



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра хімічної
технології
композиційних
матеріалів ХТФ

Спеціальні методи дослідження полімерних композитів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Перший (бакалаврський)*

Галузь знань *16 Хімічна інженерія та біоінженерія*

Спеціальність *161 Хімічні технології та інженерія*

Освітня програма *Хімічні технології та інженерія*

Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Д.т.н., доцент Миронюк Олексій Володимирович, o.myronyuk@kpi.ua, myronyuk.oleksiy@iit.kpi.ua</i> Практичні заняття: <i>PhD, асистент Баклан Денис Віталійович, d.baklan@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Спеціальні методи дослідження полімерних композитів» складено відповідно до освітньої програми «Хімічні технології та інженерія» підготовки бакалаврів спеціальності G1 Хімічні технології та інженерія.

Встановлення характерних експлуатаційних властивостей полімерних композицій потребує використання спеціальних методів включаючи хроматографічне розділення, ядерно-магнітний резонанс, мас-спектрометрію. Перед дослідниками та технічними співробітниками в галузі виникають комплексні задачі з характеристики не тільки складу і структури, але і характеру взаємодії систем з факторами оточуючого середовища. Дана ОК призначена для надання слухачам можливості використання саме такого комплексного підходу для характеристики систем.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних 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.

Предмет навчальної дисципліни – є вивчення спеціальних методів дослідження складу та властивостей полімерних композицій в залежності від факторів взаємодії.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: ПР02. Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництва 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.

ПР07. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для

вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти дисциплінами «Матеріалознавство», «Аналітична хімія», «Органічна хімія» (Теорія хімічної будови і реакційної здатності органічних сполук. Аліфатичні, аlicиклічні та ароматичні вуглеводні. Галоген-, гідроксидмісні, сульфур- та оксидмісні 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.).

2. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Комплексність досліджень властивостей полімерних композицій.

Тема 2. Системи класифікації характерних методів досліджень полімерних композитів

Тема 3. Практичне використання інфрачервоної спектроскопії

Тема 4. Властивості поверхні полімерних композитів та їх компонентів

Тема 5. Атомно-силова мікроскопія

Тема 6. Ядерний магнітний резонанс

Тема 7. Методи визначення структурних параметрів матеріалів та композицій

Тема 8. Методи визначення властивостей тонкошарових полімерних композитів

Тема 9. Масс-спектрометрія.

Тема 10. Механічні властивості композицій.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Crompton T.R. *Introduction to Polymer Analysis* Smithers Rapra Publishing, 2009. - 434 p.
2. Yang R. *Analytical Methods for Polymer Characterization* NW, USA, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. — 319 p.
3. Шидловський М.С. *Нові матеріали. Частина 1. Структура і механічні властивості конструкційних полімерів* Навчальний посібник. – Київ: Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут” (НТУУ «КПІ») ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 193 с.
4. Кельїна С.Ю., Лічко О.І., Невинський О.Г. *Основи фізико-хімії полімерних і композиційних матеріалів* Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2009. – 204 с.

Додаткова література

1. Li Liang (ed.). *MALDI Mass Spectrometry for Synthetic Polymer Analysis* Wiley, 2009. — 307 p.
2. Podzimek S. *Light Scattering, Size Exclusion Chromatography and Asymmetric Flow Field Flow Fractionation: Powerful Tools for the Characterization of Polymers, Proteins and Nanoparticles* Wiley, 2011. - 372 p.
3. Loadman M.J.R. *Analysis of Rubber and Rubber-like Polymers* Kluwer Academic Publishers. 1998. 399 p.
4. Montaudo Giorgio, Lattimer Robert (ed.). *Mass Spectrometry of Polymers* CRC Press, 2002. – 560 p.
5. Rodriguez F., Cohen C., Ober C.K., Archer L.A. *Principles of Polymer Systems* 6th Edition. — CRC Press; Taylor & Francis Group, 2015. — 796 p.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступне заняття. Структура курсу, силабус і рейтингова система оцінювання освітньої компоненти Тема 1. Комплексність досліджень властивостей полімерних композицій. Основні питання: Розгляд прикладів багатобічного розгляду властивостей матеріалів у наукових дослідженнях та технічних розробках.
2	Тема 2. Системи класифікації характерних методів досліджень полімерних композитів

	Основні питання: <i>Поняття про взаємозв'язок фундаментальних та технічних властивостей композитів. Розгляд системи класифікації на прикладі ISO/TC 35/SC 9.</i>
3	Тема 3. Практичне використання інфрачервоної спектроскопії Основні питання: <i>Основи інтерпретації ІЧ спектрів, типи зразків, приклади вирішення наукових та технічних задач за допомогою ІЧ-спектроскопії. Визначення типу матричного полімеру, наявності та кількості домішок. Визначення кінетики хімічних реакцій методом ІЧ-скринінгу.</i>
4	Залік <i>На заліку оголошується кінцева оцінка, яка ставиться у заліково-екзаменаційну відомість. Студенти, що не набрали 60 балів, а також, ті хто хочуть підвищити свою оцінку виконують на занятті залікову контрольну роботу. Студенти, що не допущені до заліку можуть здавати на занятті заборгованості. Якщо недопущений студент зміг протягом заняття отримати допуск та має більш ніж 60 балів, він отримує залікову оцінку на цьому ж занятті. Якщо студент допустився, але 60 балів не набрав, він також має право написати залікову тестову роботу. Недопущені на занятті студенти, а також ті, хто не з'явився на залік і не мають допуску отримують у відомості «не допущений» та відправляються на додаткову сесію. Студенти, що отримали заздалегідь допуск та погоджуються зі своєю оцінкою, можуть не бути присутні на заліковому занятті.</i>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практична робота №1. Дослідження вмісту акриламід у гелевому матеріалі. Основні питання заняття: <i>Розгляд хімічної природи гелевих матеріалів та форм присутності акриламід у зразку (залишковий мономер, продукти перетворень), вибір підходу до кількісного визначення з урахуванням чутливості та матричних ефектів. Пробопідготовка гелю (екстракція, розведення, очищення/фільтрація, стабілізація проби). Калібрування та контроль матричного впливу (стандартні розчини, метод стандартних добавок). Розрахунок концентрації з перерахунком на масу або об'єм гелю та оцінка невизначеності. Перевірка достовірності результатів (контроль «холостої» проби, повторюваність, критерії прийнятності).</i>
2	Практична робота №2. Якісний та кількісний аналіз полімеру та компонентів композиції. Основні питання заняття: <i>Розгляд алгоритму якісної ідентифікації полімерної матриці за ІЧ-спектром, виявлення компонентів композиції та критерії їх розпізнавання. Порівняння з бібліотечними спектрами та правила інтерпретації відповідності. Оцінка впливу наповнювачів і армування на форму спектра та способи зменшення похибок інтерпретації. Узгодження висновків ІЧ-аналізу з даними інших методів і формування обґрунтованого якісного висновку. Розгляд компонентів, що підлягають кількісному визначенню в композиційному матеріалі, та вибір методології</i>

	аналізу. Інтерпретація ТГА-кривих для визначення масових часток. Розрахунок складу за масовими втратами та перевірка матеріального балансу. Використання ІЧ-спектроскопії для кількісної оцінки за калібрувальними залежностями у випадках, коли це застосовно.
--	---

Розрахунково-графічна робота (РГР)

У якості індивідуального завдання студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР). Розрахунково-графічна робота призначена для закріплення студентами знань щодо розрахунків матеріального балансу та норми витрати сировини для виробництва.

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Класифікація методів хімічного аналізу полімерних композицій. Комплексний хімічний аналіз в науковій та науково-технічній діяльності.	8
2	Властивості поверхні органічних та неорганічних матеріалів	8
3	Методи визначення вільної енергії поверхні	8
4	Визначення розподілу частинок за розмірами методом лазерної спектроскопії	8
5	Атомно-силова мікроскопія	8
6	Масс-спектрометрія	8
7	Ядерно-магнітний резонанс	8
8	Системи стандартів ISO/TC 35/SC 9 для визначення властивостей тонкошарових композитів. Методи визначення довговічності тонкошарових композитів	8
9	Методи визначення густини	8
10	Співставлення результатів аналізу та формулювання звіту про дослідження	8
11	Виконання РГР	20
12	Підготовка до МКР	4
13	Підготовка до заліку	6

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Моделювання електромеханічних систем»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

***Поточний контроль:** МКР, виконання завдань до практичних занять та РГР.*

***Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

***Семестровий контроль:** залік.*

***Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг більше 30 балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>95-100</i>	<i>Відмінно</i>
<i>85-94</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>75-84</i>	<i>Добре</i>
<i>65-74</i>	<i>Задовільно</i>
<i>60-64</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Менше 30</i>	<i>Не допущено</i>

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР);

Практичні заняття	РГР	МКР1	МКР2
42	18	20	20

Практичні заняття

Ваговий бал – 21. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 21 балл * 2 лаб. робіт = 42 бали.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем виконують завдання за тематикою заняття. Після кожного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Критерії оцінювання

Виконання лабораторної роботи – 5 балів; Правильність обробки даних та достовірність одержаного результату – 4 бали; Точність і акуратність оформлення протоколу – 4 бали. Захист лабораторної роботи (відповідь на 4 питання за змістом): 2 або 0 балів за правильну та неправильну відповіді).

Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 18.

Розрахунково-графічна робота (РГР) здається окремо у визначений лектором термін.

До захисту на максимальний бал допускаються студенти, які у визначений викладачем термін виконали РГР та оформили її у відповідності до встановлених вимог. При здачі РГР на перевірку після встановленого терміну максимальний бал за захист РГР зменшується вдвоє.

За роботу максимально можна одержати 18 балів

Критерії оцінювання РГР:

15-18 балів - безпомилкове виконання розрахункового завдання або розрахунок з деякими математичними похибками, та подання завдання на перевірку в день його проведення;

10-14 балів - вірно в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або помилковим виконання завдання з деякими математичними похибками, що виправлені після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента, подання завдання на перевірку на наступному занятті;

5-9 бали - вірно виконання роботи після навідної допомоги викладача або оформлення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню, подання завдання на перевірку з затримкою у 1 заняття;

1-4 бали - неповне виконання завдання викладача або виправлення грубих помилок в розрахунках, що підлягають доопрацюванню, подання завдання на перевірку з затримкою у 2 заняття;

0 балів - проведення розрахунків з грубими помилками, та відмова від їх виправлення.

Модульна контрольна робота

Критерії оцінювання

Ваговий бал за одну МКР – 20 балів. Максимальний бал за 2 МКР складає 40 балів.

Критерії оцінювання

На першій модульній контрольній роботі студент має виконати 10 завдань. Завдання оцінюються від 0 до 2 балів в залежності від правильності вирішення.

На другій модульній контрольній роботі студент має виконати 10 завдань. Завдання оцінюються від 0 до 2 балів в залежності від правильності вирішення.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахована РГР та здані усі завдання до практичних занять. Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому набрані бали студентом анулюються, а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною.

Залікова робота. Залікова робота проводиться на останньому лекційному занятті. Студент проходить тестування у середовищі Moodle. На тестування пропонується 100 тестових, кожне з яких оцінюється в 1 бал. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати 60 балів і вище. Час тестування зазвичай складає 100 хвилин, але може бути скоригований лектором та (або) викладачам, що приймає залік.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистент кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, PhD, Баклан Д.В., зав. кафедри хімічної технології композиційних матеріалів д.т.н., доц. Миронюк О.В..

Ухвалено кафедрою ХТКМ (протокол № 19 від 27.06.2025).

Погоджено Методичною комісією ХТФ (протокол № 10 від 26.06.2025).