



# ОСНОВИ КРИСТАЛОГРАФІЇ ТА ЕЛЕКТРОКРИСТАЛІЗАЦІЇ МЕТАЛІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара протягом перших 9 тижнів), лабораторний практикум 3 години на тиждень (3 пари раз на два тижні) за розкладом на <a href="https://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Фроленкова Світлана Василівна, <a href="mailto:svetlana.frolenkova@gmail.com">svetlana.frolenkova@gmail.com</a>, телеграм: Svetlana Frolenkova Лабораторні: к.т.н., доцент Фроленкова Світлана Василівна, <a href="mailto:svetlana.frolenkova@gmail.com">svetlana.frolenkova@gmail.com</a>, телеграм: Svetlana Frolenkova</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа Moodle(<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4136">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4136</a>)</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Розвиток сучасної металургії, радіотехніки, оптичної промисловості, виробництва нових високоякісних продуктів, створення високоміцних та жаростійких матеріалів тісно пов'язані з кристалографією – наукою, яка вивчає будову, властивості, процеси утворення та росту кристалів. Дисципліна «Основи кристалографії та електрокристалізації металів» являє собою сукупність теоретичних знань та практичних навичок, отриманих при вивченні таких дисциплін як загальна та неорганічна хімія, фізика твердого тіла та математика. Ця дисципліна дає загальні уявлення про будову речовин, які є вихідною сировиною для створення та одержання нових матеріалів з заданими вдосконаленими властивостями.*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:*

- застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності;*
- навички здійснення безпечної діяльності ;*
- продемонструвати знання і розуміння основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що належать до хімічної технології та інженерії;*
- здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.*

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**ЗНАННЯ:**

- методів вивчення структури та властивостей металів та сплавів;
- конструктивних матеріалів;
- фізико-хімічних основ електрохімічних, гідродинамічних, теплових, масообмінних і реакційних процесів хімічної технології;
- основних механічних та технологічних характеристик;
- з маркування матеріалів;
- діаграм стану двох- та багатофазних систем;

**УМІННЯ:**

- описувати типи фазових перетворень у металах і сплавах;
- визначати термодинамічну можливість корозії даного металу в різних середовищах;
- обґрунтувати можливість застосування металів для виготовлення апаратів, шин для підведення струму й електродів у різних електрохімічних системах;
- обґрунтовувати можливість застосування даного виду неметалічних органічних речовин для футерування металевого обладнання;
- оцінювати технологічність, стійкість, доступність і вартість;
- прогнозувати поведінку конструкційних і футерувальних матеріалів при експлуатації апаратів в технологічних процесах.

**ДОСВІД:**

- використання отриманих знань та навичок при проектуванні технологічного обладнання хімічної промисловості.

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Загальна та неорганічна хімія.	Класи хімічних сполук та їх властивості.
Фізика	Фізичні властивості рідин, газів та твердих речовин. Температурні залежності переходу речовин з одного стану в інший.
Техніка хімічного експерименту	Лабораторне обладнання та посуд, електричні лабораторні прилади, методика проведення лабораторних дослідів.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

**РОЗДІЛ 1. Основні поняття про кристали.**

Тема 1.1. Вступ. Теоретичні основи кристалографії. Виникнення, ріст та руйнування кристалічних структур.

Тема 1.2. Основи кристалізації речовин. Механічні властивості та теплопровідність кристалів.

**РОЗДІЛ 2. Кристалізація полікристалічних структур.**

Тема 2.1. Самочинна та несамочинна кристалізація

Тема 2.2. Електрокристалізація металів та сплавів

Тема 2.3. Одержання монокристалів

**РОЗДІЛ 3. Порошкові матеріали та виробу**

**РОЗДІЛ 4. Композиційні матеріали**

**РОЗДІЛ 5. Наноструктурні матеріали**

**РОЗДІЛ 6. Методи дослідження кристалічних матеріалів.**

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова**

1. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І та ін. *Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство*. К.: Техніка, 2002. – с. 374.
2. Афанасьєва О.В. *Функціональні матеріали оптоелектронної техніки. Частина перша. Навч. посібник*. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 168 с.
3. Кондратюк С.Е. *Матеріалознавство та обробка металів: навч. посібник / С.Е. Кондратюк, М.В. Кіндрачук, В.О. Степаненко та ін.* – К.: Вікторія, 2000 – 254 с.
4. Пул Ч. *Нанотехнології: пер. з англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс*. – М.: Техносфера, 2004. – 328 с.
5. Попович В. *Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга I*. Львів. 2000.- с.264.
6. Попович В., Голубець В. *Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга II*. Суми. Університетська книга, 2002.-с.259.
7. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К.Г. *Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів*. Київ: Либідь, 2002.с.326.
8. Зоркий П.М. *Симметрия молекул и кристаллических структур*. М.: Изд –во МГУ. – 1986. – 231 с.

##### **Допоміжна**

9. *Визначення прогартуваності сталей методом торцевого гартування/ О.О. Котречко, А.С.Опальчук, К.Г.Лопатько та ін.// Київ: Національний аграрний університет, 2002. - с. 11.*
10. *ДСТУ 2439-94. Хімічні елементи та речовини прості. Терміни та визначення. Основні поняття. Умовні позначення.*
11. *ДСТУ 2651-94. Сталі вуглецеві звичайної якості. Марки.*
12. *ДСТУ 3002-95. Розрахунки та випробування на міцність. Методи випробувань на втому матеріалів високочастотним осьовим навантаженням.*
13. *Алюмінієві сплави, що деформуються / О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько, О.М. Каспрук та ін.// Алюміній та його сплави. Київ: Національний аграрний університет, 2001.-с. 12 - 21.*

##### **Інформаційні ресурси**

14. *Кристалографія. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія”, спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів»/С. В. Фроленкова, Г.С. Васильєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського.-Електронні текстові дані (1 файл: 1, 1 Мб).–Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.–46 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26675>*

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами робіт лабораторного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відео конференцій Zoom та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance[9]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	I-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 1. Основні поняття про кристали.</b> Тема 1.1. Вступ. Теоретичні основи кристалографії. Виникнення, ріст та руйнування кристалічних структур. Основні поняття про кристали: кристалічна речовина, будова кристалів, просторова решітка, симетрія кристалів. Виникнення та шляхи утворення кристалів. Загальні відомості про утворення кристалів: причини та умови. Отримання штучних кристалів. Механізми росту кристалів. Структурні дефекти в кристалах. Форми росту кристалів. Типи хімічного зв'язку в кристалах.
2	II-ий тиждень	Тема 1.2. Основи кристалізації речовин. Механічні властивості та теплопровідність кристалів. Методи вирощування кристалів з: розчинів, розплавів та газової (парової фази). Явища, які супроводжують процес кристалізації. Розчинення та регенерація кристалів. Рідкі кристали. Теплові властивості кристалів. Явище теплопровідності. Оптичні, електричні та магнітні властивості кристалів. П'єзоелектрика. Піроелектрика.
3	III-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 2. Кристалізація полікристалічних структур.</b> Тема 2.1. Самочинна та несамочинна кристалізація Механізми самочинної та несамочинної кристалізації. Фактори, що впливають на процес та способи їх регуляції.
4	IV-ий тиждень	Тема 2.2. Електрокристалізація металів та сплавів Механізм електрокристалізації металів та фактори, що впливають на процес. Форма кристалів та будова зливків. Кристалізація металевих сплавів. Аморфні метали. Тема 2.3. Одержання монокристалів Вирощування монокристалів з розплаву. Кристалізація з розчинів. Кристалізація з парової (газової) фази.
5	V-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 3. Порошкові матеріали та виробу</b> Загальні відомості. Технологія порошкової металургії. Методи одержання металевих порошоків. Методи формування виробів.
6	VI-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 4. Композиційні матеріали</b> Загальна характеристика та класифікація композиційних матеріалів. Композиційні матеріали на металевій основі. Композиційні матеріали на неметалевій основі .
7	VII-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 5. Наноструктурні матеріали</b> Основи класифікації наноматеріалів. Методи одержання наноматеріалів. Наноточки, нанотрубки, нановолокна, наноструктуровані плівки та покриття, нанокомпозитні

		<i>матеріали.</i>
8	VIII-ий тиждень	<b>РОЗДІЛ 6. Методи дослідження кристалічних речовин</b> Дифракційні методи дослідження. Рентгенівські методи. Електронографія. Нейтронографія. Спектроскопічні методи. Оптична спектроскопія. Інфрочервона та раманівська спектроскопія. Рентгеноспектральні методи аналізу. Рентгенофазовий аналіз. Рентгенівський мікроаналізатор. Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс. Ядерний гама – резонанс – ефект Мессбауера.
9	IX -ий тиждень	Модульна контрольна робота

### *Лабораторний практикум*

*Метою лабораторного практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Основи кристалографії та електрокристалізації металів». Тематика та матеріали лабораторного практикуму спрямовані на технічну реалізацію відомих з лекційного курсу методик та набуття досвіду виконання певних лабораторних операцій.*

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Тема</b>	<b>Опис запланованої роботи</b>
1	I-ий тиждень	Вступ до курсу	Навчання з техніки безпеки в хімічній лабораторії. Сітка годин та планування алгоритму проведення лабораторних робіт.
2	II – III-ій тиждень	Визначення впливу режимів електролізу на кристалічну структуру осажденного мідного осаду	Відповідно до отриманого індивідуального завдання ознайомитись з технологією та режимами нанесення блискучого та матового мідного покриття з простих та комплексних електролітів. Захист роботи.
3	IV - V -ий тиждень	Дослідження параметрів осадження олов'яного покриття	Ознайомитись з процесом лудіння на прикладі формування голчатоподібних осадів при зміні режиму електролізу та часу осадження. Захист роботи.
4	VI - VII -ий тиждень	Визначення впливу параметрів осадження на дендритоутворення в процесах нікелювання	Дослідити вплив режимів електролізу та складу електролітів на формування блискучих та матових нікелевих осадів на зразках з мало вуглецевої сталі. Захист роботи.
5	VIII - IX -ий тиждень	Дослідження процесів отримання цинкових кристалічних осадів із електролітів різного складу	Відповідно до отриманого індивідуального завдання ознайомитись з режимами отримання матових та блискучих цинкових покриттів різної товщини з простих та комплексних електролітів цинкування. Захист роботи.

### **6. Самостійна робота студента**

*Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку та написання протоколів, проведення розрахунків та оформлення звітів*

з лабораторних робіт, виконання домашньої контрольної роботи, підготовку до захисту лабораторних та розрахункової робіт, підготовки до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до лабораторних занять: повторення лекційного матеріалу, написання протоколів, проведення розрахунків, оформлення звітів з лабораторних практикумів	2 – 3 години на тиждень
Підготовка до заліку	2 години

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні практикуми – у форматі відеоконференції Zoom. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, у форматі відеоконференцій Zoom. Відвідування лекцій та лабораторних практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Тестові завдання розташовані на платформі Moodle). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту лабораторних практикумів та розрахункової роботи:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно оформили протокол та виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасний захист лабораторних робіт (заборгованість більше ніж дві роботи) штрафується не допуском до виконання наступної лабораторної роботи.
2. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

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 лекціях та лабораторних практикумах.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: усний залік.

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

- 1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:
  - опитування (тестування) за матеріалами лекцій;
  - роботу з лабораторного практикуму (4 теми занять);
  - виконання модульної контрольної роботи;
  - виконання домашньої контрольної роботи.

### 2. Критерії нарахування балів:

2.1. **Опитування шляхом виконання тестових завдань** викладених на платформі Moodle(<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4136>). Кожен тест містить десять запитань (0,5 бала за кожне питання). Кількість балів за тест розраховується як сума балів за кожне питання. Ваговий бал –  $0,5 \times 20 = 10$  балів.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна правильна відповідь – **0,5 бала**;
- невірна відповідь – **0 балів**.

Всього за даний вид роботи можливо отримати  $10 \text{ балів} \times 5 \text{ тестів} = 50$  балів.

### 2.2. Робота з лабораторного практикуму:

- бездоганна робота – 5 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3,5 – 4 бали;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1 – 3 бали.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

### Допуск до виконання лабораторної роботи:

- при перевірці готовності до ЛР надаються вірні і вичерпні відповіді на усі запитання викладача, підготовлено в повному обсязі схему протоколу лабораторної роботи – **1 бал**;
- при перевірці готовності студент має утруднення при формулюванні вірних відповідей на запитання викладача; є зауваження щодо підготовки протоколу - **0,5 бала**;
- відсутній протокол; відсутній халат; студент має проблеми із формулюванням мети виконання роботи – **0 балів**.

### Виконання роботи:

- безпомилкове виконання завдання ЛР в повному обсязі з наявністю елементів творчого підходу при безумовному додержанні правил і норм техніки безпеки – **2 бали**;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – **0,5 - 1,5 бала**;

- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки – **0 балів**.

**Якість протоколу та захисту лабораторної роботи:**

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної роботи; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів – **2 бали**;
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу – **1,5 бала**;
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної роботи – **0,5 – 1 бал**;
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі – **0 балів**.

Всього за даний вид роботи можливо отримати 5 балів × 4 лаб. роботи = **20 балів**.

**2.3. Виконання модульної контрольної роботи у вигляді тесту на останньому лекційному занятті, що розміщений на платформі Moodle (<https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=4136>). Тест (МКР) містить двадцять запитань (0,5 бала за кожне питання). Кількість балів за тест розраховується як сума балів за кожне питання.**

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна правильна відповідь – **0,5 бала**;
- невірна відповідь – **0 балів**.

Ваговий бал – 0,5 бала × 20 = **10 балів**.

**2.4. Виконання домашньої контрольної роботи.**

Завдання ДКР полягає в виборі (за власним бажанням) та вирощуванні монокристалу з перенасиченого сольового розчину. Звіт має містити теоретичні відомості про обрану речовину (фізико-хімічні властивості, сфери застосування та інш.) і опис проведення досліду вирощування кристалу обраної речовини з повним поетапним описом процесу. Ваговий бал – **20 балів**.

- Повні теоретичні відомості та бездоганна робота з повним описом та фото процесу росту кристалу – 15 - 20 балів;
- є певні недоліки в оформленні або виконанні роботи – 8 - 14 балів;
- є суттєві недоліки у виконанні та оформленні роботи – 1-7 балів.

Робота не виконана або не захищена – 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 складає не менше **15 балів**.

На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг становить не менше **30 балів**.

**4. Семестровий контроль: залік.**

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт, написання модульної контрольної роботи та виконання домашньої контрольної роботи. Для отримання заліку з дисципліни потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Оголошення сумарного рейтингу проводиться на останньому лекційному занятті.

Студенти, які наприкінці семестру отримали допуск до заліку, але мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують письмову залікову контрольну роботу.



У випадку виконання залікової контрольної роботи рейтингова оцінка студента визначається як сума балів за залікову контрольну роботу та балів, отриманих за виконання індивідуального семестрового завдання – домашньої контрольної роботи.

У разі отримання оцінки, більшої, ніж “автоматом” з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи з урахуванням балів, отриманих за виконання РГР. У разі отримання оцінки меншої, ніж “автоматом” з рейтингу, попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами залікової контрольної роботи з урахуванням балів, отриманих за виконання РГР.

Залікова контрольна робота виконується у вигляді тесту, розташованого на платформі Moodle (<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4136>), містить сорок запитань (2 бали за кожне питання). Кількість балів за тест розраховується як сума балів за кожне питання.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна правильна відповідь – **2 бали**;
- невірна відповідь – **0 балів**.

Ваговий бал – 2 бала × 40 питань = **80 балів**.

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних практикумів, написання МКР, виконання та захист домашньої контрольної роботи та кількість рейтингових балів не менше 35 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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 (освітньої компоненти)

- Вимоги до оформлення домашньої контрольної роботи, перелік запитань до МКР та заліку наведені на платформі Sikorsky-distance (<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4136>).

### Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено доцентом кафедри Технології електрохімічних виробництв,

к.т.н., доц. Фроленковою С.В.

Ухвалено кафедрою Технології електрохімічних виробництв (протокол № 18 від 24.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)