



# Інструментальні методи аналізу неорганічних наноматеріалів

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня), заочна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 1 година на тиждень (1 пара один раз на 2 тижні), лабораторні заняття 2 години на тиждень (4 години один раз на два тижні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викл. Феденко Юрій Миколайович, fedenkoyura@ukr.net</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., асист. Літинська Марта Ігорівна, maril91@xtf.kpi.ua</i> <i>к.т.н., ст. викладач Феденко Юрій Миколайович, fedenkoyura@ukr.net</i>

### Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Після вивчення освітньої компоненти студенти зможуть використовувати отримані знання для проведення фундаментальних досліджень, висновки яких можуть бути використані як наукова основа для забезпечення науково-технічного прогресу в широкому спектрі галузей промисловості.*

***Предмет** освітньої компоненти «Інструментальні методи аналізу неорганічних наноматеріалів»: збирання, обробка, зберігання, поширення та відображення інформації про результати хімічних аналізів нанодисперсних речовин з метою зниження трудомісткості, а також підвищення якості процесів використання інформації.*

*Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання.*

***Метою** освітньої компоненти є набуття студентами знань, вмінь, навичок, пов'язаних із використанням у майбутній професійній чи науковій діяльності різних підходів щодо аналізу нанодисперсних речовин органічної та неорганічної природи із залученням широкого спектру сучасних інноваційних методів.*

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**Загальні компетентності:**

- K01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- K02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- K03 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**Фахові компетентності:**

- K09 Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні;
- K10 Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- K13 Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

**Програмні результати навчання:**

- ПР02 Конкретно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі;
- ПР04 Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;
- ПР10 Обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати власну позицію.

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

*Пререквізити: матеріал освітньої компоненти базується на знаннях, що отримані з курсів «Загальна та неорганічна хімія» та «Технічний аналіз у виробництві неорганічних речовин та водоочищенні».*

*Постреквізити освітньої компоненти: освітні компоненти (включаючи курсові та дипломні роботи і проекти), в рамках яких передбачено пошук, зберігання, обробку та аналіз інформації, одержаної за допомогою сучасних інструментальних методів хімічного аналізу, виконання інженерних розрахунків та підготовку звітів.*

**3. Зміст освітньої компоненти**

*Тема 1. Вступ до спектрофотометрії*

*Основні положення. Теорія спектрів. Кількісний та якісний аналіз взаємодії матеріалу з електромагнітним випромінюванням різних довжин хвиль. Аналіз речовин у широкому діапазоні довжин хвиль випромінювання.*

*Тема 2. Аналіз нанодисперсних речовин методами рентгенівської дифракції*

*Природа і властивості рентгенівського випромінювання. Вимоги до речовин, що можуть бути проаналізовані рентгенівськими методами аналізу. Рентгенофазовий та рентгеноструктурний аналіз. Їх спільні та відмінні риси. Сучасні прилади для рентгенофазового аналізу, основні елементи їх конструкції та принцип дії.*

*Тема 3. Інфрачервона спектроскопія наноструктурних матеріалів*

*Теоретичні основи. Коливальні рухи атомів та молекул. Модель «гармонічного» та «ангармонічного осцилятора». Способи реєстрації та аналізу ІЧ-спектрів. Методи приготування та відбору проб для аналізу. Якісний і кількісний аналіз. Прикладне застосування ІЧ-спектроскопії. Сучасні спектрофотометри, що працюють в ІЧ-області. Їх конструкція та принцип роботи.*

*Тема 4. Аналіз поруватої структури нанодисперсних речовин*

*Визначення поруватості. Типи пор та їх характеристика. Класифікація речовин за їх поруватістю. Прилади для дослідження поруватої структури речовин, їх конструкція та принцип дії. Методи аналізу поруватої структури на сучасному прецизійному обладнанні та їх використання в хімічній промисловості.*

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

*Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.*

##### **Базова:**

- 1. Robinson J.W. Undergraduate Instrumental Analysis / J.W. Robinson, E.M. Skelly, G.M. Frame. – CRC Press, 2018. – 1248 p. URL: <http://www.uvm.edu/~gpetrucc/courses/Chem219/Random%20docs/Undergraduate%20Instrumental%20Analysis.pdf>*

##### **Додаткова:**

- 1. Skoog D.A. Principles of Instrumental Analysis: 7th Edition / D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch. - Cengage Learning, 2018. – 992 p. URL: <https://www.amazon.com/Principles-Instrumental-Analysis-Douglas-Skoog/dp/1305577213>*

##### **Інформаційні ресурси:**

- 1. Дистанційний курс Moodle. Режим доступу: Moodle (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance). Код доступу: ei26lm*

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітньої компоненти**

##### *Лекційні заняття*

*Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та практичних занять з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись із матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань</i>
<i>1</i>	<i>Основні положення. Типи та природа випромінювання.</i>
<i>2</i>	<i>Кількісний аналіз взаємодії матеріалу з електромагнітним випромінюванням.</i>
<i>3</i>	<i>Вимоги до речовин, що можуть бути проаналізовані рентгенівськими методами аналізу.</i>
<i>4</i>	<i>Рентгенофазовий та рентгеноструктурний аналіз. Їх спільні та відмінні риси.</i>
<i>5</i>	<i>Природа ІЧ-спектрів та способи їх реєстрації. Коливальні рухи атомів та молекул. Модель «гармонічного» та «ангармонічного осцилятора». Їх застосування в аналізі ІЧ-спектроскопією</i>
<i>6</i>	<i>Методи приготування проб для аналізу ІЧ-спектроскопією.</i>
<i>7</i>	<i>Визначення поруватості. Типи пор та їх характеристика</i>

8	<i>Класифікація речовин за їх поруватістю. Прилади для дослідження поруватої структури речовин, їх конструкція та принцип дії.</i>
9	<i>Модульна контрольна робота</i>

## 6. Лабораторні заняття

*Основні завдання циклу лабораторних занять з освітньої компоненти “Інструментальні методи аналізу неорганічних наноматеріалів” націлені на оволодіння спеціальною технікою хімічних лабораторних процедур, включаючи вибір методу аналізу, найбільш доцільного у даних обставинах, підготування досліджуваного зразка до проведення аналізу, проведення самостійних вимірів на відповідному устаткуванні, розшифровування інформації, одержуваної в ході визначень (хроматографи, рентгенограми, ІЧ-спектри, дериваторами, електронні спектри та ін.), проведення якісного і кількісного аналізу речовин, виконання вихідних та кінцевих розрахунків з застосуванням статистичної обробки результатів аналізу.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>
1	<i>Вступне заняття. Техніка безпеки. Правила і вимоги до оформлення протоколів. Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
2	<i>Аналіз речовин спектрофотометричним методом із застосуванням спектрофотометра фірми «Shimadzu» Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
3	<i>Аналіз і розшифрування рентгенівських дифрактограм Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
4	<i>Рентгеноструктурний аналіз речовин із застосуванням формули Шерера Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
5	<i>Розшифрування готових рентгенівських дифрактограм Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
6	<i>Визначення пористості зразків твердих речовин Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
7	<i>Характеризація твердих речовин за їх поруватістю Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
8	<i>Аналіз поруватої структури сорбентів: активованого вугілля та силікагелю Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.</i>
9	<i>Підсумкове заняття</i>

## 7. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення звітів з лабораторних робіт, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторних робіт та домашньої контрольної роботи, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення звітів з лабораторних робіт	45 годин
Виконання домашньої контрольної роботи	13 годин
Підготовка до МКР	2 години
Підготовка до заліку	6 годин

## 8. Домашня контрольна робота

Метою домашньої контрольної роботи є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання розрахунків, вдосконалення вміння пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч. з використанням мережі Internet), що максимально наближений до реальних дослідницьких проблем.

Виконання домашньої контрольної роботи згідно індивідуального завдання сприятиме засвоєнню і поглибленому вивченню освітньої компоненти “Інструментальні методи аналізу неорганічних наноматеріалів”.

Домашня контрольна робота вміщує наступні теми:

- спектрофотометричні методи аналізу;
- аналітичні методи рентгенівської дифракції;
- аналіз молекулярної структури речовин методом ІЧ-спектроскопії;
- розрахунок поруватості твердих речовин.

## Політика та контроль

### 8. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичні заняття та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання «Сікорський», лабораторні роботи в лабораторії кафедри. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання «Сікорський». Відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться усний блиц-контроль за матеріалами попередньої лекції у вигляді тестування із застосуванням платформи Moodle.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали розрахунки у відведений час із достатнім ступенем достовірності.
2. Після захисту викладачем виставляється підсумкова оцінка із захисту лабораторної роботи.
3. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини тягнуть за собою штрафні бали

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Використання розрахункових або дослідних матеріалів інших студентів і подання їх за свої штрафуються до 5 балів;
2. Несвоєчасне виконання практичного завдання або лабораторної роботи без поважної причини штрафуються 2 балами;
3. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 2 балами;
4. За слушні поради щодо вдосконалення робіт нараховується від до 5 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.

**9. 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, роботу на практичних заняттях, МКР, захист домашньої контрольної роботи (ДКР).
2. Семестровий контроль: залік.

**Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді на лекціях;
- 2) виконання 6 лабораторних робіт;
- 4) модульну контрольну роботу (дві частини);
- 5) домашню контрольну роботу;
- 6) проходження тестування (залік).

**1. Опитування на лекціях:**

Максимальна кількість балів дорівнює 10. Враховується повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора.

Критерії оцінювання:

2 бали «відмінно»: повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора;

1,5 бали «добре» : неповна, з непринциповими помилками відповідь або після деякої (не дуже значної) навідної допомоги відповідь на запитання лектора;

1 бал «задовільно»: неповна відповідь або відповідь з вельми принциповими помилками;

0 балів «незадовільно»: неспроможність студента сформулювати вірну відповідь навіть при наявній допомозі лектора чи іншого студента.

**2. Робота під час лабораторних занять:**

Ваговий бал 5. Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: 5 балів · 6 = 30 балів.

Критерії оцінювання:

4-5 балів «відмінно»: охайно оформлений протокол лабораторної роботи з чіткими результатами експерименту та висновками, безпомилкові відповіді на контрольні запитання до лабораторної роботи;

3-4 бали «добре» : наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на контрольні запитання з незначними неточностями;

1-2,9 балів «задовільно»: вірні відповіді на контрольні запитання після навідної допомоги викладача або неповністю оформлений протокол (нечіткі висновки, відсутність деяких розрахунків), який підлягає доповненню;

0 балів «незадовільно»: відповіді на завдання викладача з помилками принципового характеру.

### 3. Виконання модульної контрольної роботи (МКР)

Ваговий бал – 20.

Критерії оцінювання (МКР):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

### 4. Домашня контрольна робота

Ваговий бал – 20. Домашня контрольна робота – реферат із пошуком інформації в наукових джерелах.

Критерії оцінювання:

8–10 балів «відмінно»: безпомилкове виконання та оформлення реферату;

5–7 балів «добре»: незначні недоліки в оформленні;

3–4 бали «задовільно»: оформлення після навідної допомоги викладача або зі значущими помилками, які підлягають виправленню;

0 балів «незадовільно»: неповне або відсутнє виконання.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (Rc) протягом семестру складає: 60 балів.

Залікова складова (Re) шкали дорівнює 20 % від RD.

Таким чином, рейтингова шкала з освітньої компоненти складає:

$$RD = R_c + R_e = 80 + 20 = 100 \text{ балів}$$

Необхідними умовами допуску до заліку є виконання всіх лабораторних робіт, ДКР, МКР, а також стартовий рейтинг (rc) не менше 75% від Rc, себто 60 балів. Таким чином, студенти, які набрали протягом семестру рейтинг вищий або рівний за 0,75 Rc (>60 балів), допускаються до заліку.

На заліку студенти виконують тестування. Максимальна оцінка за тест – 20 балів. Тест містить 50 запитань, кожне з яких оцінюється у 0,4 бали. На тест відводиться 45 хвилин.

Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Таблиця – Переведення рейтингових балів до оцінок 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

## **10. Додаткова інформація з освітньої компоненти**

- *Вимоги до оформлення домашньої контрольної роботи, перелік запитань до МКР та заліку наведені в Електронному Кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського.*

### **Робочу програму освітньої компоненти (силабус):**

#### **Складено:**

старшим викладачем кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, к.т.н. Феденком Ю.М.

**Ухвалено** кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол №29 від 28.06.2023р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол №9 від 25.05.2023р.)