

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Випробування властивостей магнітних матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: другий (магістерський)
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 17 серпня 2021 р.

Запоріжжя, 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	ВК Випробування властивостей магнітних матеріалів Вибіркова навчальна дисципліна.
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
Викладач	Сніжної Г.В., д.т.н., доцент, зав. кафедри мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	7698367, телефон викладача 0504860966, e-mail: snow@zp.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЕКТС розподіл годин: 14 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 62 годин самостійна робота, вид контролю – залік
Консультації	Згідно з графіком консультацій https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
<p>Пререквізити Дисципліни за освітнім ступенем бакалавра: «Фізика», «Фізична хімія», «Фізика твердого тіла», «Статистична фізика», «Матеріали мікро- та наноелектроніки». «Основи фізики поверхні та ультрадисперсних середовищ».</p> <p>Постреквізити Стажування (переддипломна практика), Магістерська робота.</p>	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Випробування властивостей магнітних матеріалів (ВВММ) – це курс теоретично-практичного спрямування, в якому розглядаються основи експериментального дослідження властивостей магнітних матеріалів, основні характеристики промислових сталей в постійних та змінних магнітних полях, а саме вимірювання електромагнітних втрат; динамічної кривої намагнічування; магнітних властивостей; магнітострикції промислових електротехнічних сталей..</p> <p>Вивчення навчальної дисциплін «Випробування властивостей магнітних матеріалів» дозволить студентів приймати обґрунтовані рішення при випробування властивостей сталей різних марок в постійних та змінних магнітних полях.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримає</p> <p>загальні компетентності: ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; ЗК4. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні; ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність),</p> <p>фахові компетентності: СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компо-</p>	

ментів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;

СК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів;

СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах;

СК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення;

Очікувані програмні результати навчання:

P4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності;

P5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів;

P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її;

P11. Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів;

P12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

є опанування студентами основ теорії та практики експериментального дослідження магнітних матеріалів та випробовувань властивостей матеріалів в постійних та змінних магнітних полях.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – є ознайомлення з принципами планування наукового експерименту; ознайомлення з методами та пристроями для отримання стаціонарних, змінних та імпульсних магнітних полів.

Практичні – сформувати практичні навички з прямими та непрямими методами визначення основних магнітних характеристик та параметрів.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Магнітні властивості матеріалів.

Вступ. Мета і задачі вивчення дисципліни, її взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Короткі історичні відомості про магнітометрію матеріалів.

Тема 1. Атомно-кристалічна будова металів. Елементи теорії фаз.

Атомно-кристалічна будова металів. Дефекти кристалічної будови. Класифікація властивостей.

Тема 2. Магнетизм його види. Носії магнетизму.

Уявлення про магнетизм. Магнітний момент атома. Види магнетизму. Магнітовпорядковані і магнітоневпорядковані магнетики Природа діамagnetизму. Парамагнетизм.

Тема 3. Магнітні властивості металевих фаз та гетерогенних сплавів.

Методи вимірювання магнітної сприйнятливості. Зміна магнітної сприйнятливості при плавленні, алотропічних перетвореннях та пластичній деформації. Магнітні властивості металевих фаз та гетерогенних сплавів. Дослідження магнітної сприйнятливості для побудови діаграм фазової рівноваги.

Тема 4. Основні положення теорії феромагнетизму. Структура і властивості феромагнетиків.

Феромагнітні тіла та їх атомна будова. Сили обмінної взаємодії. Спонтанна (самодовільна) намагніченість її сутність та залежність від температури. Структура і властивості феромагнетиків. Термодинаміка формування доменної структури. Будова міждоменних границь.

Змістовий модуль 2. Магнітні властивості гетерогенних сплавів. Вплив термічної обробки на магнітні властивості.

Тема 5. Процес намагнічування.

Первинна крива намагнічування. Петля гістерезису. Класифікація магнітних матеріалів. Залежність магнітних властивостей від кристалографічної анізотропії.

Тема 6. Явище магнітострикції. Вплив зовнішніх та структурних факторів на магнітні властивості.

Сутність явища магнітострикції. Коерцитивна сила та її природа. Вплив структурних та зовнішніх факторів на величину H_c . Вплив нагрівання та пластичної деформації на магнітні властивості (H_c, V, μ). Особливості магнітних властивостей сплавів.

Тема 7. Магнітні властивості гетерогенних сплавів.

Фазовий магнітний аналіз гетерогенних сплавів. Правило адитивного складання для намагніченості насичення гетерогенних сплавів. Балістичний метод визначення намагніченості насичення. Дослідження кінетики розпаду переохолодженого аустеніту на анізомері Акулова.

Тема 8. Застосування магнітних методів для дослідження діаграм фазової рівноваги. Вплив термічної обробки на магнітні властивості.

Аналіз характеру розчинності компонентів за результатами досліджень намагніченості насичення та коерцитивної сили. Дослідження фазових перетворень на підставі аналізу зміни природи магнетизму при температурі Кюрі. Вивчення впливу різного роду режимів термічної обробки на магнітні властивості

Заключна. Перспективи розвитку магнітних матеріалів.
Розгляд питань на залік.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Атомно-кристалічна будова металів. Елементи теорії фаз.	лекція	2
1	Визначення намагніченості насичення і кількості залишкового аустеніту балістичним методом.	лабораторна робота	2
2	Магнетизм його види. Носії магнетизму.	лекція	2
2	Вимірювання опору термооброблених сталей на подвійному мості Томпсона	лабораторна робота	2
3	Магнітні властивості металевих фаз та гетерогенних сплавів.	лекція	2
3	Визначення коефіцієнта термічного розширення на оптичному дилатометрі Шевенара	лабораторна робота	2
4	Основні положення теорії феромагнетизму. Структура і властивості феромагнетиків.	лекція	2
4	Визначення модуля нормальної пружності на резонансній електромагнітній установці	лабораторна робота	2
5	Процес намагнічування.	лекція	2
5	Побудова кривої ізотермічного перетворення аустеніту із використанням анізометра Акулова	лабораторна робота	2
6	Явище магнітострикції. Вплив зовнішніх та структурних факторів на магнітні властивості.	лекція	2
6	Визначення магнітних властивостей феромагнетиків методом вольтметра амперметра і ватметра	лабораторна робота	2

7	Магнітні властивості гетерогенних сплавів. Вплив термічної обробки на магнітні властивості.	лекція	2
7	Дослідження динамічних характеристик магнітних матеріалів	лабораторна робота	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1, 2	Природа діамagnetизму. Природа парамагнетизму	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекціях.
3, 4	Зміна магнітної сприйнятливості при плавленні, алотропічних перетвореннях та пластичній деформації. Методи вимірювання магнітної сприйнятливості. Дослідження магнітної сприйнятливості для побудови діаграм фазової рівноваги	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
5,6	З яких складових складається магнітний момент атома? Поняття про магнетон Бора.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
7	З яких етапів складається процес намагнічування феромагнетиків? Будова доменних стінок	Опрацювання конспекту лекцій, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
8, 9	Охарактеризувати способи впливу на магнітні властивості матеріалів, які призводять формування магнітної структури характерної для магнітотвердих або магнітом'яких матеріалів.	Розв'язування індивідуального домашнього завдання за варіантами	10	Усне опитування на лекціях, реферат.
9,10	В чому полягає сутність магнітострикційних явищ? Приклади матеріалів з позитивною та негативною магнітострикцією та напрямки їх використання.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях.
11,12	Охарактеризувати напрямки практичного використання методів магнітного аналізу для вирішення окремих задач матеріалознавства стосовно характеру розвитку структурно-фазових перетворень	Опрацювання літератури, конспекту лекцій, підготовка до лабораторних робіт.	10	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
13,14	Вплив термічної обробки на магнітні властивості матеріалів	Розв'язування індивідуального домашнього завдання за варіантами	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
15	Поясніть характер впливу гартування та пластичної деформації на магнітні властивості сталей	Опрацювання конспекту лекцій, літератури, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях.

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (кожний тиждень та попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id;>
- відеоконференція на платформі Zoom (особиста або колективна за попередньою домовленістю).
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача або за домовленістю) у Viber та Telegram.

9. Система та критерії оцінювання курсу

Система оцінювання курсу.

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістових модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100- бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другі змістові модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –А, В, С, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D		
60-69	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Оцінки «зараховано» заслуговує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «незараховано» виставляється студентові, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених п

грамою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100- бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

* повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті оцінюється 6 балів (4 практичних заняття по 8 балів = 32 балів);

* правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;

* тестування – до 28 балів.

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

* повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті оцінюється 9 балів (3 практичних заняття по 10 балів = 30 балів);

* правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;

* тестування – до 30 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік, то оцінювання на заліку враховує наступні критерії:

* студент отримує два питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 50 балів;

* 50-40 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення;

* 39–29 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

* 28–18 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

* 17–0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100- бальною шкалою.

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

* правильність виконання, оформлення та повнота відповіді студента оцінюється до 40 балів;

* тестування – до 24 балів.

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності:

складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента): студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал.

ал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=832>) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс moodle).

Політика щодо дедлайнів:

студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів:

студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі Закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>. Стаття 10, п. 3.