



Прецизійні методи аналізу неорганічних речовин

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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 водоочиснення</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен (тестування)</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практичні заняття 9 годин на семестр, 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> Практичні заняття: <i>ст. викл. Обушенко Тетяна Іванівна, tio63@xtf.kpi.ua,</i> obushenko.tetiana@lll.kpi.ua Лабораторний практикум: <i>к.т.н., ст. викл. Крimeць Григорій Володимирович, krimets@xtf.kpi.ua</i> <i>к.т.н., ст. викл. Феденко Юрій Миколайович, fedenkoyura@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Moodle (домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни є набуття студентами знань, вмінь, навичок, пов'язаних із використанням у майбутній професійній чи науковій діяльності сучасних інструментальних методів аналізу, високоточного обладнання, новітніх методів і методик досліджень, заснованих на фундаментальних законах хімії, фізики, оптики та інших. Після вивчення дисципліни 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.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- основних методів аналітичного контролю технологічних процесів із застосуванням сучасного аналітичного обладнання;
- способів відбору проб, які перебувають в різних агрегатних станах;
- способів підготовки проб до проведення аналізу;
- стадій контролю якості результатів аналізу та регулювання параметрів контролю якості.

Уміння:

- володіти навичками і техніками роботи на сучасному прецизійному обладнанні;
- обирати найбільш доцільний за даних умов метод дослідження;
- здійснювати систематичну перевірку отриманих експериментальних даних методами прикладної математики;
- аналізувати отримані експериментальні дані для подальшого їх залучення при розробці новітніх технологій, виробництв.

Досвід:

- обирати найбільш доцільний метод аналізу серед спектру існуючих;
- глибоко розуміти суть інноваційних методів фізико-хімічного аналізу;
- навичок роботи на сучасному високоточному обладнанні.

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:

Навчальний матеріал дисципліни «Прецизійні методи аналізу неорганічних речовин» базується на знаннях дисциплін «Інструментальні методи хімічного аналізу», «Аналітична хімія», «Фізична хімія», «Загальна та неорганічна хімія», «Фізика», «Математичне моделювання», «Комп'ютерні технології» та інших.

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки та при роботі над магістерською дисертаційною роботою.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Оптичні методи аналізу

Тема 1. Вступ до спектрофотометрії

Основні положення. Типи та природа випромінювання. Кількісний аналіз взаємодії матеріалу з електромагнітним випромінюванням. Аналіз речовин у видимій та ультрафіолетовій області спектра.

РОЗДІЛ 2. Рентгенівські методи аналізу

Тема 1. Аналіз 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. Прилади для рентгенофазового аналізу, основні елементи їх конструкції та принцип дії.

РОЗДІЛ 3. Аналіз молекулярної структури речовин

Тема 3. Інфрачервона спектроскопія

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

РОЗДІЛ 4. Поруватість речовин та її аналіз

Тема 4. Аналіз поруватої структури 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 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. Алексеев В.Н. Количественный анализ. – М.: Химия, 1972. – С. 458-496.
2. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – 5-е изд. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2002. – С. 50-97, 127-160.
4. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 151-153, 163-183.
5. Практикум по аналитической химии. Под общ.ред. В.Д. Пономарева, Л.И. Ивановой. – М.: Высшая школа, 1983. – С. 199-220.
6. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2.
7. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы
8. анализа. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 303-402

Додаткова:

1. Насатуев, Б.Д. Физико-химические методы исследования: Учебник / Б.Д. Насатуев. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
2. Пустовалова, Л.М. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ / Л.М. Пустовалова. - Рн/Д: Феникс, 2018. - 224 с.

3. Пустовалова, Л.М. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ / Л.М. Пустовалова, И.Е. Никанорова. - Рн/Д: Феникс, 2018. - 432 с.
4. Сутягин, В.М. Физико-химические методы исследования полимеров: Учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. - СПб.: Лань, 2018. - 140 с.

Інформаційні ресурси

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

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни 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, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. 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>
1	<i>Основні положення. Типи та природа випромінювання.</i>
2	<i>Кількісний аналіз взаємодії матеріалу з електромагнітним випромінюванням.</i>
3	<i>Аналіз речовин у видимій та ультрафіолетовій області спектра. Сучасне обладнання для проведення спектрофотометричних методів аналізу.</i>
4	<i>Природа і властивості рентгенівського випромінювання.</i>
5	<i>Вимоги до речовин, що можуть бути проаналізовані рентгенівськими методами аналізу.</i>
6	<i>Рентгенофазовий та рентгеноструктурний аналіз. Їх спільні та відмінні риси.</i>
7	<i>Прилади для рентгенофазового аналізу, основні елементи їх конструкції та принцип дії.</i>
8	<i>Модульна контрольна робота. Частина 1.</i>
9	<i>Природа ІЧ-спектрів та способи їх реєстрації. Коливальні рухи атомів та молекул. Модель «гармонічного осцилятора»</i>
10	<i>Методи приготування проб для аналізу ІЧ-спектроскопією.</i>
11	<i>Якісний і кількісний аналіз. Прикладне застосування ІЧ-спектроскопії.</i>
12	<i>Сучасні спектрофотометри, що працюють в ІЧ-області.</i>
13	<i>Визначення поруватості. Типи пор та їх характеристика</i>
14	<i>Класифікація речовин за їх поруватістю.</i>
15	<i>Прилади для дослідження поруватої структури речовин, їх конструкція та принцип дії.</i>
16	<i>Методи аналізу поруватої структури та їх використання в хімічній промисловості.</i>

17	Методи аналізу поруватої структури та їх використання в хімічній промисловості.
18	Модульна контрольна робота. Частина 2

Практичні заняття

Основною метою практичних занять дисципліни є навчання студентів використовувати теоретичні знання, набуті на лекціях і при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань з фахового напрямку, набуття студентами вмінь і навичок проведення технологічних і проектно-конструкторських розрахунків з фаху. При цьому одночасно ставиться за мету поглиблення теоретичних знань при усвідомленні студентами методики застосування цих знань для розрахункового обґрунтування реальних рішень з фахової діяльності.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Рішення задач із спектрофотометричних методів аналізу
2	Розшифрування дифрактограм. Розрахунок параметрів кристалічних ґраток. Застосування формули Шерера
3	Аналіз готових ІЧ-спектрів за допомогою довідкової літератури
4	Комп'ютерне моделювання структури молекул за допомогою програми «HyperChem»
5	Типи поруватості. Вирішення задач на визначення поруватості

6. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять з дисципліни “Прецизійні методи аналізу неорганічних речовин” 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, розшифрування 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.

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Вступне заняття. Техніка безпеки. Особливості проведення лабораторних робіт. 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.
2	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.
3	Аналіз і розшифрування рентгенівських дифрактограм Завдання на СРС: оформити протокол експериментальної частини наступної лабораторної роботи та підготуватися до допуску за теоретичною та експериментальною частинами.
4	Рентгеноструктурний аналіз речовин із застосуванням формули Шерера

	<i>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>Підсумкове заняття</i>

7. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на практичних заняттях, оформлення звітів з лабораторних робіт, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту лабораторних робіт, практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на практичних заняттях, оформлення звітів з лабораторних робіт</i>	<i>40 години</i>
<i>Виконання розрахункової роботи</i>	<i>23 години</i>
<i>Підготовка до МКР</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>26 годин</i>

8. Індивідуальні завдання

Метою індивідуального завдання 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) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення індивідуального завдання, що максимально наближено до реальних дослідницьких проблем.

Виконання розрахункової роботи (РР) згідно індивідуального завдання сприятиме засвоєнню і поглибленому вивченню кредитного модуля “Прецизійні методи аналізу неорганічних речовин”.

Розрахункова робота вміщує задачі з наступних тем:

- спектрофотометричні методи аналізу;*
- аналітичні методи рентгенівської дифракції;*

- аналіз молекулярної структури речовин методом ІЧ-спектроскопії;
- розрахунок поруватості твердих речовин.

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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, МКР, захист РР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен (тестування).

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді на лекціях;
- 2) виконання 6 лабораторних робіт;
- 3) роботу на практичних заняттях (5 занять);
- 4) модульну контрольну роботу (дві частини);

6) проходження тестування (іспит).

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. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал 4. Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює: 4 бал '5 = 20 балів.

3-4 бали «відмінно»: безпомилкове виконання розрахунку під час поточного заняття, виконана домашня робота;

2-2,9 балів «добре»: вірне в цілому рішення з незначними похибками окремих елементів розрахунку або виконання вірного розрахунку після навідної допомоги викладача або проведення розрахунку зі значущими помилками, які підлягають виправленню, виконана домашня робота;

1-1,9 балів «задовільно»: неповне виконання завдання викладача або проведення розрахунку з грубими помилками, що не підлягають виправленню, а потребують переробки завдання, виконана домашня робота

0 балів «незадовільно» виконання завдання викладача з помилками принципового характеру або не виконана домашня робота, або відсутність на занятті.

4. Виконання модульної контрольної роботи (МКР)

Ваговий бал – 10.

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. Розрахункова робота

Ваговий бал – 10. Розрахункова робота містить 5 завдань.

Критерії оцінювання:

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

5–7 балів «добре»: вірно в цілому рішення з незначними недоліками в оформленні, або похибками окремих елементів розрахунку;

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

0 балів «незадовільно»: неповне виконання завдань або проведення розрахунку з грубими помилками.

Штрафні бали (r_s) за :

- використання розрахункових або дослідних матеріалів інших студентів і подання їх за свої – 5 балів за кожне завдання;
- запізнення (до 30 хв.) на заняття без поважних причин – 1 бал;
- несвоєчасне (пізніше, ніж на тиждень) подання до захисту розрахункової роботи – 1 бал за кожен день запізнення;
- відсутність на модульній контрольній роботі без поважної причини – 10 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_c) протягом семестру складає:

Сума штрафних балів (r_s) не повинна перевищувати, як правило $0,1R_c$ (себто 5 балів).

Екзаменаційна складова (R_e) шкали дорівнює 50 % від RD.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = R_c + R_e = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Необхідними умовами допуску до екзамену є виконання всіх лабораторних робіт, РР, МКР, а також стартовий рейтинг (r_s) не менш 50% від R_c , себто 25 балів. Таким чином, студенти, які набрали протягом семестру рейтинг вищий або рівний за $0,5 R_c$ (>25 балів), допускаються до екзамену.

На екзамені 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 екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної 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 дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Moodle «Прецизійні методи аналізу неорганічних речовин» (платформа Sikorsky-distance).

Робочу програму навчальної дисципліни (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 №19 від 30.06.2021р.)¹

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 23.06.2021р.)