



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	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G1 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
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	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення 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 виробництв 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. <u>Основні питання:</u> Розгляд прикладів багатобічного розгляду властивостей матеріалів у наукових дослідженнях та технічних розробках.
2	Тема 2. Системи класифікації характерних методів досліджень полімерних композитів <u>Основні питання:</u> Поняття про взаємозв'язок фундаментальних та технічних властивостей композитів. Розгляд системи класифікації на прикладі ISO/TC 35/SC 9.
3	Тема 3. Практичне використання інфрачервоної спектроскопії <u>Основні питання:</u> 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.

4	Тема 4. Властивості поверхні полімерних композитів та їх компонентів <u>Основні питання:</u> Формування та природа поверхні компонентів композиційних матеріалів. Гідрофобізація та гідрофілізація, текстурування. Моніторинг властивостей поверхні
5	Тема 5. Атомно-силова мікроскопія <u>Основні питання:</u> Основні принципи методу атомно-силової мікроскопії. Режими одержання зображень, інтерпретація та фізичний зміст. Типи атомно-силової мікроскопії та особливості одержання топографічних зображень в залежності від чутливих систем.
6	Тема 6. Ядерний магнітний резонанс <u>Основні питання:</u> Фундаментальна основа явища ядерного магнітного резонансу та можливості розрізнення оточення атомів. Апаратне оформлення методу ЯМР. Використання методу в аналізі полімерів та композицій – основні можливості та переваги.
7	Тема 7. Методи визначення структурних параметрів матеріалів та композицій <u>Основні питання:</u> Основні параметри структури композитів. Густина, її види, вільний об'єм, пористість, типи. Види і типи мікроскопії, можливості характеристики поверхні. Метод рентгенівської томографії.
8	Тема 8. Методи визначення властивостей тонкошарових полімерних композитів <u>Основні питання:</u> Розгляд окремих характерних методів визначення технічних властивостей: денсиметрія, механічні властивості, адгезія, оптичні властивості та корозійна стійкість.
9	Тема 9. Масс-спектрометрія. <u>Основні питання:</u> Основні принципи методу та його апаратне оформлення. Можливості у дослідженні органічних речовин. Застосування у дослідженнях полімерів та композицій. Типи масс-спектрометрії та їх сучасні приклади застосування.
10	Тема 10. Механічні властивості композицій. <u>Основні питання:</u> Специфічні механічні властивості полімерних композицій, еластомерів, тонкошарових покриттів. Статичні та динамічні методи визначення міцності, твердості, еластичності. Комплексні механічні властивості.
11	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>

№ з/ п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Вступ.
2	Практична робота №1. Особливості кількісного аналізу ІЧ спектрів Основні питання заняття: Розгляд умов коректності кількісного ІЧ-аналізу (пробопідготовка, товщина та однорідність зразка, відтворюваність вимірювань), застосовність закону Бугера–Ламберта–Бера для полімерів і композитів, принципи вибору аналітичних смуг та робота з перекриттям піків. Побудова калібрувальних залежностей (зовнішній та внутрішній стандарт, метод стандартних добавок). Методи обробки спектрів (корекція базової лінії, нормування, інтегрування піків). Аналіз джерел похибок і елементи валідації результатів (лінійність, відтворюваність, межі виявлення та кількісного визначення).
3	Практична робота №2. Дослідження вмісту акриламід у гелевому матеріалі. Основні питання заняття: 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).
4	Практична робота №3. Якісний аналіз полімеру та компонентів композиції. Основні питання заняття: Розгляд алгоритму якісної ідентифікації полімерної матриці за ІЧ-спектром (характерні смуги функціональних груп, «відбитковий» діапазон), виявлення компонентів композиції (наповнювачі, пігменти, пластифікатори, стабілізатори) та критерії їх розпізнавання. Порівняння з бібліотечними спектрами та правила інтерпретації відповідності. Оцінка впливу наповнювачів і армування на форму спектра (розсіювання, дрейф базової лінії, перекриття смуг) та способи зменшення похибок інтерпретації. Узгодження висновків ІЧ-аналізу з даними інших методів (ТГА/ДСС/оптична мікроскопія) і формування обґрунтованого якісного висновку.
5	Практична робота №4. Кількісний аналіз композиційного матеріалу Основні питання заняття: Розгляд компонентів, що підлягають кількісному визначенню в композиційному матеріалі (полімерна матриця, наповнювач, леткі/волога, органічні добавки), та вибір методології аналізу. Інтерпретація ТГА-кривих для визначення масових часток (стадії терморозкладу, вибір температурних інтервалів, вплив атмосфери N_2/повітря та швидкості нагріву). Розрахунок складу за масовими втратами та перевірка матеріального балансу. Використання ІЧ-спектроскопії для кількісної оцінки за калібрувальними залежностями у випадках, коли це застосовно. Оформлення результатів (таблиця складу, похибка/невизначеність, критерії достовірності та відтворюваності).

6	Практична робота №5. Визначення вільного об'єму дисперсних матеріалів Основні питання заняття: Розгляд понять вільного об'єму, порожнистості та пористості для дисперсних матеріалів та їх фізичного змісту. Визначення насипної, ущільненої та істинної густини, вимоги до пробопідготовки та забезпечення відтворюваності (контроль вологості, режим ущільнення, повторні вимірювання). Розрахунок частки вільного об'єму за результатами вимірювань густин/об'ємів і аналіз факторів впливу (гранулометрія, форма частинок, агломерація, електростатичні ефекти). Інтерпретація практичного значення вільного об'єму для дозування, пакування, змішування та просочування композиційних матеріалів.
7	Практична робота №6. Розрахунок тиску ексфоціації Основні питання заняття: Розгляд сутності ексфоціації шаруватих наповнювачів у полімерних системах та критеріїв оцінювання ступеня розшарування. Фізична інтерпретація тиску ексфоціації як умови подолання міжшарових взаємодій та його зв'язок із міжфазними явищами, змочуванням і можливістю інтернакації. Визначення вихідних даних для розрахунку відповідно до прийнятої моделі (поверхнева/міжфазна енергія, геометричні параметри, інші необхідні величини) та порядок виконання розрахунку з контролем одиниць. Аналіз чутливості результату до ключових параметрів і формування висновку щодо узгодженості розрахованого тиску з технологічними режимами диспергування та змішування.
8	Практична робота №7. Розрахунок кута змочування Основні питання заняття: Розгляд визначення кута змочування та умов коректного встановлення рівноваги (чистота поверхні, шорсткість, однорідність, гістерезис контактного кута), вплив реальних факторів на результат вимірювання. Рівняння Юнга та фізичний зміст поверхневих і міжфазних натягів. Застосування моделей Вензеля та Кассі–Бакстера для шорстких або пористих поверхонь і критерії вибору моделі. Розрахункові підходи до оцінки поверхневої енергії твердого тіла за контактними кутами (зокрема підхід Оуенса–Вендта) та правила обробки експериментальних даних (усереднення, оцінка похибки, протокол вимірювань). Інтерпретація значення змочування для адгезії в системі матриця–наповнювач, змочування волокон і якості просочування композитів.
9	Модульна контрольна робота
10	Заключне заняття. Підведення підсумків.

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
		ь

		годин СРС
1	Тема 1. Класифікація методів хімічного аналізу полімерних композицій комплексний аналіз скласти таблицю класифікації методів та підібрати оптимальний набір методів для заданого типу композита	3
2	Тема 2. Властивості поверхні органічних та неорганічних матеріалів підготувати конспект ключових параметрів поверхні та факторів що визначають змочування адгезію і шорсткість	3
3	Тема 3. Методи визначення вільної енергії поверхні порівняти підходи розрахунку та описати алгоритм визначення поверхневої енергії за контактними кутами	3
4	Тема 4. Визначення розподілу частинок за розмірами методом лазерної спектроскопії підготувати інтерпретацію гранулометричних результатів та пояснити показники D10 D50 D90 і можливі похибки	3
5	Тема 5. Атомно-силова мікроскопія описати режими AFM та підготувати приклад аналізу топографії з визначенням параметрів шорсткості і характерних особливостей поверхні	3
6	Тема 6. Масс-спектрометрія скласти огляд придатних MS-підходів для полімерів і добавок та запропонувати схему ідентифікації невідомого компонента	3
7	Тема 7. Ядерно-магнітний резонанс підготувати короткий глосарій базових термінів та приклад інтерпретації ЯМР-даних для підтвердження структури полімеру або композита	3
8	Тема 8. Системи стандартів ISO/TC 35/SC 9 для тонкошарових композитів довговічність підготувати добірку релевантних стандартів та план випробувань довговічності тонкошарових композитів	3
9	Тема 9. Методи визначення густини порівняти методи визначення густини полімерів і композитів та описати порядок розрахунку і джерела похибок	3
10	Тема 10. Співставлення результатів аналізу та формулювання звіту про дослідження скласти структуру звіту та правила узгодження даних різних методів з формулюванням висновків і рекомендацій	3
11	Виконання та захист 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>

Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

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 – 6. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 6 балів * 7 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 – 0,5 бали; Правильність обробки даних та достовірність одержаного результату – 1 бали; Точність і акуратність оформлення протоколу – 0,5 бали. Захист лабораторної роботи (відповідь на 4 питання за змістом): 1 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 8 балів

За результатами індивідуальної співбесіди, яка складається з трьох уточнюючих питань – 10 балів.

Повна і вичерпна відповідь – 10 балів

Неточна, але в цілому правильна відповідь – 6-9 балів

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів

Критерії оцінювання РГР:

7-8 балів - безпомилкове виконання розрахункового завдання або розрахунок з деякими математичними похибками, та подання завдання на перевірку в день його проведення;

5-6 бали - 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;

3-4 бали - вірне виконання роботи після навідної допомоги викладача або оформлення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню, подання завдання на перевірку з затримкою у 1 заняття;

1-2 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.

Критерії оцінювання усного етапу РГР:

Повна і вичерпна відповідь – 10 балів

Неточна, але цілком правильна відповідь – 6-9 балів

Немає відповіді або неправильна відповідь – 0 балів

*У випадку отримання 0 балів за письмовий етап РГР студент має право попросити у викладача, що приймає РГР додаткову спробу, проте при цьому максимальний бал за письмовий етап зменшується вдвоє.

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) викладачем, 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).