



Методи фізико хімічного аналізу полімерів і композицій

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 в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна, дистанційна, змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Третій рік, семестр 5</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години через тиждень (1 пара), лабораторні 2 години кожен тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Миронюк Олексій Володимирович, o.myronyuk@kpi.ua, myronyuk.oleksiy@ill.kpi.ua</i> Практичні: <i>асистент Баклан Денис Віталійович, d.baklan@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача.

Програма освітньої компоненти

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

Дослідження та контроль якості полімерних композитів на сучасному рівні є неможливим без використання інструментальних методів. Такі методики як спектроскопія Ядерного магнітного резонансу, інфрачервона та раманівська спектроскопія дозволяють встановити хімічний склад полімерних матеріалів, дифрактометрія – кристалічні модифікації неорганічних матеріалів та характер надмолекулярних утворень високомолекулярних сполук, тощо. Знання можливостей цих методів, вміння їх застосовувати та інтерпретувати результати є ключовим для бакалавра з хімічних технологій та інженерії.

Предмет освітньої компоненти: методи хімічного аналізу полімерних матеріалів, композицій та їх компонентів інструментального типу, зокрема спектроскопічні, теплові методи та мікроскопія. і

Метою освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:

- вибирати придатний метод для дослідження об'єктів хімічної технології композиційних матеріалів ;
- ідентифікувати полімерні матеріали та складові компоненти композицій;
- визначати фізико-хімічні властивості полімерних та еластомерних композицій.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- фундаментальних принципів інструментальних методів дослідження полімерних матеріалів та композицій;
- конструкції відповідних приладів;
- особливостей проведення хімічного аналізу використовуючи спектральні, хроматографічні, термічні та інші методи.

уміння:

проводити підготовку зразків, хімічний аналіз полімерних композицій та інтерпретувати результати аналізу.

досвід:

Ідентифікація та встановлення фізико-хімічних та морфологічних властивостей полімерних матеріалів, еластомерів і композицій на їх основі.

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

Попередні умови, необхідні для вивчення освітньої компоненти: Фізика, Загальна і неорганічна хімія, Фізична хімія, Органічна хімія.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1 . Аналітичні методи дослідження полімерів

Вступ. Характеристика та класифікація методів дослідження полімерів.

Вибір оптимального методу дослідження.

Тема 2 . Оптична та електронна мікроскопія.

Основні характеристики електронних мікроскопів та їх устрій. Типи електронних мікроскопів. Основні частини електронних мікроскопів та їх призначення. Методи досліджень за допомогою просвітчастого електронного мікроскопа. Приготування препаратів для електронно-мікроскопічних досліджень.

Тема 3. Рентгенівські (дифрактометричні) методи досліджень

Загальні теоретичні відомості. Кристалографія , дифракція рентгенівських променів.Рентгенографічні виміри . Кристалічні , волокнисті та аморфні речовини.Якісний рентгенофазовий аналіз. Кількісний рентгенофазовий аналіз. Деякі питання рентгенографічного аналізу при дослідженні полімерів

(кристалічність полімерів , встановлення структури кристалів , дослідження кристалічних та аморфних областей , орієнтація кристалів в полімерах.

Тема 4. Термічні методи аналізу.

Диференціально-термічний аналіз. Визначення характеристик термічних ефектів. Фактори, що впливають на результати ДТА. Якісний фазовий аналіз, Кількісний фазовий аналіз Диференційна скануюча калориметрія (ДСК).

Тема 5. Спектральний аналіз.

Молекулярна спектрометрія , деякі теоретичні відомості. Електронні спектри поглинання (УФ спектроскопія). Інфрачервона спектроскопія , основні положення , обладнання , методи приготування зразків. Вибір аналітичної смуги поглинання і вимірювання її інтенсивності. Спектроскопія порушеного повного внутрішнього відбивання та повного внутрішнього відбивання випромінювання. Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла. Раманівська спектроскопія

Тема 6. Методи аналізу структури рідин та напівтвердих тіл.

Динамічний механічний аналіз полімерів та гум. Основні типи сканування, конфігурація основного обладнання, базові принципи інтерпретації термограм. Встановлення температур склування та плавлення.

Реологічні дослідження загущених розчинів полімерів, емульсій та суспензій. Методи реометрії: статичні та динамічні. Інтерпретація реограм на основі уявлення по структуру рідких систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та на сторінці курсу в G-Suite. 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. Пальчевська Т.А., Строкань А.П., Тарасенко Г.В. та ін. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу Навчальний посібник. – Київ: КНУТД, 2013. - 237 с.
2. Li B., et.al. (Eds.) *Characterization of Minerals, Metals, and Materials The Minerals, Metals & Materials Society*, 2018. — 708 p. — ISBN 3319724835.

Допоміжна

3. Murphy D.B., Davidson M.W. *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging 2nd Edition*. - Wiley, 2013. - 554 p.
4. Hawkes P.W., Spence J.C.H. (Eds.) *Springer Handbook of Microscopy Springer*, 2019. — 1561 p. — ISBN 978-3-030-00068-4.
5. Schick C., Mathot V. (Eds.) *Fast Scanning Calorimetry Springer International Publishing, Switzerland*, 2016. — 796 p. — ISBN-10: 3319313274
6. Menczel J.D. e.a. (ed.). *Thermal Analysis of Polymers, Fundamentals and Applications John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey*, 2009. - 698 pages
7. Pielichowski K., Pielichowska K. (ed.) *Thermal Analysis of Polymeric Materials: Methods and Developments. WILEY-VCH GmbH*, 2022. — 679 p. — ISBN: 978-3-527-35187-9
8. Ramachandran V.S. e.a. *Handbook of Thermal Analysis of Construction Materials Ottawa-Ontario: William Andrew*, 2002. - 702 p.

9. Zolotoyabko E. *Basic Concepts of X-Ray Diffraction* Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2014. — 311 p.
10. Seeck O.H., Murphy B.M. *X-Ray Diffraction: Modern Experimental Techniques* Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2014. — 438 p. — ISBN: 9814303593
11. Greenberg J. (Ed.) *X-Ray Diffraction Imaging: Technology and Applications* CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. — 278 p.
12. Wilhelm P. (ed.) *Modern Polymer Spectroscopy* Weinheim: Wiley, 2008. — 311 p.
13. Moore E. (Ed.) *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Methods, Analysis and Research Insights* New York, USA: Nova Science Publishers, Inc., 2017. — 140 p. — (Chemical Engineering Methods and Technology). — ISBN 9781536104011.
14. Ozaki Yukihiro, Sato Harumi (eds.) *Spectroscopic Techniques for Polymer Characterization: Methods, Instrumentation, Applications* Wiley-VCH, 2022. — 478 p. — ISBN 978-3-527-34833-6.
15. Smith B.C. *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy* CRC Press, 2011, -198 pp.
16. Thomas S., Sarathchandran C., Chandran N. (Eds.) *Rheology of Polymer Blends and Nanocomposites: Theory, Modelling and Applications* Elsevier, 2020. — 311 p. — (Micro and Nano Technologies). — ISBN 978-0-12-816957-5.
17. Siginer D.A., De Kee D., Chhabraed R.P. (Eds.) *Advances in the Flow and Rheology of Non-Newtonian Fluids Rheology Series, Volume 8* Elsevier Science, 1999, 1514 pages

Інформаційні ресурси

1. Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними 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 з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	Перший тиждень	Вступ. Мета і зміст курсу. Історія виникнення інструментальних методів дослідження. Місце інструментальних методів дослідження в структурі наукового пізнання, взаємозв'язок з препаративними методами.
2	Другий тиждень	Оптична мікроскопія ч.1. Історія виникнення. Конструкція простого та композиційного мікроскопу.
3	Третій тиждень	Оптична мікроскопія ч.2. Види оптичної мікроскопії. Флуоресцентна та конфокальна мікроскопія. Видача завдання на ДКР
4	Четвертий тиждень	Електронна мікроскопія ч. 1 Загальні принципи, скануюча електронна мікроскопія, режими вимірювання

5	П'ятий тиждень	Електронна мікроскопія ч. 2 Енергодисперсійна спектроскопія (EDX), Трансмісійна електронна мікроскопія, способи підготовки зразків.
6	Шостий тиждень	Рентгенівський аналіз (XRD) 1: Загальні принципи формування спектрів та обладнання
7	Сьомий тиждень	Рентгенівський аналіз (XRD) 2: дифрактограми – інтерпретація та методи досліджень
8	Восьмий тиждень	Термічний аналіз 1: Диференційний термічний аналіз – інструментарій, обробка та інтерпретація термограм
9	Дев'ятий тиждень	Модульна контрольна робота з курсу, частина 1
10	Десятий тиждень	Термічний аналіз 2: Диференційна скануюча калориметрія (ДСК) та інші термічні методи
11	Одинадцятий тиждень	Інфрачервона спектроскопія 1: загальні принципи методу, обладнання, загальний характер спектрів
12	Дванадцятий тиждень	Інфрачервона спектроскопія 2: основні способи інтерпретації спектрів, приклади використання методу для вирішення практичних задач
13	Тринадцятий тиждень	Раман-спектроскопія: загальний базис, інструментарій, використання
14	Чотирнадцятий тиждень	Динамічний механічний аналіз. Основні принципи проведення випробування. Типи обладнання для ДМА. Практика застосування для дослідження полімерів
15	П'ятнадцятий тиждень	Реологічні методи аналізу. Класифікація та об'єкти дослідження
16	Шістнадцятий тиждень	Модульна контрольна робота з курсу, частина 2
17	Сімнадцятий тиждень	Захист ДКР
18	Вісімнадцятий тиждень	Залік з курсу

Лабораторні роботи

Метою циклу лабораторних робіт є одержання досвіду та навичок використання інструментальних методів аналізу для дослідження складу полімерних матеріалів та компонентів відповідних композицій.

№	Дата	Опис заняття	Години
1	Перший тиждень	Вступ. Інструктаж з курсу лабораторних робіт, послідовність підготовки та захисту, РСО курсу.	2
2	Другий тиждень	Лабораторна робота 1: Визначення реологічних параметрів рідин. Допуск до лабораторної роботи. Виконання Лабораторної роботи.	2
3	Третій тиждень	Лабораторна робота 1: Визначення реологічних параметрів рідин. Аналіз результатів. Інтерпретація	2

4	Четвертий тиждень	Лабораторна робота 1: Визначення реологічних параметрів рідин. Оформлення протоколу. Обговорення.	2
5	П'ятий тиждень	Лабораторна робота 2: Інфрачервона спектроскопія. Допуск до лабораторної роботи. Виконання Лабораторної роботи.	2
6	Шостий тиждень	Лабораторна робота 2: Інфрачервона спектроскопія. Аналіз результатів. Інтерпретація	2
7	Сьомий тиждень	Лабораторна робота 2: Інфрачервона спектроскопія. Оформлення протоколу. Обговорення.	2
8	Восьмий тиждень	Захист лабораторних робіт 1 та 2 у формі співбесіди	2
9	Дев'ятий тиждень	Співбесіда за результатами МКР 1	2
10	Десятий тиждень	Лабораторна робота 3: Диференційний термічний аналіз Допуск до лабораторної роботи. Виконання Лабораторної роботи.	2
11	Одинадцятий тиждень	Лабораторна робота 3: Диференційний термічний аналіз. Аналіз результатів. Інтерпретація	2
12	Дванадцятий тиждень	Лабораторна робота 3: Диференційний термічний аналіз. Оформлення протоколу. Обговорення.	2
13	Тринадцятий тиждень	Лабораторна робота 3: Диференційний термічний аналіз Допуск до лабораторної роботи. Виконання Лабораторної роботи.	2
14	Чотирнадцятий тиждень	Лабораторна робота 4: Рентгенівські методи аналізу: дифрактометрія. Аналіз результатів. Інтерпретація	2
15	П'ятнадцятий тиждень	Лабораторна робота 4: Рентгенівські методи аналізу: дифрактометрія.. Обговорення.	2
16	Шістнадцятий тиждень	Співбесіда за результатами МКР 2	2
17	Сімнадцятий тиждень	Захист лабораторних робіт 3 та 4 у формі співбесіди	2
18	Вісімнадцятий тиждень	Залік з лабораторних робіт	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка реферату, підготовка до захисту практичних завдань, 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	2 години на тиждень
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	9 годин
Підготовка до Заліку	6 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та лабораторні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторні робіт є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, тощо). 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 робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали лабораторні роботи (при неправильно виконаних розрахунках неточності 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. Несвоєчасне виконання лабораторних робіт без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
4. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 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 практичних заняттях, МКР, захист реферату.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

3. Семестровий контроль: Екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з освітньої компоненти складається з балів, що він отримує за:

- 1) Виконання та захист лабораторних робіт (ЛР),
- 2) Написання модульних контрольних робіт (МКР) та проходження опитувань.
- 3) Виконання домашньої контрольної роботи (ДКР)

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Робота на лабораторних роботах

Ваговий бал – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 10 балів x 4 лабораторних робіт = 40 балів.

Критерії оцінювання лабораторних робіт передбачається в два етапи:

1. Виконання лабораторної роботи – 2 бали; Правильність обробки даних та достовірність одержаного результату – 2 бали; Точність і акуратність оформлення протоколу – 2 бали.
2. Захист лабораторної роботи (відповідь на 4 питання за змістом): 1 або 0 балів за правильну та неправильну відповіді).

Модульний контроль

Передбачається дві контрольні роботи.

Ваговий бал першої контрольної дорівнює 25 балів.

За відповіді на питання максимально можна одержати 10 балів

За співбесіду, яка складається з двох уточнюючих питань – 10 балів (по 5 балів за кожне).

Повна і вичерпна відповідь – 5 балів

Неточна, але в цілому правильна відповідь – 3-4 бали

Схематична відповідь – 1-2 бали

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів

Ваговий бал другої контрольної дорівнює 25 балів.

За відповіді на питання максимально можна одержати 10 балів

За співбесіду, яка складається з двох уточнюючих питань – 10 балів (по 5 балів за кожне).

Повна і вичерпна відповідь – 5 балів

Неточна, але в цілому правильна відповідь – 3-4 бали

Схематична відповідь – 1-2 бали

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів

Домашня контрольна робота

Ваговий бал домашньої контрольної дорівнює 10 балів.

За роботу максимально можна одержати 5 балів

За результатами індивідуальної співбесіди, яка складається з трьох уточнюючих питань – 5 балів.

Повна і вичерпна відповідь – 5 бали

Неточна, але в цілому правильна відповідь – 3-4 бали

Схематична відповідь – 1-2 бали

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів

Загальна сума балів, яку студент одержує за ці види робіт розраховується по завершенню курсу як сума балів з вищенаведених пунктів.

У випадку, якщо ця сума становить менше 60 балів – студент не допускається до здачі заліку.

У випадку якщо кількість балів знаходиться в межах від 60 до 100 – студентові пропонується одержати залік «автоматом» із відповідною оцінкою. В цьому випадку студент самостійно приймає рішення про доцільність одержання оцінки «автоматом» або складання заліку.

Загальний рейтинг розраховується виходячи з рівняння:

$$R = r_{\text{лаб}} + r_{\text{мкр1}} + r_{\text{мкр2}} + r_{\text{дкр}} = 40 + 25 + 25 + 10 = 100$$

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

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Вимоги до оформлення рефератів, перелік контрольних питань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Інструментальні методи хімічного аналізу» (платформа Sikorsky-distance).

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри хімічної технології композиційних матеріалів

К.т.н., доц. МIRONIUK O.B.

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23 червня 2022 р.)

Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 14 від 27.06.22)