



# 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>Третій рік, семестр 5</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години через тиждень (1 пара), лабораторні 2 години через тиждень (1 пара) 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/MTQ4NDE5NjlzNjA0?cjc=qfurivv">https://classroom.google.com/c/MTQ4NDE5NjlzNjA0?cjc=qfurivv</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	Диференційно-термічний аналіз. Спектральні методи аналізу. Електронна та оптична мікроскопія. Реологічний аналіз. Комплексний хімічний аналіз.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

*Тема 1 . Атомно-силова мікроскопія та профілометрія*

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

*Тема 2. Реологічні методи дослідження*

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

### Тема 3. 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 4. 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 5. Денсиметричні методи дослідження

Структурні параметри полімерних композицій. Методи визначення густини полімерів. Пікнометрія, метод градієнтної колонки.

## 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 [qfurivy](#).

### **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	14 вересня 2020 р.	Принцип роботи атомно-силового мікроскопа. Типи досліджень, які виконуються АСМ та мікроскопами тунельного типу.
2	28 вересня 2020 р.	Профілометрія та режими роботи атомно-силових мікроскопів. Вибір найбільш придатних методик для проведення досліджень полімерних композицій. СРС – Мікро- та нанотекстуровані поверхні в сучасній технології композитів
3	12 жовтня 2020 р.	Реологічний метод дослідження композицій та розплавів полімерів. Типи віскозиметрів. Ротаційні реометри, капілярні системи, терези Вейлера-Ребіндера, пластометри.
4	26 жовтня 2020 р.	Поверхнева енергія матеріалів. Закон Юнга-Дюпре. Кут змочування, кути натікання/відтікання. Гістерезис змочування. Методи визначення поверхневої енергії: Зісмана, Оуенса-Вендта, Ван Осса.
5	9 листопада 2020 р.	Гоніометрія. Різновиди оформлення методу. Апаратне оформлення методу. Конструкція гоніометра. Визначення кутів змочування поверхні полімерних матеріалів рідинами. Визначення поверхневої енергії полімерних порошків. Рівняння Уошберна. Апаратне оформлення методу. Прилад Дерягіна. Об'ємне та площинне змочування порошків.
6	23 листопада 2020 р.	Структура полімерних композицій. Класифікація дефектів полімерних структур. Адсорбційні методи дослідження структур композитів. Метод БЕТ. Типовий вигляд та інтерпретація адсорбційної кривої. Проведення адсорбційного аналізу: підготовка зразків, вибір адсорбату. Конструкція сорбціометрів. Рівняння Кельвіна, порометрія. Визначення питомої поверхні дисперсних матеріалів
7	7 грудня 2020 р.	Денсиметрія полімерних та композиційних матеріалів. Методи визначення структурних параметрів композитів

8	7 – 13 грудня 2020 р	Пікнометричний метод аналізу композицій, метод градієнтної колонки, ультразвуковий та вібраційний методи встановлення густини
9	21 грудня 2020 р.	Псевдоапластичні та дилатантні рідини. Реопексія та тиксотропія. Межі зсуву та граничні значення в'язкостей.

#### *Лабораторні роботи*

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

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Опис заняття</b>
1	2,9 та 16- вересня 2020 р.	Реологія
2	23 та 30 вересня 2020 р.	Реологія
3	7 та 14 жовтня 2020 р.	Визначення гідрофільності порошкових матеріалів
4	21 та 28 жовтня 2020 р.	Встановлення поверхневої енергії полімерних матеріалів
5	4 та 11 листопада 2020 р.	Встановлення поверхневої енергії полімерних матеріалів
6	18 та 25 листопада 2020 р.	Визначення питомої поверхні порошоків методом повітропропускання
7	2 та 9 грудня 2020 р.	Визначення питомої поверхні порошоків методом повітропропускання
8	16 та 23 грудня 2020 р	Пікнометричне дослідження полімерних композицій
9	30 грудня 2020 р.	Залік з лабораторних робіт

#### **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:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу</i>	<i>2 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>9 годин</i>
<i>Підготовка до Екзамену</i>	<i>6 годин</i>

## 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 силабусу.
3. Семестровий контроль: Екзамен.

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

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

- 1) Присутність на лекціях,
- 2) Виконання та захист лабораторних робіт,
- 3) Модульну контрольну роботу.

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

### *Робота на лабораторних роботах*

Ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 8 балів x 5 лабораторних робіт = 40 балів.

Критерії оцінювання лабораторних робіт передбачається в три етапи:

- Контроль підготовки до роботи:  
повна і правильна відповідь – 1 бала;  
схематична відповідь – 0 балів;
- Виконання лабораторної роботи – 2 бали;
- Захист роботи  
повна і правильна відповідь – 2 бала;  
схематична відповідь – 1 бал.

### *Модульний контроль*

Ваговий бал контрольної дорівнює 21 бал. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює 2,1 бали за кожну правильну відповідь на питання \* 10 питань = 21 бал.

Критерії оцінювання контрольної роботи з визначенням 2 рівнів:

- Обрано правильний варіант відповіді – 2,1 бал
- Обрано неправильний варіант відповіді – 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 екзаменаційної 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:

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

де  $r_{л+}$  - бали за п. 10.1.1;  $r_{лаб+}$  - бали за п. 10.1.2;  $r_{мкр+}$  - бали за п. 10.1.3;  $r_{екз}$  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.)