



# Спеціальні методи досліджень полімерів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

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 і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Дисципліни вільного вибору студентів. Професійна складова.</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Четвертий рік, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 4 години кожен тиждень (2 пари), лабораторні 4 години кожен тиждень (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Миронюк Олексій Володимирович, o.myronyuk@kpi.ua, myronyuk.oleksiy@lll.kpi.ua</i> Лабораторні: <i>к.т.н., доцент Миронюк Олексій Володимирович, o.myronyuk@kpi.ua, myronyuk.oleksiy@lll.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MjMzNjY1OTY4MTIz?cjc=4tlandj">https://classroom.google.com/c/MjMzNjY1OTY4MTIz?cjc=4tlandj</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Спеціальні методи досліджень полімерних систем є характерними інструментальними методами, які найбільш придатні та специфічні до полімерної галузі. Атомно-силова мікроскопія, реологічні методи, визначення властивостей поверхні, кутів змочування – дозволяють більш повно визначити особливості таких композитів та їх поверхонь. Безумовно, знання цих методів є важливим для бакалавра з хімічних технологій та інженерії..

**Предмет дисципліни:** вивчення спеціальних методів хімічного аналізу, в тому числі магнітного, хроматографічного та адсорбційного, конструкції відповідного обладнання та особливостей інтерпретації результатів досліджень.

**Метою** дисципліни є формування у студентів здатностей:

- володіння методами встановлення структурних та хімічних особливостей полімерних композиційних матеріалів та еластомерів.
- здатність застосовувати спеціальні методи аналізу й оцінки стану полімерних композицій, включаючи хроматографічні, адсорбційні та магнітні;
- здатність планувати, проводити та інтерпретувати дані досліджень композиційних матеріалів, що дозволяє перейти безпосередньо до проектування композицій із заданими властивостями.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- наукових основ спеціальних методів досліджень полімерів;
- конструкційних особливостей приладів для адсорбційного, хроматографічного та магнітно-резонансного дослідження полімерних композицій;
- основних принципів спрямованої модифікації властивостей полімерних поверхонь;

**уміння:**

- інтерпретація даних спеціальних методів аналізу;
- планування комплексного дослідження структурних особливостей композицій та компонентів;

**досвід:**

застосування загальних теоретичних основ полімерного матеріалознавства для аналізу полімерних композиційних матеріалів та їх компонентів і керованої зміни їх властивостей.

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

*Попередні умови, необхідні для вивчення дисципліни:*

Загальна та неорганічна хімія	Основні поняття і закони хімії. Будова атома. Періодичний закон. Хімічний зв'язок та будова молекул. Окисно-відновні реакції. Теорія комплексних сполук.
Органічна хімія	Теорія хімічної будови і реакційної здатності органічних сполук. Аліфатичні, аліциклічні та ароматичні вуглеводні. Галоген-, гідроксидмісні, сульфур- та оксовмісні сполуки. Нітрогенмісні та карбонові кислоти. Інші класи органічних сполук.
Фізична хімія	Хімічна термодинаміка. Фазові рівноваги. Розчини. Рівноважні явища. Рівновага на межі фаз. Адсорбція. Теоретичні основи кінетики хімічних реакцій.
Фізика	Електростатика. Електричний струм. Магнітне поле. Електромагнетизм. Коливання. Хвильова оптика і квантова механіка. Атомна фізика. Фізика твердого тіла. Електричні та магнітні поля в речовинах.
Інструментальні методи хімічного аналізу	Комплексний хімічний аналіз.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

*Тема 1. Оптична мікроскопія*

*Історія світлової мікроскопії. Основні принципи методу, роздільна здатність. Види світлової мікроскопії. Конфокальна мікроскопія, Флуоресцентна спектроскопія.*

*Тема 2. Електронна мікроскопія*

*Основний принцип електронної мікроскопії. Скануюча та трансмісійна електронна мікроскопія. Тунельна мікроскопія. Підготовка зразків. Типи детекторів та принцип детекції. Енерго-дисперсійна спектроскопія.*

*Тема 3. Визначення розміру частинок*

*Спектроскопія лазерного розсіювання. Основні принципи методу та обладнання. Гранулометричні криві матеріалів. Принципи перетворення інтерференційних патернів на гранулометричні криві.*

*Тема 4. Методи визначення поверхневої енергії матеріалів.*

*Основні теоретичні підходи до визначення енергії поверхні полімерних органічних та неорганічних матеріалів. Теорії Зісмана, Оуенса-Вендта, Ву та Ван-Осса. Апаратурне оформлення визначення поверхневої енергії полімерів та наповнювачів в порошковій та плівковій формі. Керована зміна поверхневої енергії полімерів та композицій.*

*Тема 5. Методи визначення адсорбційних властивостей полімерних композицій та наповнювачів*

*Структура полімерних композицій. Типи дефектів полімерних структур. Методи визначення структурних характеристик композицій та дисперсних матеріалів. Метод БЕТ. Побудова адсорбційних кривих, визначення істинної питомої поверхні та розподілу дефектів за розміром. Конструкція сорбціометрів. Класифікація матеріалів за розвиненістю поверхні.*

*Тема 6. Термічний аналіз матеріалів*

*Основні принципи термічного аналізу. Термогравіметричний аналіз. Принципи побудови кривих. Обладнання для диференційного термічного аналізу. Диференційна скануюча калориметрія. Приклади розшифровки ДСК кривих.*

*Тема 7. Атомно-силова мікроскопія та профілометрія*

*Вступ. Основний принцип атомно-силової мікроскопії. Види АСМ, процедура підготовки зразків, особливості дослідження різних поверхонь.*

*Тема 8. Динамічно механічні та реологічні методи дослідження*

*Визначення динамічного механічного аналізу. Реологічні показники рідин, величини та особливості визначення динамічної в'язкості, меж текучості.*

## 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. Манин В.Н. Дефектность и эксплуатационные свойства полимерных материалов/ В.Н. Манин, А.Н. Громов, В.П. Григорьев. – Л.:Химия. – 1986. – 184 с.*
- 2. Методы исследования структуры и свойств полимеров: Учеб. Пособие / И.Ю.Аверко-Антонович, Р.Т.Бикмуллин;/ КГТУ. Казань, 2002. 604 с. ISBN 5-7882-0221-3.*
- 3. Зубов П.И. Структура и свойства полимерных покрытий / П.И. Зубов, Л.А. Сухарева. – М.:Химия, 1982. – 256 с.*
- 4. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров / Ю.С. Липатов. – М.:Химия, 1991. – 259 с.*

5. Я. Рабек *Экспериментальные методы в химии полимеров (т.1,2)*. – М. Мир, 1983. – 374 с.

#### **Допоміжна**

6. Грег С. *Адсорбция, удельная поверхность, пористость* / С. Грег, К. Синг. – Москва: Мир, 1970. – 408 с.
7. Малкин А. Я. *Реология: концепции, методы, приложения* / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 560 с.
8. Карякина М. И. *Испытание лакокрасочных материалов и покрытий* / М. И. Карякина. – Москва: Химия, 1988. – 272 с.
9. Беленький Б. Г. *Хроматография полимеров* / Б. Г. Беленький, Л. З. Виленчик. – Москва: Химия, 1978. – 344 с.
10. Кантов М. П. *Фракционирование полимеров* / М. П. Кантов. – Москва: Мир, 1971. – 444 с.
11. Воюцкий С. С. *Курс коллоидной химии* / С. С. Воюцкий. – Москва: Химия, 1975. – 512 с.
12. Сумм Б. Д. *Физико-химические основы смачивания* / Б. Д. Сумм. – Москва: Химия, 1976. – 232 с.
13. Плаченев Т. Г. *Порометрия* / Т. Г. Плаченев, С. Д. Колосенцев. – Москва: Химия, 1988. – 176 с.
14. Лукасик В. А. *Материаловедение и технология конструкционных полимерных материалов* / В. А. Лукасик. – Волгоград: ВГТУ, 2003. – 156 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Дистанційний курс *Google G Suite for Education*. Режим доступу: *Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance)*; код курсу [4tlandj](#).

### **Навчальний контент**

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

##### *Лекційні заняття*

Вичитування лекцій з дисципліни 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.

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Опис заняття</b>
1	Тиждень 1	Вступна лекція. Місце курсу в Освітній програмі підготовки бакалаврів за напрямом «Хімічні технології». Система оцінювання курсу. <b>Обговорення.</b>
2	Тиждень 1	Тема 1. Оптична мікроскопія. Визначення та типи. Роздільна здатність та конструкція оптичного мікроскопу.
3	Тиждень 2	Тема 1. Типи оптичної мікроскопії. Флуоресцентна мікроскопія та лазерна конфокальна мікроскопія. Фазово контрастний та поляризаційний мікроскопи.
4	Тиждень 2	Тема 2. Електронна мікроскопія. Основні принципи одержання зображення. Рівняння роздільної здатності. Конструкція електронного мікроскопу.

5	Тиждень 3	Тема 2. Скануюча та просвічуюча електронна мікроскопія. Типи та підготовка зразків. Обробка зображень.
6	Тиждень 3	Контрольна робота та опитування з Тем 1 та 2. <b>Обговорення.</b>
7	Тиждень 4	Тема 3. Визначення розміру частинок методом лазерної спектроскопії розсіювання.
8	Тиждень 4	Тема 4. Питома поверхня матеріалів. Визначення розвиненості поверхні сорбціометрія.
9	Тиждень 5	Тема 5. Властивості поверхні: визначення питомої поверхневої енергії
1	Тиждень 5	Тема 6. Термічний аналіз матеріалів. Диференційна термогравіметрія.
2	Тиждень 6	Тема 6. Підготовка зразків для термічного аналізу. Вид термограм та інтерпретація результатів дослідження.
3	Тиждень 6	Контрольна робота та опитування за темами 3-6. <b>Обговорення.</b>
4	Тиждень 7	Тема 7. Атомно-силова мікроскопія. Основний принцип та елементи обладнання.
5	Тиждень 7	Тема 7. Типи дослідження атомно-силової мікроскопії. Обробка та інтерпретація зображень АСМ.
6	Тиждень 8	Тема 8. Динамічно-механічний аналіз матеріалів. Основний принцип, типи зразків. Інтерпретація результатів.
7	Тиждень 8	Тема 8. Реологічний аналіз матеріалів. Основний принцип, типи зразків. Інтерпретація результатів.
8	Тиждень 9	Контрольна робота та опитування за темами 7-8. <b>Обговорення.</b>
9	Тиждень 9	Проведення заліку 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
1	Тиждень 1	Вступне заняття. Опис курсу лабораторних робіт. <b>Обговорення.</b>
2	Тиждень 2	Лабораторна робота 1. Виконання роботи.
3	Тиждень 3	Лабораторна робота 1. Оформлення результатів.
4	Тиждень 4	Лабораторна робота 2. Виконання роботи.
5	Тиждень 5	Лабораторна робота 2. Оформлення результатів.
6	Тиждень 6	<b>Захист</b> лабораторних робіт 1 та 2.
7	Тиждень 7	Лабораторна робота 3. Виконання роботи.
8	Тиждень 8	Лабораторна робота 3. Оформлення результатів.
9	Тиждень 9	Лабораторна робота 4. Виконання роботи.

1	Тиждень 10	Лабораторна робота 4. Оформлення результатів.
2	Тиждень 11	Лабораторна робота 5. Виконання роботи.
3	Тиждень 12	<b>Захист</b> лабораторних робіт 3 та 4.
4	Тиждень 13	Лабораторна робота 5. Оформлення результатів.
5	Тиждень 14	Лабораторна робота 6. Виконання роботи.
6	Тиждень 15	Лабораторна робота 6. Оформлення результатів.
7	Тиждень 16	Лабораторна робота 7 Виконання роботи.
8	Тиждень 17	Лабораторна робота 7. Оформлення результатів.
9	Тиждень 18	<b>Захист</b> лабораторних робіт 5, 6 та 7.

## 5. 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 Екзамену	6 годин

## Політика та контроль

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

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.

## **7. 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 силябусу.
3. Семестровий контроль: Залік.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) Виконання та захист лабораторних робіт,
- 2) Написання модульних контрольних робіт та проходження опитувань.

### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

*Робота на лабораторних роботах*

Ваговий бал – 5 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 балів x 7 лабораторних робіт = 35 балів.

Критерії оцінювання лабораторних робіт передбачається в два етапи:

- Виконання лабораторної роботи – 2 бали;
- Захист роботи

повна і правильна відповідь – 3 бали;

схематична відповідь – 1-2 бали.

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів.

### *Модульний контроль*

Передбачається три контрольні роботи. Ваговий бал кожної контрольної дорівнює 10 балів.

Контрольна робота складається з відповідей на 2 питання (текстових або розрахункових) за матеріалом лекцій) протягом 20 хвилин та співбесіду за цими відповідями.

За відповіді на питання максимально можна одержати 4 бали

За співбесіду, яка складається з двох уточнюючих питань – 6 балів (по 3 бали за кожне).

Повна і вичерпна відповідь – 3 бали

Неточна, але в цілому правильна відповідь – 2 бали

Схематична відповідь – 1 бал

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 та нормалізується до 100.

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

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

*Штрафні та заохочувальні бали:*

- відсутність без поважної причини, не допуск до лабораторної роботи - 5 балів
- відсутність на лекційному занятті без поважної причини - 1 бали;
- виконання завдань із залученням додаткових відомостей +3 бали;

### **Залік**

З метою підвищення оцінки студент має право здати залік.

Залік складається з 3 завдань теоретичного характеру.

Критерії оцінювання залікової роботи з визначенням 6 рівнів для кожного завдання:

- «відмінно», вичерпна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 10 балів
- «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 9 балів
- «добре» повна відповідь з незначними неточностями (не менше 75 % потрібної інформації) – 8 балів
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки 6-7 балів
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) та значні помилки – 0 балів.

Максимальна кількість балів за екзамен дорівнює 30.

Загальний рейтинг при цьому розраховується наступним чином:

$$R = (r_{\text{лаб}} + r_{\text{мкр}}) * 0,7 + r_{\text{екз}}$$

де  $r_{\text{лаб}}$  - бали за п. 10.1.2;  $r_{\text{мкр}}$  - бали за п. 10.1.3;  $r_{\text{екз}}$  бали одержані при складанні екзамену.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Вимоги до оформлення рефератів, перелік контрольних питань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Спеціальні методи досліджень полімерів» (платформа Sikorsky-distance).*

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

**Складено** доцентом кафедри хімічної технології композиційних матеріалів

К.т.н., доц. Миронюк О.В.

**Ухвалено** кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 5\_ від 4.11.2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 14.10.2020 р.)