



# Хімія матеріалів електроніки

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кредитів (165 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>, <a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф. Білоус А.Г., <a href="mailto:agbilous@ukr.net">agbilous@ukr.net</a>, <a href="mailto:a.bilous-me@ill.kpi.ua">a.bilous-me@ill.kpi.ua</a> лабораторні: доктор філософії, Малиута С.В., <a href="mailto:s.maliuta-me22@ill.kpi.ua">s.maliuta-me22@ill.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://meet.google.com/fye-pnmv-whr">https://meet.google.com/fye-pnmv-whr</a></i>
Код курсу	<i>6l5aqjc</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Хімія матеріалів електроніки» є складовою частиною підготовки студентів за спеціальністю «153 Мікро- та наносистемна техніка» і належить до циклу загальної підготовки.

Сучасний прогрес неможливий без розробки нових функціональних матеріалів і створення на їх основі різних елементів для мікро- та наносистемної техніки. В значній мірі прогрес в області хімії матеріалів електроніки визначає економічний рівень країни.

Мета навчальної дисципліни – надати студентам знання, які необхідні при розробці нових функціональних матеріалів і їх використання в різних галузях науки і техніки. Такі матеріали мають велике значення при розробці елементів для мікро- та наносистемної техніки, сучасних систем зв'язку, радіолокації, спеціальної техніки.

Предметом навчальної дисципліни є функціональні матеріали електроніки, умови їх одержання, вплив різноманітних факторів на їх властивості, особливості виготовлення елементів на їх основі.

Дисципліна формує у здобувачів вищої освіти такі загальні та фахові компетентності (згідно освітньо-професійної програми «Мікро- та наноелектроніка»):

ЗК1 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК6 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК 1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК 3 – Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК 4 – Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.

ФК 5 – Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей.

ФК 8 – Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.

ФК 12 – Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями.

Програмними результатами навчання є (згідно освітньо-професійної програми «Мікро- та наноелектроніка»):

ПРН3 – Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН6 – Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

ПРН14 – Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.

ПРН16 – Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.

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

Для опанування навчальною дисципліною потребуються знання загальноосвітніх курсу фізики на хімії, теорії вимірювання про проведення експерименту. Навчальна дисципліна забезпечує підготовку до вивчення освітнього компоненту ПО16 «Технологічні основи електроніки» та деяких дисциплін вільного вибору.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Аналіз елементів і їх можливе використання у техніці.

Тема 2. Введення в термодинаміку

Тема 3. Хімічна кінетика.

Тема 4. Хімічний зв'язок.

Тема 5. Елементи симетрії, точкові групи, просторові групи.

Тема 6. Препаративні методи синтезу

Тема 7. Фізичні методи дослідження кристалічних матеріалів.

Тема 8. Тверді розчини

Тема 9. Інтерпретація фазових діаграм

Тема 10. Приклади функціональних матеріалів, їх властивості й застосування

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

**Базова література:**

1.Теребіленко К. В. Хімія функціональних матеріалів / К. В. Теребіленко, І. О. Гуральський. – Київ: Ліра-К, 2022. – 110 с. – (Київський національний університет імені Тараса Шевченка).

2.Корнілович Б. Ю. Фізико–хімія сучасних неорганічних матеріалів [Електронний ресурс] / Б. Ю. Корнілович, І. В. Пилипенко, І. А. Ковальчук // Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42130/1/Neorh\\_material.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42130/1/Neorh_material.pdf).

3.Іващенко О. Д. Хімія і методи дослідження сировини та матеріалів (навчальний посібник) / О. Д. Іващенко, Ю. Б. Нікозять, В. І. Дмитренко. – Київ: Знання, 2011. – 606 с. – (Вища освіта XXI століття).

#### **Додаткові матеріали та ресурси:**

1.Речовина в інтерфазі. Фізична хімія тонких плівок: навчальний посібник / – Львів: ЛНУ, 2005. – 226 с.

2.С. Афтандіянець Є. Г. Матеріалознавство: підручник / Є. Г. Афтандіянець, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. — Херсон: ОЛДІ-плюс; К.: Ліра-К, 2013. — 612 с.

3.Fahlman B. D. Materials Chemistry. Second Edition / Bradley D. Fahlman. – New York: Springer, 2011. – 749 с.

4.Callister W. D. Materials Science and Engineering: An Introduction, 10th Edition / W. D. Callister, D. G. Rethwisch. – Hoboken, NJ: Wiley, 2018. – 975 с.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### **Теми лекційних занять:**

№ з/п	Тема лекції
1	Тема 1. Особливості електронної структури елементів, типи елементів і їх можливе використання у техніці.
2	Тема 2. Введення в термодинаміку. Основні визначення.
3	Тема 2. Закони термодинаміки. Хімічна рівновага, методи впливу на рівновагу.
4	Контрольна робота 1 .
5	Тема 3. Хімічна кінетика. Швидкість хімічної реакції. Елементарний і складний процес
6	Тема 3. Реакції першого та другого порядку. Вплив температури на швидкість реакції. Вплив опромінення на швидкість реакції.
7	Тема 4. Хімічний зв'язок. Типи хімічного зв'язку. Геометрія молекул.
8	Тема 5. Симетрія кристалів.. Елементи симетрії кристалічних багатогранників. Теорема про поєднання елементів симетрії.
9	Тема 5. Кристалографічні категорії, сингонії, системи осей координат. Опис 32 точкових класів симетрії
10	Тема 5. Гратки Браве. Просторові групи симетрії. Приклади кристалічних структур (структура перовскиту, дефектного перовскиту, калій-вольфрамкової бронзи, шпінелі, бета-глинозему).
11	Тема 5. Граничні групи симетрії. Принцип суперпозиції Кюрі.
12	Контрольна робота 2 .
13	Тема 6. Методи контролю технологічних режимів синтезу (термічний, рентгенофазовий аналіз...). Мікроструктура кераміки (гранулювання, пресування, режими спікання).
14	Тема 6. Методи синтезу функціональних матеріалів .

№ з/п	Тема лекції
15	Тема 7. Фазовий аналіз, кількісний фазовий аналіз, визначення типу, параметрів та просторової групи елементарної ґратки.
16	Тема 7. ЯМР, ЕПР, мікрохвильова спектроскопія, ІЧ-спектроскопія, спектроскопія видимого опромінення, УФ-спектроскопія, рентгенівська спектроскопія.
17	Тема 8. Типи твердих розчинів. Закон Вегарда.
18	Тема 9. Правило фаз. Визначення фаз, компонентів, число ступенів свободи.
19	Тема 9. Прості евтектичні системи, що не утворюють сполук. Потрійні системи з подвійними сполуками.
20	Тема 10. Приклади функціональних матеріалів, їх властивості й застосування
21	Контрольна робота 3
22	Залік

#### Лабораторні заняття:

№ з/п	Назва лабораторних занять	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття, техніка безпеки при роботі в лабораторії	2
3	Текстурування поверхні кремнію	14
4	Виявлення дефектів в об'ємі і на поверхні Si за допомогою хімічного травлення	14
5	Виготовлення та дослідження функціональних властивостей тонких плівок наноструктурованого кремнію	14
6	Термічне окислення кремнію	14
7	Нанесення металевих плівок на напівпровідникові пластини методом вакуумного термічного випаровування	14
	Всього	72

#### 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Підготовка до виконання лабораторних робіт (по 2 годині на кожну роботу)	10
2	Підготовка до контрольної роботи 1	2
3	Підготовка до контрольної роботи 2	2
4	Підготовка до контрольної роботи 3	2
5	Підготовка до заліку	8
	Всього	24

### Політика та контроль

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

Відвідування всіх видів занять є обов'язковим.

Виконання всіх завдань є обов'язковою умовою допуску до заліку.

Перед лабораторними заняттями студент має ознайомитись із завданням на дане заняття. Завдання має бути виконане і показане викладачеві не пізніше заняття за наступною темою. В противному випадку знімаються рейтингові бали згідно вимог PCO.

Домашня контрольна робота має бути захищена. На захист має бути пред'явлена виконана робота, оформлена згідно вимог університету, тобто має містити титульний аркуш, завдання, розрахунки та лістинги (за необхідністю). Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення

роботи оцінка знижується згідно вимог PCO. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

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

З метою контролю процесу засвоєння учбового матеріалу у курсі передбачена модульна контрольна робота, яка розділена на дві частини. Оцінювання контрольної роботи здійснюється згідно рейтингової системи. За неправильні відповіді бали не зараховуються, за неточні або не повні відповіді бали знижуються.

Оцінювання лабораторних робіт та домашньої контрольної роботи проводиться шляхом опитування в процесі захисту роботи.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для успішного проходження першого календарного контролю: студент має набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру. Для успішного проходження другого календарного контролю студент має набрати не менше 40% балів від максимального рейтингу.

Семестровий контроль здійснюється у вигляді заліку.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливість:

- не складати залік, а отримати оцінку „автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати залік з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на заліку оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно”, зобов'язані складати залік.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до рівня не менше 60%.

Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами:

1. Виконання оцінюваних лабораторних робіт

Ваговий бал 3. Максимальна кількість балів  $3 \times 5 = 15$ . Бали нараховуються в разі правильного виконання завдань передбачених лабораторними роботами.

2. Захист лабораторних робіт

Ваговий бал 5. Максимальна кількість балів  $5 \times 5 = 25$ . Бали нараховуються за результатами захисту робіт. Захист полягає у відповіді на запитання викладача.

3. Модульна контрольна робота. Розділена на дві контрольні роботи. Максимальна кількість балів  $2 \times 15 = 30$ .

### Система рейтингових (вагових) балів

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1.	Оцінювані лабораторні роботи: виконання	5	3	15
	захист	5	5	25
2.	Контрольна робота	3	20	60
3.	Рейтинг за курс, R			100

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

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено *проф. д.х.н., Білоус А.Г. і доктором філософії, Малютю С.В.*

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 19 від 15.06.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/22-1 від 30.06.2022)