



ІНЖЕНЕРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

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 -21 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркові освітні компоненти</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>2 семестр –4 год. лаб. робіт на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, доцент, Христенко Вадим Володимирович, kvad63@meta.ua</i> Практичні / Семінарські: <i>немає</i> Лабораторні: <i>к.т.н, доцент, Христенко Вадим Володимирович, kvad63@meta.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Предметом навчальної дисципліни є базові підходи до підготовки, організації та проведення інженерних експериментальних досліджень, обробки експериментальних даних та сучасні методи досліджень металів. Основні положення курсу застосовуються для постановки, проведення та аналізу результатів експериментальних інженерних досліджень.

Значення цього курсу обумовлене необхідністю якісної теоретичної та технологічної підготовки спеціалістів в галузі металознавства та термічної обробки. Цей курс доповнює теоретичну підготовку спеціалістів у галузі металознавства та термічної обробки і є дисципліною, яка поглиблює спеціальні знання студентів даної спеціальності.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

КЗ.02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

СК.01 Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.

СК.02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

СК.03 Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.

СК.04 Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.

СК.09 Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

СК.13 Здатність розробляти і вдосконалювати методи і методики матеріалознавчих досліджень.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- PH 1 Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
- PH 2 Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.
- PH 11 Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.
- PH 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.
- PH 17 Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.
- PH 20 Розробляти і застосовувати новітні методи і методики досліджень матеріалів та процесів в галузі матеріалознавства з урахуванням особливості проблем, що вирішуються.

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

Вивченню цієї дисципліни повинно передувати глибоке засвоєння матеріалу таких загальноінженерних дисциплін, як фізика (зокрема електрики, магнетизму, оптики, атомної фізики), а також теоретичного матеріалу щодо будови металів і сплавів та діаграм стану з курсів «Кристалогія», «Дефекти кристалічної ґратки», «Металознавство», «Металознавство. Додаткові глави», «Матеріалознавство I, II. Кольорові метали та сплави. Тугоплавкі метали та сплави», «Інформатика, обчислювальна техніка, програмування і чисельні методи», «Чисельні методи».

Основні положення курсу необхідні як для розробки конкретних методів контролю технологічних режимів термічної обробки та якості виробів, так і для вивчення таких профільюючих курсів як «Технологія, обладнання та проектування термічних цехів», «Додаткові розділи термообробки» «Основи наукової творчості та постановка наукового експерименту в матеріалознавстві» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/5 кредитів ECTS.

Лекційні заняття програмою не передбачені.

Розділ 1. Експериментальні похибки.

Тема 1.1. Природа експериментальних невизначеностей. Систематичні та випадкові похибки.

Тема 1.2. Ідентифікація та усунення систематичних похибок. Калібрування приладу.

Тема 1.3. Випадкові похибки. Показники точності вимірювальної системи. Визначення величини похибки вимірювальної системи.

Тема 1.4. Визначення закону розподілу похибок приладу. Імовірнісний аркуш.

Тема 1.5. Похибки, закон розподілу яких відрізняється від нормального.

Тема 1.6. Визначення величини похибки експерименту загалом.

Розділ 2. Первинна обробка експериментальних даних.

Тема 2.1. Статистична обробка експериментальних даних. Середнє арифметичне. Оцінка відхилення середнього арифметичного від істинного значення. Достовірність результатів вимірювань. Довірчий інтервал та довірна ймовірність. Достовірність середнього арифметичного. Виявлення грубих похибок.

Тема 2.2. Порівняння двох рядів спостережень.

Тема 2.3. Дисперсійний аналіз.

Розділ 3. Графічний аналіз даних.

Тема 3.1. Аналіз залежностей графічними методами. Невизначеності при графічному аналізі.

Розділ 4. Апаратура для дослідження політерм структурночутливих властивостей.

Тема 4.1. Загальні відомості про лабораторне обладнання для дослідження політерм структурночутливих властивостей металічних сплавів.

Тема 4.2. Робота з апаратурою для дослідження температурних залежностей структурночутливих властивостей сплавів в режимі «за командою».

Тема 4.3. Робота з апаратурою для дослідження температурних залежностей структурночутливих властивостей сплавів в режимі «безперервнн вимірювання».

Розділ 5. Робота з термопарами

Тема 5.1. Загальні відомості про термопари. Виготовлення термопар.

Тема 5.2. Градування термопар за зразковою термопарою

Тема 5.3. Градування термопар за постійними точками

Тема 5.4. Розрахунок номінальної статичної характеристики термопари за експериментальними даними.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, які використовуються при вивченні дисципліни базуються як на сучасних підручниках та методичних посібниках, так і на спеціальній літературі та матеріалах, які опубліковані в монографіях, оглядах оригінальних статтях вітчизняних та закордонних вчених. Тому тематика лабораторних робіт може змінюватись.

Запропоновані навчальні матеріали доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки. Обов'язковою є базова література, інші матеріали – факультативні. Матеріали, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лабораторних заняттях.

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Х. Шенк. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972. – 376 с.
2. Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений. М.: Наука, 1970. – 103 с.
3. Маркин Н. С. Практикум по метрологии. М.: Издательство стандартов, 1994. – 188 с.
4. Спирин А. А., Лавров В. В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Екатеринбург, 2004. – 257 с.
5. Рогельберг И. Л., Бейлин В. М. Сплавы для термопар. Справочник. М.: Metallurgy, 1983. – 360 с.
6. Деденко Л. Г., Керженцев В. В. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. Издательство Московского университета, 1977. – 112 с.
7. Журавлев Л. Г., Филатов В. И. Физические методы исследования металлов и сплавов. Челябинск, 2004. – 157 с.

Додаткова

1. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат. – 1991. – 303 с.
2. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука. – 1976. – 279 с.
3. Винарский М. С., Лурье М. В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. Киев: Техника. – 1975. – 168 с.
4. Берг Л. Г., Бурмистрова Н. П., Озерова М. И., Пуринов Г. Г. Практическое руководство по термографии. Издательство Казанского университета, 1967. – 223 с.
5. Берг Л. Г. Введение в термографию. М.: Наука, 1969. – 395 с.
6. Фильчаков П. Ф. Численные и графические методы прикладной математики. Киев: Наукова думка, 1970. – 803 с.
7. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. М.: Наука, 1966. – 664 с.
8. Блантер М. Е. Методика исследования металлов и обработки опытных данных. М.: «Металлургиздат», 1952. – 442с.

9. Черепин В. Т. Экспериментальная техника в физическом металловедении. К.: «Техніка», 1968. – 280 с.

10. Лухвич А. А., Каролик А. С., Шарандо В. И. Структурная зависимость термоэлектрических свойств и неразрушающий контроль. Минск: «Навука і тэхніка», 1990. – 192 с.

11. Под ред. Крутова В. И., Попова В. В. Основы научных исследований. М.: Высшая школа. – 1989. – 400 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття та контрольні роботи програмою курсу «Інженерний експеримент» не передбачені.

Основними завданнями циклу лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) є закріплення і доповнення знань, отриманих в ході самостійної роботи з літературою; набуття практичних навичок в плануванні і підготовці експериментальних досліджень; надбання практичних навичок в здійсненні експериментальних досліджень; набуток практичних навичок в обробці результатів інженерних експериментальних досліджень.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, а саме:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання «аналіз ситуацій» (дискусія, навчальні дебати),

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів,

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Ідентифікація та усунення систематичних похибок. Калібрування приладу.	6
2	Визначення показників точності та величини похибки вимірювальної системи.	6
3	Визначення закону розподілу похибок приладу.	4
4	Обробка похибок, закон розподілу яких відрізняється від нормального	4
5	Визначення величини похибки експерименту загалом.	4
6	Статистична обробка експериментальних даних.	4
7	Порівняння двох рядів спостережень.	4
8	Дисперсійний аналіз.	4
9	Аналіз експериментальних залежностей графічними методами.	4
10	Робота з апаратурою для дослідження температурних залежностей структурночутливих властивостей сплавів в режимі «за командою».	6
11	Робота з апаратурою для дослідження температурних залежностей структурночутливих властивостей сплавів в режимі «безперервні вимірювання».	6
12	Градуювання термопар за зразковою термопарою.	6
13	Виготовлення термопар	4
14	Градуювання термопар за постійними точками.	6
15	Розрахунок номінальної статичної характеристики термопар за експериментальними даними.	4

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) впродовж семестру включає підготовку до лабораторних робіт, складання протоколів, розрахунків на заняттях, оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: підготовка до лабораторних робіт, складання протоколів, розрахунк, оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт.	2 – 3 години на тиждень.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лабораторні роботи відбуваються в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі проводяться в лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання ZOOM. Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які брали участь у виконанні лабораторної роботи, правильно оформили протокол, представили повний та вичерпний висновок (при неправильно виконаних роботах їх слід виправити).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.6.
3. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію лабораторних робіт нараховується від 1 до 7 заохочувальних балів;
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 7 заохочувальних балів;

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та *іншими* положеннями Кодексу честі університету.

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

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лабораторних роботах, МКР.
2. Календарний контроль: атестації проводяться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік за результатами захисту лабораторних робіт.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи зі 100-бальної шкали, з них 90 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (впродовж семестру) складається з балів, що студент отримує за лабораторні роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Лабораторні роботи - ваговий бал – 6 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $6 \times 15 = 90$ балів.

повне виконання всіх завдань (участь у роботі, наявність правильно оформленого протоколу, своєчасний захист)	5,5 - 6 балів
невиконання хоча б однієї умови	4 - 5,5 балів
недоліки у підготовці та/або виконанні роботи	3 - 4 бали
повне невиконання всіх завдань	0 балів

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 45^1 = 22,5$ бали. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 90^2 = 45$ балів.

4. Максимальна сума балів, яку студент може набрати впродовж семестру, складає 90 балів:

$$RC = 15 \times 6 = 90 \text{ балів} \quad (1)$$

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт та кількість рейтингових балів не менше 60.

Якщо студент за підсумками семестру отримав від 80 до 90 балів, йому додатково нараховується 10 заохочувальних балів. Сума рейтингових балів, отриманих студентом впродовж семестру, за умови успішного захисту всіх лабораторних робіт, переводиться до підсумкової оцінки.

Студент, який у семестрі отримав від 60 до 80 балів, але бажає підвищити свій результат, може повторно захистити до трьох лабораторних робіт на заліковому занятті. У цьому разі остаточний результат складається із балів, отриманих на заліковому занятті, та балів, отриманих за результатами захисту лабораторних робіт.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою – якщо тематика дистанційних чи онлайн курсів повністю відповідає розділам та темам дисципліни і студент засвоїв відповідні знання;
- інша інформація для студентів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни – активність та креативність на лабораторних заняттях, участь в науковій тематиці, яка включає елементи теорії та практики термічної обробки може бути оцінена заохочувальними балами (до 7 балів).

¹Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

²Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Христенко Вадим Володимирович

Ухвалено кафедрою фізичного матеріалознавства та термічної обробки (протокол № 12 від 22.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/23 від 28.06.2023 р.)

Завдання на індивідуальну роботу студентів МКР

Модульна контрольна робота. Варіант № 1

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 30X13.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Цинкування

Модульна контрольна робота. Варіант № 2

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 40X13.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Золочіння.

Модульна контрольна робота. Варіант № 3

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 20X13.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Сріблясті покриття.

Модульна контрольна робота. Варіант № 4

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 95X18.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Покриття елементами платинової груп

Модульна контрольна робота. Варіант № 5

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 14X17H2.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Олов'яні покриття..

Модульна контрольна робота. Варіант № 6

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 12X13.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Хромові покриття.

Модульна контрольна робота. Варіант № 7

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 12X18H10T.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Нікелювання.

Модульна контрольна робота. Варіант № 8

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 15X25T.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Лужіння

Модульна контрольна робота. Варіант № 9

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 015X17M2Б.
2. Загальна характеристика дифузійних покриттів. Хромування..

Модульна контрольна робота. Варіант № 10

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 15X25T.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Покриття елементами платинової груп.

Модульна контрольна робота. Варіант № 11

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 015X17M2Б.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Сріблясті покриття.

Модульна контрольна робота. Варіант № 12

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 10X14Г14Н4Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Цинкування.

Модульна контрольна робота. Варіант № 13

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 10X14АГ15.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Кадміювання.

Модульна контрольна робота. Варіант № 14

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 10X17Н13М3Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Золочіння.

Модульна контрольна робота. Варіант № 15

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 09X15Н8Ю.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Паладіювання.

Модульна контрольна робота. Варіант № 16

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 12X18Н9Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Лужіння.

Модульна контрольна робота. Варіант № 17

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 15X28.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Золочіння.

Модульна контрольна робота. Варіант № 18

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 3X13Н7С2.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Покриття елементами платинової груп.

Модульна контрольна робота. Варіант № 19

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 4X14Н14В2М.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Нікелювання.

Модульна контрольна робота. Варіант № 20

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 08X22Н6Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Міді покриття.

Модульна контрольна робота. Варіант № 21

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 12X18Н10Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Хромування.

Модульна контрольна робота. Варіант № 22

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 08X21Н6М2Т.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Кадміювання.

Модульна контрольна робота. Варіант № 23

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 17X18H9.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Цинкування.

Модульна контрольна робота. Варіант № 24

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 09X17H7Ю.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Золочіння.

Модульна контрольна робота. Варіант № 25

1. Хімічний склад, клас та термічна обробка сталі 10X25H25TP.
2. Загальна характеристика гальванічних покриттів. Олов'яні покриття.