Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фізики твердого тіла

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
В. о. Декана фізичного факультету
ХНУ імені В. Н. Каразіна
_____ Дмитро РОХМІСТРОВ
“ *27* ” *серпня* 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Функціональні полімери»

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти ***другий (магістерський)***

галузь знань ***10 Природничі науки***
(шифр і назва)

спеціальність ***Е5 Фізика та астрономія***
(шифр і назва)

освітня програма ***освітньо-наукова програма – “Фізика”***
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни ***за вибором***
(обов’язкова / за вибором)

факультет ***фізичний***

2026 / 2027 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

“ 27 ” серпня 2026 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Шурінов Роман Володимирович – кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри фізики твердого тіла

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № 6 від 26 серпня 2026 року

В.о. завідувача кафедри _____ Золтан ЗИМАН

(підпис) (ім’я та призвіще)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Фізика

назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проектної групи) _____ Дмитро РОХМІСТРОВ

(підпис) (ім’я та призвіще)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 9 від 26 серпня 2026 року

Голова методичної комісії _____ Олег ЛАЗОРЕНКО

(підпис) (ім’я та призвіще)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Функціональні полімери» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки

магістра

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напряму) *Е5 Фізика та астрономія*

освітня програма *освітньо-наукова програма «Фізика»*

спеціалізації

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни:

Мета курсу: сформувати у студентів ґрунтовні знання про різновиди функціональних полімерів, їх структуру, властивості та механізми дії, а також розвинути навички оцінки та застосування таких матеріалів у сучасних технологіях, включно з електронікою, медициною, енергетикою та нанотехнологіями.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

Основними завданнями вивчення дисципліни «Функціональні полімери» є формування у здобувачів освіти системних знань про принципи молекулярного дизайну, методи синтезу, структуру та властивості функціональних полімерів і полімерних композитів. Важливим завданням є вивчення сучасних методів полімеризації, хімічної модифікації та функціоналізації полімерних матеріалів, а також взаємозв'язку їхньої молекулярної будови з фізичними, термічними й механічними властивостями. Дисципліна передбачає ознайомлення з перспективними функціональними матеріалами, зокрема пористими координаційними полімерами, мембранами, армованими композитами та полімерами з ефектом пам'яті форми. Окрему увагу приділено принципам сталого молекулярного дизайну, циркулярної економіки, переробки полімерів, біорозкладності та оцінювання життєвого циклу матеріалів. У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні набути здатності аналізувати методи одержання й модифікації функціональних полімерів, оцінювати їхні властивості та обґрунтовувати вибір матеріалів для сучасних наукових і практичних застосувань.

1.3. Кількість кредитів *3*

1.4. Загальна кількість годин *90*

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
4-й	-й
Лекції	
33 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота, у тому числі	
57 год.	год.
Індивідуальні	
0 год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

Інтегральна компетентність (ІК)
Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сферах фізики, матеріалознавства та функціональних полімерних систем у професійній діяльності або у процесі навчання.
Загальні компетентності (ЗК)
ЗК 1. Практичне застосування знань: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях під час проведення фундаментальних та прикладних досліджень нових полімерних матеріалів.
ЗК 2. Розуміння предметної області: Знання та розуміння предметної області функціональних полімерів і професійної діяльності в галузі природничих наук.
ЗК 3. Аналітична робота з інформацією: Здатність до пошуку, оброблення та аналізу наукової інформації з різних вітчизняних та міжнародних джерел (зокрема реферативних баз даних Scopus, Web of Science).
ЗК 4. Неперервне навчання: Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями в галузі фізико-хімії та матеріалознавства полімерів.
ЗК 5. ІКТ-компетентність: Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології для аналізу, розрахунку та математичного моделювання властивостей полімерних систем.
ЗК 6. Вирішення дослідницьких проблем: Здатність виявляти, ставити та вирішувати складні наукові й технічні проблеми в дослідженні та застосуванні функціональних матеріалів.
ЗК 7. Дослідницька діяльність: Здатність проведення наукових досліджень на належному магістерському рівні.
ЗК 11. Академічна доброчесність: Здатність дотримуватися принципів академічної доброчесності, професійної етики та відповідальності за достовірність одержаних результатів.
ЗК 12. Робота з обладнанням: Здатність використовувати сучасне наукове обладнання для вирішення експериментальних та практичних завдань.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК / ФК)
ФК 1. Фізико-математичне обґрунтування: Здатність використовувати закони та принципи фізики конденсованого стану й полімерів у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису структурних та функціональних властивостей полімерних систем.
ФК 2. Синтез дослідницьких рішень: Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем у галузі фізико-хімії електроактивних, сопряжених, стимулочутливих та "розумних" (smart) полімерів.
ФК 5. Міждисциплінарна інтеграція: Здатність сприймати новоздобуті знання в області функціональних матеріалів та інтегрувати їх із наявними, а також самостійно опановувати знання і навички для розв'язання складних задач у суміжних предметних областях.
ФК 8. Формулювання наукових гіпотез: Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі у фізиці та хімії полімерів, вибирати відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.
ФК 10. Експериментально-теоретичні дослідження: Здатність планувати й здійснювати теоретичні та/або експериментальні дослідження структурування, переносу заряду, фазових переходів та релаксаційних явищ у функціональних полімерах.
ФК 11. Теоретичний опис та інтерпретація: Здатність встановлювати зв'язок між експериментальними і теоретичними результатами, здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних полімерних об'єктів і процесів.
ФК 13. Аналіз наукових результатів: Здатність проводити аналіз наукових результатів, отриманих під час дослідження оптичних, електричних, механічних та магнітних властивостей функціональних полімерів.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

Знання:

Студенти опановують концептуальні й спеціалізовані знання про фізико-хімічні принципи функціонування електроактивних, сопряжених, оптично активних і стимулочутливих полімерних матеріалів, а також механізми фазових переходів, релаксаційних явищ і переносу заряду й енергії у полімерних матрицях та нанокомпозитах. Курс передбачає засвоєння теоретичних основ сучасних експериментальних методів дослідження структури та властивостей матеріалів (зокрема оптичної спектроскопії, термічного аналізу й мікроскопії), фізичних основ їх застосування у гнучкій електроніці, фотоніці й сенсориці, а також норм академічної доброчесності та вимог техніки безпеки при виконанні експериментів.

Уміння:

Здобувачі набувають навичок обґрунтовано обирати й застосовувати комплекс експериментальних та теоретичних методів для діагностики фізичних, електричних і оптичних характеристик полімерних систем, а також аналізувати й інтерпретувати отримані дані з урахуванням існуючих теоретичних моделей. Вони вчаться розробляти фізичні та комп'ютерні моделі поведінки функціональних полімерів, самостійно планувати й здійснювати наукові дослідження, проводити критичний пошук фахової інформації в наукових базах даних (Scopus, Web of Science) та публічно презентувати здобуті наукові результати у формі доповідей і публікацій.

Програмні результати навчання:

ПРН 1: Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання й розуміння актуальних проблем і досягнень фізики твердого тіла та полімерних матеріалів для розв'язання складних задач і практичних проблем.

ПРН 2: Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження функціональних полімерних систем, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки та пропозиції щодо подальших досліджень.

ПРН 4: Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних експериментальних досліджень полімерів і оцінювати їх достовірність.

ПРН 5: Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних явищ, об'єктів і процесів у функціональних полімерних матрицях та композитах.

ПРН 6: Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій у сфері функціональних матеріалів.

ПРН 7: Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напряму фізики полімерів, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.

ПРН 10: Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та хімії полімерів, використовуючи наукові видання й бази даних, оцінювати та критично аналізувати отриману інформацію.

ПРН 11: Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та матеріалознавства для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач (зокрема для гнучкої електроніки, сенсорики та біомедицини).

ПРН 13: Створювати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі функціональних полімерних систем, перевіряти їх адекватність та аналізувати обмеження.

ПРН 15: Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження полімерних матеріалів, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.

1.8. Пререквізити: перелік дисциплін, що передують вивченню даної дисципліни.

Для дисципліни «Функціональні полімери» пререквізитами є базові освітні компоненти бакалаврського рівня з фундаментальної фізики, фізики твердого тіла, матеріалознавства та математичного апарату. Фізика конденсованого стану та матеріалознавство: «Основи фізики конденсованого стану», «Фізичне матеріалознавство», «Кристалографія та кристалофізика».

Фундаментальні розділи загальної та теоретичної фізики: «Молекулярна фізика», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Квантова механіка», «Статистична фізика та термодинаміка». Математичний та експериментальний інструментарій: «Математичний аналіз», «Диференціальні та інтегральні рівняння», «Обробка результатів фізичних досліджень» та «Техніка фізичного експерименту». Суміжні природничі курси: «Загальна хімія» або «Органічна хімія» (на базовому рівні).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ПОЛІМЕРНОЇ НАУКИ

Тема 1. Вступ до науки про полімери.

Поняття про полімери, макромолекули, мономери та ступінь полімеризації. Історія розвитку полімерної науки, класифікація полімерних матеріалів, їхні основні властивості та сфери застосування.

Тема 2. Сталий дизайн структурних і функціональних полімерів.

Принципи створення полімерів із заданими властивостями з урахуванням екологічної безпеки та можливості переробки. Особливості молекулярного дизайну поліестерів, поліамідів і поліуретанів.

Тема 3. Загальні стратегії молекулярного дизайну для циркулярності.

Методи проєктування полімерів для повторного використання та переробки. Молекулярна інженерія молярної маси, процеси ремономеризації та розроблення способів перетворення термореактивних полімерів у матеріали, придатні для повторної переробки.

Тема 4. Модифікація біологічних полімерів.

Методи хімічної та фізичної модифікації біополімерів для покращення їхніх властивостей і переробки. Стандарти та законодавчі вимоги до біорозкладних матеріалів, методи оцінювання біорозкладності, моделювання сталого дизайну та аналіз життєвого циклу матеріалів (LCA).

РОЗДІЛ 2. СИНТЕЗ, СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРІВ

Тема 5. Методи отримання полімерів.

Основні способи синтезу полімерів: ланцюгова та іонна полімеризація, полімеризація в масі, емульсійна полімеризація та поліконденсація. Особливості механізмів реакцій, умови проведення та вплив методів синтезу на властивості кінцевого продукту.

Тема 6. Структура полімерів.

Особливості будови лінійних, розгалужених і сітчастих макромолекул. Стереорегулярність полімерних ланцюгів, кристалічний та аморфний стани, їхній вплив на фізико-механічні властивості матеріалів.

Тема 7. Фізичні, термічні та механічні властивості.

Основні фізичні характеристики полімерів, їхня термічна поведінка, температура склування та плавлення. Механічні властивості, зокрема міцність, пружність, пластичність, твердість і деформаційна поведінка.

Тема 8. Фотополімеризація.

Основи процесів полімеризації під дією світлового випромінювання. Радикальний, катіонний та аніонний механізми фотополімеризації, фотоініціатори, умови проведення реакцій і практичне використання у фотополімерних покриттях та 3D-друці.

Тема 9. Методи синтезу функціональних полімерів.

Сучасні методи отримання полімерів із заданими функціональними властивостями. Кополімеризація, кінцева функціоналізація макромолекул і графтування (прищеплення) полімерних ланцюгів для зміни хімічних, фізичних і поверхневих характеристик матеріалів.

Тема 10. Функціональні групи у хімічних модифікаціях.

Характеристика основних функціональних груп, що використовуються для хімічної модифікації полімерів: ефірних груп, ангідридів, ізоціанатів, епоксидів, альдегідів, кетонів, азидів, алкінів, дієнів, тріазолідиндіонів і тіолів. Особливості їхньої реакційної здатності,

взаємодії з макромолекулами та перспективи використання для створення нових функціональних матеріалів.

РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОЛІМЕРИ ТА КОМПОЗИТИ

Тема 11. Пористі координаційні полімери.

Будова, принципи синтезу та топологічні особливості пористих координаційних полімерів. Питання формування переплетених структур, визначення питомої поверхні та можливості використання таких матеріалів для зберігання газів, водню й уловлювання вуглекислого газу (CO_2).

Тема 12. Модифікація та функціоналізація поверхні мембран.

Методи зміни хімічних і фізичних властивостей поверхонь полімерних мембран. Графтування поліетиленгліколю, плазмова та ультрафіолетова обробка, пошарове нанесення покриттів і хімічне осадження. Вплив модифікації на селективність, проникність, стійкість до окиснення та експлуатаційні характеристики мембран.

Тема 13. Композити з армованими волокнами.

Основи створення полімерних композиційних матеріалів, армованих макро- та нановолокнами. Види армувальних наповнювачів, зокрема біологічного походження (біофілери), їхня взаємодія з полімерною матрицею та вплив на міцність, жорсткість і довговічність композитів.

Тема 14. Полімери з ефектом пам’яті форми.

Принципи функціонування полімерів, здатних відновлювати початкову форму під впливом зовнішніх чинників. Одно- та двосторонній ефекти пам’яті форми, термічно- та магнітно-активовані полімери, зворотний ефект пам’яті форми та гідрогелі з ефектом пам’яті форми. Перспективи їхнього застосування в медицині, робототехніці та інтелектуальних матеріалах.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4		6	7
Розділ 1. Основи полімерної науки						
Разом за	24	10				14
Розділ 2. Синтез, структура та властивості полімерів						
Разом за	24	10				14
Розділ 3. Спеціалізовані функціональні полімери та композити						
	42	13				29
Усього годин	90	33				57

4. Теми курсових робіт.

Не передбачено навчальним планом

5. Завдання для самостійної роботи.

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Вивчення методів синтезу полімерів: полімеризації, іонної полімеризації та поліконденсації	9
2	Аналіз структурних особливостей лінійних, розгалужених, сітчастих і стереорегулярних полімерів	4

3	Опрацювання механізмів фотополімеризації та особливостей її практичного застосування	8
4	Вивчення методів синтезу функціональних полімерів, кополімеризації та графтування	8
5	Аналіз функціональних груп і хімічних реакцій, що використовуються для модифікації полімерів	5
6	Ознайомлення з методами синтезу, структурою та практичним застосуванням пористих координаційних полімерів	8
7	Аналіз структури, властивостей і сфер застосування армованих полімерних композитів	10
8	Опрацювання принципів ефекту пам'яті форми, видів функціональних полімерів та перспектив їх використання	5
	Разом	57

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання: лекції, консультації та підсумковий контроль у формі заліку відповідно до робочої програми дисципліни.

В умовах дії воєнного стану в Україні проведення навчальних занять відповідно до наказів університету може здійснюватися в дистанційному або змішаному форматі. У такому разі застосовуються такі форми організації освітнього процесу:

- Лекції проводяться в онлайн-режимі з використанням платформи Zoom.
- Консультації проводяться в аудиторному або дистанційному форматі з використанням платформ Zoom чи Google Meet.
- Підсумковий контроль (залік) здійснюється в аудиторному або дистанційному форматі з використанням платформи Zoom та системи управління навчанням LMS Moodle.
- Навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщується до початку занять на офіційному вебсайті факультету або в системі LMS Moodle, що забезпечує здобувачам освіти доступ до необхідних навчальних матеріалів.

8. Методи контролю

У процесі вивчення дисципліни передбачено поточний контроль успішності та семестровий підсумковий контроль. Поточний контроль здійснюється шляхом перевірки виконання домашніх завдань за відповідними розділами навчальної програми. Семестровий підсумковий контроль проводиться у формі заліку під час залікової сесії наприкінці семестру.

9. Схема нарахування балі1в

Підсумковий семестровий контроль в формі заліку з виконанням залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Залікова робота	Сума балів
Поточний контроль		Активна участь на заняттях		
Розділ 1 Т1 –Т4 Домашня робота	Розділ 2, 3 Т5-Т14 Домашня робота			
10	40	10	40	100

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Протягом семестру студент може отримати максимум 60 балів за виконання домашніх завдань (семестрова оцінка (S)). Домашні завдання передбачають засвоєння теоретичних основ полімерної науки, вивчення методів синтезу, структурних особливостей і властивостей функціональних полімерів, аналіз сучасних способів хімічної модифікації та функціоналізації полімерних матеріалів, а також ознайомлення з принципами сталого молекулярного дизайну й практичним застосуванням полімерних композитів.

За кожне домашнє завдання студент отримує оцінку, яка враховує повноту та правильність виконання завдання, самостійність роботи, розуміння теоретичного матеріалу, коректність використання наукових джерел, якість аналізу отриманої інформації, обґрунтованість висновків і відповідність оформлення роботи встановленим вимогам.

Оцінювання домашніх завдань здійснюється за десятибальною шкалою з кроком 1 бал. Кількість балів визначається відповідно до ступеня правильності, повноти та самостійності виконання завдання. Домашнє завдання вважається виконаним належним чином, якщо студент продемонстрував розуміння основних понять і закономірностей полімерної науки, здатність аналізувати структуру та властивості полімерів, пояснювати принципи їх синтезу й модифікації, а також формулювати обґрунтовані висновки.

Семестрова оцінка (S), виражена в балах за стобальною шкалою, визначається за результатами виконання домашніх завдань та активної участі на заняттях і становить максимум 60 балів. Порядок її обчислення встановлюється відповідно до кількості домашніх завдань, їхньої складності та прийнятої системи оцінювання.

Підсумковий контроль з навчальної дисципліни «Функціональні полімери» проводиться у формі залікової роботи. За результатами заліку студент може отримати максимум 40 балів (залікова оцінка (E)). Залікові завдання спрямовані на перевірку теоретичних знань з основ полімерної науки, методів синтезу та хімічної модифікації функціональних полімерів, особливостей їхньої структури й властивостей, принципів сталого молекулярного дизайну, а також розуміння особливостей створення та застосування спеціалізованих полімерів і композиційних матеріалів.

Залікова оцінка визначається залежно від повноти, правильності та обґрунтованості відповідей, розуміння основних теоретичних положень і здатності застосовувати набуті знання для аналізу властивостей, вибору методів синтезу, модифікації та практичного використання функціональних полімерів. У разі виявлення академічної недоброчесності під час заліку оцінювання здійснюється відповідно до чинних нормативних документів університету.

Підсумкова оцінка (P) з навчальної дисципліни «Функціональні полімери» визначається як сума семестрової оцінки (S) та залікової оцінки (E): $P = S + E$.

Максимальна підсумкова оцінка становить 100 балів. Отримана оцінка переводиться в оцінку за національною шкалою відповідно до затвердженої таблиці переведення балів.

У межах дисципліни застосовуються такі моделі використання ШІ:

1. Модель «ШІ заборонено».

Використання технологій штучного інтелекту не допускається під час виконання контрольних заходів, спрямованих на перевірку індивідуальних знань і сформованості компетентностей здобувача освіти, зокрема: усного опитування, модульних контрольних робіт, екзамену (заліку), якщо інше не визначено викладачем, інших видів оцінювання, для яких викладачем встановлено обмеження щодо використання ШІ.

2. Модель «ШІ як асистент».

Під час підготовки до практичних занять, виконання індивідуальних завдань, рефератів,

аналітичних оглядів та інших письмових робіт дозволяється використання ШІ для: пошуку та систематизації інформації, добору та первинного аналізу наукових джерел, пояснення складних понять, удосконалення структури тексту, перевірки граматики, стилю та оформлення, генерації ідей, плану роботи або прикладів.

Фінальний текст роботи, висновки, аналіз, інтерпретація результатів та прийняті рішення повинні бути самостійно підготовлені здобувачем освіти.

3. Модель «ШІ як інструмент».

Для окремих лабораторних, практичних, проєктних або дослідницьких робіт використання технологій штучного інтелекту може бути обов'язковою складовою виконання завдання. У таких випадках здобувачі освіти можуть використовувати генеративні моделі ШІ для: аналізу та підготовки даних, генерації, аналізу й оптимізації програмного коду, порівняння результатів роботи різних моделей ШІ, створення візуалізацій, схем або зображень, аналізу великих масивів даних. проведення експериментів із застосуванням сучасних інструментів штучного інтелекту.

Усі результати, отримані за допомогою ШІ, підлягають критичному аналізу, перевірці та доопрацюванню здобувачем освіти.

Декларування використання ШІ.

У разі використання технологій штучного інтелекту здобувач освіти зобов'язаний зазначити: назву сервісу або моделі ШІ; дату використання; характер допомоги (генерація ідей, пошук інформації, аналіз даних, генерація коду, редагування тексту тощо).

За вимогою викладача здобувач освіти повинен надати використані запити (prompts) або пояснити спосіб використання інструментів ШІ.

Недекларованe використання технологій штучного інтелекту або подання згенерованого ШІ матеріалу як власного результату навчальної діяльності розглядається як порушення принципів академічної доброчесності відповідно до внутрішніх нормативних документів Університету.

У випадку наявності неформальної освіти вказати платформи, назви курсів та кількість балів, що буде зарахована здобувачеві після успішного проходження відповідних курсів та надання відповідного документа (сертифікат, свідоцтво, тощо).

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

1. Functional Polymers. Mohammad Abu Jafar Mazumder, Heather Sheardown, Amir Al-Ahmed. Springer International Publishing. 2019. – P.1164.
2. An Introduction to Polymer Physics. Bower D.I.CUP.2002. – P.465.
3. Polymer chemistry: the basic concepts. Paul C. Hiemenz. 1984. M.Dekker – P.736.
4. Introduction to physical polymer science. L. H. Sperling. Wiley. 2006. – P.866.
5. The Physics of Polymers: Concepts for Understanding Their Structures and Behavior. Gert R. Strobl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2007. – P.524.

6. Fundamentals of Polymer Physics and Molecular Biophysics. Himadri B. Bohidar. Cambridge University Press. 2014. – P. 350.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. American Chemical Society (ACS) – навчальні матеріали з хімії полімерів, механізмів полімеризації, властивостей пластмас і переробки полімерних матеріалів.
https://www.acs.org/education.html
2. ACS Division of Polymeric Materials: Science and Engineering (PMSE) – освітні ресурси з полімерного матеріалознавства, синтезу, структури та властивостей полімерів.
https://pmsedivision.org/resources/
3. UNESCO/IUPAC Postgraduate Course in Polymer Science – лекційні матеріали з хімії полімерів, полімерних мембран, біорозкладних полімерів, морфології та функціональних матеріалів.
https://www.imc.cas.cz/events/unescoiupac/lectures
4. Royal Society of Chemistry (RSC) – наукові публікації та огляди щодо сучасних функціональних полімерів, полімерних композитів і перспективних матеріалів.
https://www.rsc.org/
5. University of Bologna – Functional Polymeric Materials – навчальна програма з проєктування функціональних полімерів, композитів, матеріалів із пам'яттю форми та сталого дизайну.
https://www.unibo.it/en/study/course-units-transferable-skills-moocs/course-unit-catalogue/course-unit/2026/531445

2. Відео-лекції та навчальні матеріали

1. IUPAC Polymer Videos – відеоматеріали з історії полімерної науки, розвитку полімерних матеріалів і їх практичного застосування.https://iupac.org/polymer-edu/polymer-videos/
2. Functional Polymers – Beilstein TV – відеолекція про синтез функціональних і «розумних» полімерів, властивості яких змінюються під впливом зовнішніх чинників. https://av.tib.eu/media/50326
3. Circularity of Polymers – Online Lectures – відеолекції з хімії полімерів, механізмів полімеризації, структури макромолекул, кристалічності та переробки полімерів. https://www.bipcircularityofpolymers.eu/online-lectures-as-introduction-to-polymer-chemistry-and-mechanics/
4. ACS – The World of Polymers and Plastics – інтерактивні навчальні матеріали, анімації та відео про полімеризацію, властивості пластмас, термопласти, термореактивні полімери й переробку.
https://www.acs.org/education/resources/undergraduate/chemistryincontext/interactives/world-of-polymers-and-plastics.html

3. Наукові та методичні матеріали

1. Advanced Functional Polymer Materials (Royal Society of Chemistry) – науковий огляд сучасних функціональних полімерів, зокрема електронних, біомедичних, мембранних полімерів і матеріалів із пам'яттю форми. Advanced Functional Polymer Materials
2. Materials Chemistry Education – Northeastern University – навчальні презентації та методичні матеріали з радикальної полімеризації, хімії полімерів і методів отримання полімерних матеріалів. Materials Chemistry Education
3. Polymer Science Resources – навчальні матеріали з екологічно сталих полімерів, їх переробки, деградації та впливу на навколишнє середовище. Polymer Science Resources