



МАГНІТНІ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма «Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів»</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів ECTS, 10 годин лекцій, 6 годин лабораторних занять, 104 години СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / Домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Троснікова Ірина Юріївна, mail: itrosnikova@gmail.com Практичні заняття: к.т.н., доцент Троснікова Ірина Юріївна</i>
Розміщення курсу	<i>campus.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, студенти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та більш глибоко вивчають зв'язок між структурою та магнітними і електричними властивостями матеріалів, технологією отримання цих матеріалів на основі сучасних уявлень теорії магнетизму та застосуванням передових технологій.

Предметом навчальної дисципліни є оволодіння навичками розробки структури та технології магнітних та електротехнічних порошкових матеріалів з наперед заданими властивостями на основі сучасних уявлень теорії магнетизму та застосування передових технологій.

Метою дисципліни є розвиток у здобувачів вищої освіти загальних та фахових компетентностей, зокрема: здатності розробляти нові та використовувати стандартні технології виготовлення виробів; здатності розробляти нові матеріали з використанням засобів автоматизації проектування та розрахунку рівня властивостей на основі сучасних систем й передового досвіду розроблення конкурентоспроможних матеріалів та виробів; здатності самостійно проводити експериментальні роботи, спрямовані на впровадження нових технологічних процесів у виробництво.

Після засвоєння навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні продемонструвати наступні результати: використовувати інформацію щодо умов виготовлення та

експлуатації виробів при розробці нового матеріалу та технології його оброблення, визначати та формулювати технічні вимоги до матеріалу виробів та можливості їх забезпечення, розробляти шляхи підвищення експлуатаційних властивостей вибраних матеріалів; визначати необхідність проведення експертних досліджень зруйнованих виробів, вибирати методики для отримання достовірних даних та їх контролю, узагальнення їх результатів та розроблення шляхів підвищення якості виробів; застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних матеріалознавчих задач; адаптуватися в змінному професійному середовищі в процесі якісного виконання професійних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна викладається у другому семестрі підготовки за освітньо-професійною програмою підготовки магістрів. Для успішного засвоєння дисципліни здобувач вищої освіти повинен володіти набором компетентностей та програмних результатів навчання дисциплін:

- інженерне матеріалознавство;
- сучасні методи дослідження матеріалів.

Дисципліна забезпечує розширення інженерного кругозору в галузі матеріалознавства та інженерії матеріалів чим формує набір компетентностей для подальшого їх застосування на практиці. Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні магістерської дисертації, тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Магнітні та електротехнічні порошкові матеріали» містить один змістовний модуль: «Магнітні та електротехнічні порошкові матеріали».

Розділ 1. Вступ. Сучасний стан фізики магнітних матеріалів. Области використання магнітних та електротехнічних матеріалів.

Розділ 2. Теоретичні основи магнетизму та створення магнітних матеріалів. Теорія магнетизму. Основні типи магнітного стану речовини. Теорія кривої намагнічування. Квантова теорія спонтанної намагніченості. Антиферромагнетизм та ферромагнетизм. Теорія Вейса. Рідкоземельні феро- та антиферромагнетиками. Магнітокристалічна анізотропія магнітних матеріалів. Магнітопружність взаємодія, магніострикція. Магнітні властивості матеріалів в змінних магнітних полях. Ферромагнітний резонанс. Гальваномагнітні ефекти в ферромагнетиках. Ефект Холла. Магнітокалоричний ефект.

Розділ 3. Магнітні матеріали. Загальна класифікація магнітних матеріалів. Магнітно-м'які матеріали на основі заліза, сплавів заліза, оксидів заліза. Магнітно-тверді матеріали. Магніти на основі сполук кобальту заліза, кобальту с РЗМ. Аморфні магнітні матеріали, способи їх отримання. Наноструктуровані магнітні матеріали. Магніострикційні (п'єзомагнітні) матеріали.

Розділ 4. Електричні властивості матеріалів, електротехнічні матеріали. Класифікація матеріалів за електричними властивостями. Діелектрики. Ґраткова та електронна поляризація діелектриків. Сегнетоелектрики. Контактні електричні матеріали. Катодні матеріали. Надпровідники. Високотемпературна надпровідність. Надпровідні матеріали на основі оксидних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Daichi Azuma. *Magnetic materials: Materials, Components, and Reliability*. - 2018.
2. S.M.Yusuf *Functional Magnetic Materials: Fundamental and Technological Aspects Functional Materials / Preparation, Processing and Applications*, 2012. - p. 111-154.

3. Giuseppe Florio. *Structural Features of Magnetic Materials // Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, 2021.

4. L.J.M. Živković *Electrotechnical materials: Microphysics structure properties / Microelectronics Journal*. - Volume 26. - Issue 5. - 2004.

Додаткова література:

5. Мишин Д.Д. *Магнитные материалы*. - Москва: Высшая школа, 1991. - 268 с.

6. Барьяхтар В.Г. *Магнитные материалы. Свойства и применение*. - Киев: Наукова думка, 1998.

7. Семиноженко В.П. *Высокотемпературные сверхпроводящие материалы с критическими параметрами*, с. 385-401, Київ: Наукова думка, 1998 р.

8. Преображенский А.А. *Теория магнетизма, магнитные материалы и элементы: уч. пособие*. - Москва: Высшая школа, 1982. - 288 с.

9. *Спеченные материалы для электротехники и электроники. Справочник под ред. Гнесина Г.Г.* - Москва: Металлургия, 1981. - 344 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція №1. Сучасний стан фізики магнітних матеріалів, області використання магнітних та електротехнічних матеріалів. Магнітні матеріали в елементах пам'яті, відео-, аудіопристроях та комп'ютерах. Динаміка споживання магнітних матеріалів, прогнози розвитку та схема організації роботи в області магнітного матеріалознавства (на самостійне вивчення). Література: [1], [2], [3].

Лекція №2. Магнітні властивості електрону та електронної оболонки атома. Модель атому Бора. Квантова теорія магнетизму. Основні типи магнітного стану речовини. Діамагнетизм. Парамагнетизм (на самостійне вивчення). Література [1], [7], [8]. Загальні відомості про феромагнетизм. Теорія кривої намагнічування. Петля гістерезису. Намагнічування змінним полем. Розмагнічуючий фактор (на самостійне вивчення). Література [1], [7], [8].

Лекція №3. Антиферомагнетизм та феромагнетизм. Теорія Вейса. Рідкоземельні феро- та антиферомагнетики. Основні взаємодії у феромагнітному кристалі та умови стійкого стану феромагнетику. Доменна структура феромагнетиків. Типи доменних структур (на самостійне вивчення). Література [1], [7], [8]. Однодоменні структури наночастинок. Визначення критичного розміру частинок для магнітних порошків в залежності від їх намагніченості, кристалічної структури та форми (на самостійне вивчення). Література [1], [4], [10]. Магнітокристалічна анізотропія магнітних матеріалів. Магнітопружність та магнітостатична взаємодія. Магнітострикція (на самостійне вивчення). Магнітокристалічна взаємодія електронів. Константи магнітокристалічної анізотропії магнітних матеріалів. Література [1], [7], [8].

Лекція №4. Вимоги щодо магнітом'яких матеріалів. Загальна класифікація магнітних матеріалів. Технічне чисте залізо. Електротехнічні сталі, пермалой. Література: [1], [3], [4], [8]. Магнітом'які ферити. Властивості та технології отримання. Магнітодіелектрики (на самостійне вивчення). Властивості та технології отримання. Порівняння характеристик магнітом'яких матеріалів на основі заліза та оксидів. Література: [1], [4], [8]. Магнітотверді матеріали. Вимоги щодо магнітотвердих матеріалів Динаміка розвитку технічних вимог до постійних магнітів (на самостійне вивчення). Література: [1], [6], [7]. Магнітотверді матеріали на основі сплавів заліза – альні, альніко. Технологія отримання спечених магнітів зі

сплавів, вплив легуючих домішок на їх властивості (на самостійне вивчення). Література: [2], [6], [8].

Лекція №5. Класифікація матеріалів: діелектрики, сегнетоелектрики, напівпровідники, провідники, надпровідники (на самостійне вивчення). Література: [4], [9]. Діелектрики. Ґраткова та електронна поляризація діелектриків. Сегнетоелектрики. Література: [4].

Зміст лабораторних занять

Основні завдання циклу лабораторних занять є придбання студентами практичних навичок розрахунку магнітних та електричних характеристик матеріалів для контролю експлуатаційних характеристик виробів з них.

Лабораторна робота №1. Теорія магнетизму. Квантова теорія спонтанної намагніченості.

Лабораторна робота №2. Антиферромагнетизм та ферромагнетизм. Магнітокристалічна анізотропія магнітних матеріалів. Магнітокристалічна анізотропія магнітних матеріалів.

Лабораторна робота №3. Розрахунок узагальненої електропровідності матеріалів.

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 104 години) з дисципліни полягає в: самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для фокусування розглянутих методів аналізу взаємного зв'язку властивостей матеріалів на власні наукові дослідження – в розрахунку 9 годин на лекційне заняття = 45 годин; підготовці до виконання лабораторних робіт, аналізі одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 5 годин на виконання лабораторної роботи = 15 годин; підготовці до домашньої контрольної роботи – 14 годин; підготовці до підсумкової атестації – екзамену (30 годин).

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.

Завдання пропущеного лабораторного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.

- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі.

- Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних рід руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання звіт може виконуватися як «від руки», так і в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.

- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – застосування творчого підходу до виконання практичних робіт, у тому числі, використання даних для робіт з тематики власних наукових досліджень.

- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

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

PCO з дисципліни розроблене за типом PCO-2 і складається з двох складових:

• стартової – оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру - максимально 50 балів;

• екзаменаційної – оцінювання окремих завдань на екзамені - максимально 50 балів.

Поточний контроль:

- ведення конспекту та активної участі на лекційних заняттях – 4 бали.

- захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 24 бали – максимум 8 балів з кожної роботи (всього 3 лабораторні роботи).

- домашня контрольна робота, яка містить, окрім теоретичних питань, задачі (<https://forms.gle/EfubNNM8E6BwCQHTA>). Максимальна оцінка за ДКР – 32 бали.

Календарний контроль: відсутній.

Семестровий контроль: екзамен.

Мінімальна кількість балів, з якою студент допускається до складання екзамену, складає 30 балів.

Бали за екзамен нараховуються за оцінювання теоретичних завдань (<https://forms.gle/VdQajGn3UxyUcFBQA>) - всього 20 балів, та 2-х задач, відповідно:

- теоретичні завдання – 20 балів;

- задача 1 – 15 балів;

- задача 2 – 15 балів.

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 7-8 балів, за неправильне використання одиниць вимірювання на 3 бали, за неправильне використання термінів на 1 бал.

Після оцінювання відповідей на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи) підсумовуються стартові бали та бали за екзамен, зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою (таблиця).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на самостійну роботу, вказані у п.5.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к.т.н., доцентом Тросніковою Іриною Юріївною.

Ухвалено кафедрою високотемпературних матеріалів та порошкової металургії (протокол № 17 від 26 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією Навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)