелементів. 3. Ефективність використання контролю якості термоелектричних матеріалів для зниження браку та підвищення параметрів термоелектричних перетворювачів енергії,

Контроль опрацювання лекційного матеріалу проводиться під час модульних контрольних робіт. Бали за цю роботу в рамках кожної теми входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1	Використання композиційних матеріалів у сучасній інженерії.
2	Особливості електротехнічних матеріалів та їх застосування.
3	Наноматеріали в сучасній медицині: перспективи та обмеження.
4	Вуглецеві наноструктури як основа нових технологій.
5	Методи модифікування поверхні для підвищення зносостійкості.
6	Плазмохімічне осадження покриттів: переваги та недоліки.
7	Іонна імплантація: технологічний прорив чи тимчасове рішення.
8	Аналіз кристалічної структури: методи і застосування.
9	Визначення дефектів ґратки у функціональних матеріалах.
10	Механіка руйнування: аналіз дефектів та прогнозування.
11	Методи термогравіметричного аналізу та їх застосування.
12	Визначення параметрів електропровідності напівпровідників.
13	Використання оптичного зондування у дослідженні матеріалів.
14	Контроль ефективності матеріалів у середовищі з підвищеною корозійною

	активністю.
15	Термомеханічний аналіз як інструмент оцінки властивостей.
16	Неруйнівний контроль матеріалів: сучасні технології.
17	Критерії якості термоелектричних матеріалів для енергетики.

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

самостійна робота студентів: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з практичних та лабораторних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних;
- *засоби самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- виконання модульної контрольної роботи.

Зазначені форми контролю на заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – екзамен.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички
- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)			Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2	Змістовий модуль №3		
T1 – T3	T4 – T10	T11 – T15	40	100
15	25	20		

T1 – T15 – теми змістових модулів

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На екзамен виносяться три питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни: одне питання базового рівня, яке оцінюється 10 балами; два складніші питання – по 15 балів кожне.

Питання оцінюються балами за наступними критеріями:

- **81-100% від максимальної кількості балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання, уміло застосовані теоретичні знання, висвітлені питання не за завченою схемою, а своїми словами, з глибоким розумінням всіх основних процесів і явищ електромагнетизму у природі і вимірювальних пристроях.

- **51-80% від максимальної кількості балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні закономірностей чи у записах аналітичних виразів, окремі моменти не дістали належного з'ясування.

- **31-50% від максимальної кількості балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних явищ електромагнетизму.

- **0-30% від максимальної кількості балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні, виявляють незнання студентом програмного матеріалу, містять грубі помилки, що свідчить про нерозуміння основних понять та явищ електромагнетизму.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Залік за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)	Зараховано
80-89	B	4 (добре)	
70-79	C	4 (добре)	
60-69	D	3 (задовільно)	
50-59	E	3 (задовільно)	
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	Не зараховано

1-34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання	
------	---	--	--

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (залік).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«А» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«В» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«С» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував завдання.
«D» 60-69 ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи.
«E» 50-59 балів ставиться	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні;

у разі, якщо студент:	– не проявляв належної активності на заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях, тестуванні; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

**Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних досягнень студентів
з навчальної дисципліни**

Питання для поточного контролю

Модуль 1

1. Що таке функціональні матеріали і їх основні властивості?
2. Які основні види функціональних матеріалів Ви знаєте?
3. В яких сферах застосовуються композиційні та аморфні матеріали?
4. Чим електротехнічні матеріали відрізняються від інших видів функціональних матеріалів?
5. Які переваги використання аморфних матеріалів у промисловості?
6. Як працює механізм пам'яті форми у функціональних матеріалах?
7. Чому надтверді матеріали мають важливе значення у виробництві?
8. Які типи наноматеріалів найчастіше використовуються у високотехнологічних галузях?
9. Чим вуглецеві наноструктури відрізняються від інших наноматеріалів?
10. Як нанокристалічні покриття впливають на довговічність конструкцій?
11. Які основні переваги композиційних матеріалів порівняно з традиційними матеріалами?
12. Які властивості електротехнічних матеріалів є визначальними для їх застосування?
13. Як аморфні матеріали використовуються у створенні оптичних пристроїв?
14. Який вплив наноматеріалів на сучасну електроніку?
15. Як функціональні матеріали сприяють розвитку альтернативної енергетики?
16. У чому полягає особливість наноструктурованих плівок і покриттів?
17. Як функціональні матеріали з пам'яттю форми використовуються в медицині?
18. Яким чином надтверді матеріали застосовуються у виробництві інструментів?
19. Чому вуглецеві наноструктури є перспективними для зберігання енергії?
20. Як матеріали з особливими властивостями теплового розширення використовуються в промисловості?
21. У чому полягає унікальність плазмохімічного осадження?
22. Які приклади іонної імплантації можна знайти у промислових процесах?
23. Чим механічні методи обробки поверхні відрізняються від термомеханічних?
24. Як фізичні методи осадження сприяють підвищенню якості матеріалів?
25. Які переваги нанокристалічної структури порівняно зі звичайними матеріалами?
26. Як змінюються властивості матеріалів після модифікації поверхні?
27. Які інноваційні підходи використовуються для створення аморфних матеріалів?
28. У чому полягає важливість досліджень функціональних матеріалів для авіації?

29. Як функціональні матеріали використовуються у створенні сенсорів?
30. Які перспективи розвитку композиційних матеріалів у космічній галузі?

Модуль 2

1. Які методи використовуються для хімічної характеристики функціональних матеріалів?
2. Як проводиться аналіз кристалічної та аморфної структури?
3. Які методи застосовуються для аналізу дефектів ґратки та домішок?
4. Які підходи використовуються для аналізу текстури та фазового розподілу?
5. Які сучасні технології використовуються для хімічного аналізу поверхні матеріалів?
6. Як проводиться аналіз топографії поверхні для оцінки її властивостей?
7. Як визначаються еластичні властивості функціональних матеріалів?
8. Яким чином вимірюється пластичність матеріалів?
9. Які методи використовуються для оцінки твердості матеріалів?
10. Як визначити міцність функціонального матеріалу у критичних умовах?
11. Які підходи використовуються для оцінки проникнення та дифузії у матеріалах?
12. Як вимірюється теплопровідність та питома теплоємність матеріалів?
13. Що таке ентальпія фазового переходу і як її визначають?
14. Які методи термомеханічного аналізу використовуються для дослідження теплового розширення?
15. Як термогравіметрія допомагає в оцінці термічних властивостей матеріалів?
16. Які датчики температури використовуються для вимірювання властивостей матеріалів?
17. Як визначається електропровідність металевих функціональних матеріалів?
18. Які методи використовуються для вимірювання електролітичної провідності?
19. Як оцінити електропровідність напівпровідників?
20. Які способи вимірювання властивостей діелектриків вважаються найбільш ефективними?
21. Як проводяться вимірювання магнітних властивостей матеріалів?
22. Які характеристики можна визначити за допомогою магнітометра імпульсного поля?
23. Як вимірюються магнітні властивості тонких плівок?
24. Як використовувати мікроспектроскопію для аналізу оптичних властивостей?
25. У чому полягає застосування магнітооптичних вимірювань для аналізу матеріалів?
26. Як волоконна оптика допомагає у вивченні властивостей матеріалів?
27. Які фактори впливають на корозійні властивості матеріалів і як їх виміряти?
28. Як тестуються властивості тертя і зносу функціональних матеріалів?
29. Які методи використовуються для оцінки біогенного впливу на матеріали?
30. Як проводиться неруйнівний контроль функціональних матеріалів?
31. Який принцип дії та переваги методу Хармана у дослідженні термоелектричних матеріалів?
32. Які похибки можуть виникати у вимірюванні теплопровідності?
33. Які інструменти використовуються для визначення фазових переходів у матеріалах?
34. Які сучасні прилади застосовуються для аналізу теплових властивостей наноматеріалів?
35. Як контроль якості функціональних матеріалів сприяє зниженню браку у виробництві?

Модуль 3

1. Назвіть основні методи визначення параметрів термоелектричних матеріалів.
2. Охарактеризуйте основні методи визначення електропровідності термоелектричних матеріалів.
3. У чому полягає двохзондовий метод вимірювання електропровідності термоелектричних матеріалів?
4. Які основні джерела похибок існують при вимірюванні електропровідності термоелектричних матеріалів двохзондовим методом?
5. Яким чином усувається вплив ефекту Пельтьє на точність вимірювання електропровідності термоелектричних матеріалів двохзондовим методом?
6. У чому полягають особливості чотирьохзондових методів вимірювання електропровідності термоелектричних матеріалів?
7. У чому полягає суть методу Ван-дер-Пау?
8. Як визначається електропровідність неоднорідних та функціональних термоелектричних матеріалів?

9. Які основні джерела похибок зондових методів вимірювання електропровідності?
10. У чому полягають беззондові методи вимірювання електропровідності?
11. У чому полягає метод вихрових струмів для визначення електропровідності?
12. Які методи визначення коефіцієнта термоЕРС Ви знаєте?
13. Як працює стаціонарний метод вимірювання коефіцієнта термоЕРС?
14. Як проводяться вимірювання коефіцієнта термоЕРС з використанням компаратора?
15. Якими методами вимірюється коефіцієнт термоЕРС при високих температурах?
16. Які джерела похибок характерні для стаціонарного методу вимірювання коефіцієнта термоЕРС?
17. Що таке нестаціонарний метод вимірювання коефіцієнта термоЕРС?
18. Як здійснюється вимірювання коефіцієнта термоЕРС при постійній температурі одного з торців зразка?
19. У чому полягає метод гарячого зонда для вимірювання розподілів коефіцієнта термоЕРС?
20. Як вимірюється анізотропія коефіцієнта термоЕРС?
21. Якими методами оцінюються електропровідність і коефіцієнт термоЕРС стрижнів термоелектричних матеріалів?
22. Назвіть основні методи визначення теплопровідності.
23. Які Вам відомі стаціонарні та динамічні методи вимірювання теплопровідності?
24. У чому полягає відмінність абсолютних і порівняльних методів вимірювання теплопровідності?
25. Які фактори впливають на вибір розмірів і форми зразка для вимірювань теплопровідності термоелектричних матеріалів?
26. Що таке абсолютний метод вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів? Опишіть його схему і суть.
27. Які причини відхилення від ідеалізованої моделі абсолютного методу вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
28. Які основні джерела похибок при вимірюванні теплопровідності термоелектричних матеріалів абсолютним методом?
29. Як мінімізувати похибки при використанні абсолютного методу вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
30. Якими є особливості низькотемпературної модифікації установки для вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
31. У чому полягає суть методу Хармана, його переваги та недоліки?
32. Як впливає випромінювання на точність вимірювань теплопровідності термоелектричних матеріалів абсолютним методом в широкому інтервалі температур?
33. Назвіть основні переваги та недоліки абсолютного методу вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів.
34. У чому полягають методи Стакса та Чесмара для визначення теплопровідності?
35. Як працює метод лазерного спалаху для вимірювання теплопровідності?

Питання для підсумкового контролю

1. Що таке функціональні матеріали і їх основні властивості?
2. Які основні види функціональних матеріалів Ви знаєте?
3. В яких сферах застосовуються композиційні та аморфні матеріали?
4. Чим електротехнічні матеріали відрізняються від інших видів функціональних матеріалів?
5. Які переваги використання аморфних матеріалів у промисловості?
6. Як працює механізм пам'яті форми у функціональних матеріалах?
7. Чому надтверді матеріали мають важливе значення у виробництві?
8. Які типи наноматеріалів найчастіше використовуються у високотехнологічних галузях?
9. Чим вуглецеві наноструктури відрізняються від інших наноматеріалів?
10. Як нанокристалічні покриття впливають на довговічність конструкцій?
11. Які основні переваги композиційних матеріалів порівняно з традиційними матеріалами?
12. Які властивості електротехнічних матеріалів є визначальними для їх застосування?
13. Як функціональні матеріали сприяють розвитку альтернативної енергетики?

14. Які інноваційні підходи використовуються для створення аморфних матеріалів?
15. У чому полягає важливість досліджень функціональних матеріалів для авіації?
16. Як функціональні матеріали використовуються у створенні сенсорів?
17. У чому полягає унікальність плазмохімічного осадження?
18. Які приклади іонної імплантації можна знайти у промислових процесах?
19. Як змінюються властивості матеріалів після модифікації поверхні?
20. Які перспективи розвитку композиційних матеріалів у космічній галузі?
21. Які методи використовуються для хімічної характеристики функціональних матеріалів?
22. Як проводиться аналіз кристалічної та аморфної структури?
23. Які методи застосовуються для аналізу дефектів ґратки та домішок?
24. Які підходи використовуються для аналізу текстури та фазового розподілу?
25. Як проводиться аналіз топографії поверхні для оцінки її властивостей?
26. Як визначити міцність функціонального матеріалу у критичних умовах?
27. Як вимірюється теплопровідність та питома теплоємність матеріалів?
28. Що таке ентальпія фазового переходу і як її визначають?
29. Які методи термомеханічного аналізу використовуються для дослідження теплового розширення?
30. Як волоконна оптика допомагає у вивченні властивостей матеріалів?
31. Які способи вимірювання властивостей діелектриків вважаються найбільш ефективними?
32. Як проводяться вимірювання магнітних властивостей матеріалів?
33. Як використовувати мікроспектроскопію для аналізу оптичних властивостей?
34. Як тестуються властивості тертя і зносу функціональних матеріалів?
35. Які методи використовуються для оцінки біогенного впливу на матеріали?
36. Як проводиться неруйнівний контроль функціональних матеріалів?
37. Який принцип дії та переваги методу Хармана у дослідженні термоелектричних матеріалів?
38. Як контроль якості функціональних матеріалів сприяє зниженню браку у виробництві?
39. Назвіть основні методи визначення параметрів термоелектричних матеріалів.
40. Охарактеризуйте основні методи визначення електропровідності термоелектричних матеріалів.
41. У чому полягає двохзондовий метод вимірювання електропровідності термоелектричних матеріалів?
42. Які основні джерела похибок існують при вимірюванні електропровідності термоелектричних матеріалів двохзондовим методом?
43. Яким чином усувається вплив ефекту Пельтьє на точність вимірювання електропровідності термоелектричних матеріалів?
44. Як працює стаціонарний метод вимірювання коефіцієнта термоЕРС?
45. Якими методами вимірюється коефіцієнт термоЕРС при високих температурах?
46. Які джерела похибок характерні для стаціонарного методу вимірювання коефіцієнта термоЕРС?
47. Як здійснюється вимірювання коефіцієнта термоЕРС при постійній температурі одного з торців зразка?
48. У чому полягає метод гарячого зонда для вимірювання розподілів коефіцієнта термоЕРС?
49. Як вимірюється анізотропія коефіцієнта термоЕРС?
50. Якими методами оцінюються електропровідність і коефіцієнт термоЕРС стрижнів термоелектричних матеріалів?
51. Назвіть основні методи визначення теплопровідності.
52. Що таке абсолютний метод вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів? Опишіть його схему і суть.

53. Які причини відхилення від ідеалізованої моделі абсолютного методу вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
54. Які основні джерела похибок при вимірюванні теплопровідності термоелектричних матеріалів абсолютним методом?
55. Як мінімізувати похибки при використанні абсолютного методу вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
56. У чому полягає суть методу Хармана, його переваги та недоліки?
57. Як впливає випромінювання на точність вимірювань теплопровідності термоелектричних матеріалів абсолютним методом?
58. У чому полягає метод лазерного спалаху для вимірювання теплопровідності?
59. Які Вам відомі стаціонарні та динамічні методи вимірювання теплопровідності термоелектричних матеріалів?
60. Які фактори впливають на вибір розмірів і форми зразка для вимірювань теплопровідності термоелектричних матеріалів?

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. Функціональні матеріали та покриття : навч. посіб. / М. О. Азаренков, В. М. Береснев, С. В. Литовченко та ін. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. – 202 с.
2. Говорун Т. П. Фізичні властивості і методи дослідження матеріалів: навч. посіб. / Т. П. Говорун, А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 255 с.
3. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посіб. / В. В. Хільчевський, С. Є. Кондратюк, В. О. Степаненко та ін. – Київ : Либідь, 2002. – 328 с.
4. Азнаурян І. О. Фізика та фізичні методи дослідження матеріалів: навч. посіб. / І. О. Азнаурян. – Київ : КНУБА, 2007. – 250 с.
5. L.I. Anatychuk, V.V. Lysko. Thermoelectricity: Vol. 5. Metrology of Thermoelectric Materials. – Chernivtsi: Bukrek, 2020. – 172 p. ISBN 978-617-7770-40-3.
6. Л.І. Анатичук, В.В. Лисько, М.В. Гаврилюк. Методи та обладнання для вимірювання параметрів термоелектричних матеріалів. – Чернівці: МПП «Букрек», 2024. – 192 с. ISBN 978-966-997-250-7.
7. Наноматеріали і нанотехнології : навч. посіб. / М. О. Азаренков, І. М. Неклюдов, В. М. Береснев, В. М. Вовсодін, О. Д. Погребняк, Г. П. Ковтун, О. В. Соболев, В. Г. Удовиський, С. В. Литовченко, П. В. Турбін, В. О. Чишкала. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – 323 с.

Додаткова література

1. Фірстов Г. С. Функціональні матеріали з пам'яттю форми: сучасний стан і перспективи використання / Г. С. Фірстов // Вісник НАН України. – 2018. – № 6. – С. 19–34.
2. Метрологія та вимірювальна техніка : підруч. / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук та ін. ; за ред. проф. Є. С. Поліщука. – Львів : Бескид Біт, 2004. – 544 с.
3. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни і поняття. – Київ : Держстандарт України, 1994.

4. Володарський Є. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю : навч. посіб. / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк. – Вінниця : ВДТУ, 2001.
5. Боброва Т. Б. Основи матеріалознавства : навч. посіб. / Т. Б. Боброва. – Київ : Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 104 с.
6. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів : метод. вказівки до виконання лаб. робіт / В. В. Холявко, І. А. Владимирський, О. О. Жабинська. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 100 с.
7. Павловський Ю. В., Попович В. Д. Сучасні матеріали в техніці: наноматеріали та нанотехнології : навч.-метод. посіб. / Ю. В. Павловський, В. Д. Попович. – Дрогобич : Дрогобицький держ. пед. ун-т ім. Івана Франка, 2024. – 76 с.
8. Методи вимірювання теплопровідності масивних твердих тіл і тонких плівок : огляд / М. О. Галушак, В. Г. Ральченко, А. І. Ткачук, Д. М. Фреїк // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т. 14, № 2. – С. 317–344.
9. Anatychuk L.I., Lysko V.V. On Improvement of the Accuracy and Speed in the Process of Measuring Characteristics of Thermoelectric Materials. *Journal of Electronic Materials*. 2014. Vol. 43, No. 10. P. 3863–3869.
10. L.I. Anatychuk, M.V. Havryliuk, V.V. Lysko. Ways for quality improvement in the measurement of thermoelectric material properties by the absolute method. *Journal of Thermoelectricity*. 2018. No. 2. P. 90–100.
11. L.I. Anatychuk, M.V. Havryliuk, V.V. Lysko, V.A. Tiumentsev. Automation and computerization of measurements of thermoelectric parameters of materials. *Journal of Thermoelectricity*. 2018. No. 3. P. 80–100.

Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=966>
2. <https://archer.chnu.edu.ua/>
3. <http://www.nbuu.gov.ua/>
4. <http://library.kpi.kharkov.ua/>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»

<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»

https://www.chnu.edu.ua/media/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;

- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.
- За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:
 - повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
 - повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.