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

Кафедра хімічної технології композиційних матеріалів

Основи технології нанокомпозитів

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	***перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*16 Хімічна та біоінженерія*
Спеціальність	*161 Хімічні технології та інженерія*
Освітня програма	*Хімічні технології неорганічних в'яжучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів*
Статус освітньої компоненти	*вибіркова*
Форма навчання	*змішана*
Рік підготовки, семестр	*Четвертий рік, семестр 7*
Обсяг освітньої компоненти	*4 кредити*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік*
Розклад занять	*Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практичні 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *д.т.н., проф. Свідерський Валентин Анатолійович, Svidersky.Valentin@lll.kpi.ua, xtkm@kpi.ua* Практичні: *асистент Баклан Денис Віталійович, d.baklan@kpi.ua,*
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjE5NjQyMjU1MDU3?cjc=sqihn4u

Програма освітньої компоненти

1. **Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчання та результати навчання**

Нанокомпозити стрімко перетворюються з виключно об'єктів фундаментальної та прикладної науки на реальні технологіні рішення. Використання нанорозмірних наповнювачів при малих концентраціях введення вже є достатньо ефективним як з експлуатаційної так і економічної точок зору для заміни традиційних підсилюючих, струмопровідних, бар'єрних матеріалів тощо. Безумовно, знання цих технологій та матеріалів є важливим для бакалавра з хімічних технологій та інженерії..

***Предмет освітньої компоненти**: ознайомлення з технологією нанокомпозитів, класифікацією наповнювачів, методів одержання та переробки нанокомпозитів з покращеними властивостями.*

***Метою** освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:*

- володіння класифікацією наноматеріалів та аспектами створення нанокомпозитів на їх основі.

- здатність обирати найбільш доречні типи нанорозмірних наповнювачів для рішення практичних задач створення нанокомпозитів, які працюють на міцність, стійкість до дії різних середовищ, температурну стійкість, електропровідність, тощо;

- здатність проектувати склади нанокомпозитів із заданими властивостями.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- наукових основ створення нанокомпозиційних матеріалів;
- класифікації нанорозмірних матеріалів та їх відповідних властивостей;
- основних технологічних принципів одержання нанокомпозицій;

уміння:

- здійснювати розрахунки певних властивостей нанокомпозитів;;

досвід:

здійснення обґрунтованого вибору нанорозмірних наповнювачів для використання в складі цільових нанокомпозитів.

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

Попередні умови, необхідні для вивчення освітньої компоненти:

Загальна та неорганічна хімія	Основні поняття і закони хімії. Будова атома. Періодичний закон. Хімічній 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-, гідроксивмісні, сульфур- та оксовмісні сполуки. Нітрогенвмісні 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 освітньої компоненти

Тема 1 . Загальні уявлення про нанокомпозиційні матеріали

Вступ. Основні риси нанокомпозитів. Нанорозмірний наповнювач і матриця – загальні принципи вибору та сумісності.

Тема 2. Класифікація нанорозмірних наповнювачів

Основні типи нанооб'єктів в наукових дослідженнях, практиці та технології. Стан та перспективи впровадження

Тема 3. Монтмориллонітові наповнювачі.

Монтморилонітові глини. Структура поверхні та геометрія частинок, особливості конфігурації. Процеси інтеркаляції та ексфоліації.Тема 4. Методи визначення адсорбційних властивостей полімерних композицій та наповнювачів

Тема 4. Графен та лускунки графену

Властивості та одержання графенових лускунок. Особливості молекулярної організації графенового шару. Технологія виробництва графенових лускунок та їх суміщення з полімерними матрицями

Тема 5. Вуглецеві нанотрубки

Класифікація вуглецевих нанотрубок за особливостями структури. Одно та мультишарові нанотрубки: одержання, властивості (електропровідність, міцність та ін.), особливості введення нанотрубок до складу полімерних композицій. Існуючі технологічні рішення, обладнання, доцільність.

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. *Singh N. B. Nanocomposites / Singh., 2022. – 514 p. – (1).*
2. *Gupta R. K. One-Dimensional Polymeric Nanocomposites Synthesis to Emerging Applications / R. K. Gupta, T. A. Nguyen., 2023. – 524 p.*
3. *Abdellaoui, H., Sanjay, M. R., & Siengchin, S. (Eds.). (2023). Mechanics of Nanomaterials and Polymer Nanocomposites. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2352-6*

Допоміжна

4. *Giuliana Gorrasi. (2018). Polymer Nanocomposites / MDPI. P. 232. https://doi.org/10.3390/books978-3-03897-327-0*
5. *Wang, X. (2014). Nanocomposites. Nova Science Pub Incorporated. ISBN: 978-1-62948-226-2*

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* 2acj5tt.

Навчальний контент

4. Методика опанування освітньої компоненти (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читані 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.

№	Дата	Опис заняття
1	Перший тиждень	Вступ. Основні поняття технології нанокомпозиційних матеріалів.
2	Другий тиждень	Методи одержання та дослідження наносистем.
3	Третій тиждень	Класифікація нанорозмірних наповнювачів
4	Четвертий тиждень	Монтморилонітові глини. Структура поверхні та геометрія частинок, особливості конфігурації.
5	П'ятий тиждень	Процеси інтеркаляції та ексфоліації.
6	Шостий тиждень	Графенові лускунки.
7	Сьомий тиждень	Властивості та основні методи одержання наповнювачів
8	Восьмий тиждень	Вуглецеві нанотрубки.
9	Дев'ятий тиждень	Класифікація нанотрубок та застосування комп'ютаційних хімічних методів до симуляції властивостей поверхні
10	Десятий тиждень	Вуглецеві нанотрубки в складі композиційних матеріалів.
11	Одинадцятий тиждень	Одношарові та мультишарові нанотрубки.
12	Двонадцятий тиждень	Сучасні методи отримання вуглецевих нанотрубок.
13	Тринадцятий тиждень	Синтез в аргоновій дузі, геотермальний синтез.
14	Чотирнадцятий тиждень	Морфологічні та механічні властивості вуглецевих нановолокон.
15	П'ятнадцятий тиждень	Способи одержання.
16	Шістнадцятий тиждень	Принципи підвищення сумісності компонентів нанокомпозитів.

17	*Сімнадцятий тиждень*	*Вибір матриці, компатибілізаторів, методи введення нанонаповнювачів в матрицю.*
18	*Вісімнадцятий тиждень*	*Залік*

Практичні заняття

Метою циклу практичних занять є одержання досвіду та навичок здіснення досліджень та розрахунків в сфері нанокомпозитів, включаючи загальний підхід до розрахунків та зміни властивостей матеріалів.

№	**Дата**	**Опис заняття**	**Години**
1	*Перший тиждень*	*Установче заняття (знайомство з системою оцінювання, літературою, рекомендованими способами пошуку інформації).*	*2*
2	*Другий тиждень*	*Розрахунок впливу текстури поверхні на водовідштовхувальну здатність. Пояснення*	*2*
3	*Третій тиждень*	*Розрахунок впливу текстури поверхні на водовідштовхувальну здатність. Виконання індивідуального завдання*	*2*
4	*Четвертий тиждень*	*Розрахунок впливу наповнювачів на проникність композитів. Пояснення*	*2*
5	*П'ятий тиждень*	*Розрахунок впливу наповнювачів на проникність композитів. Виконання індивідуального завдання*	*2*
6	*Шостий тиждень*	*Розрахунок тиску ексфоліації. Пояснення*	*2*
7	*Сьомий тиждень*	*Розрахунок тиску ексфоліації. Виконання індивідуального завдання*	*2*
8	*Восьмий тиждень*	*Видача завдання до ДКР та пояснення до виконання*	*2*
9	*Дев'ятий тиждень*	*Обгрунтування вибору нанорозмірної добавки для покращення властивостей (досягнення цільових властивостей) нанокомпозиту.*	*2*
10	*Десятий тиждень*	*Розрахунки параметрів нанорозмірних матеріалів: міжфазна сумісність (модель ВанОсса)*	*2*

11	*Одинадцятий тиждень*	*Специфічні синтези нанокомпозиційних матеріалів (Золь-гель синтез Стобера)*	*2*
12	*Двонадцятий тиждень*	*Специфічні синтези нанокомпозиційних матеріалів (одержання плівок Ленгмюра-Блоджет)*	*2*
13	*Тринадцятий тиждень*	*Здача ДКР*	*2*
14	*Чотирнадцятий тиждень*	*Захист ДКР*	*2*
15	*П'ятнадцятий тиждень*	*Захист ДКР*	*2*
16	*Шістнадцятий тиждень*	*Модульна контрольна робота Теоретична частина*	*2*
17	*Сімнадцятий тиждень*	*Модульна контрольна робота Практична частина*	*2*
18	*Вісімнадцятий тиждень*	*Підсумкове заняття*	*2*

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	*70 годин*
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	*10 годин*
Підготовка до заліку	*4 годин*

Політика та контроль

6. Політика освітньої компоненти (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 зарахування практичних занять:

1. *На практичних заняттях студенти повинні брати активну участь в проведенні розрахунків за шаблоном викладача.*
2. *Результати розрахунків зараховуються на цьому ж занятті.*
3. *Несвоєчасне виконання практичних завдань без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.*

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. *Несвоєчасне виконання практиних розрахунків без поважної причини штрафується 1 балом;*
2. *За модернізацію розрахунків нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;*
3. *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 (РСО)

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.*
2. *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
3. *Семестровий контроль: Залік.*

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з освітньої компоненти складається з балів, що він отримує за:

1) Роботу на практичних заняттях;
2) Модульну контрольну роботу;
3) Домашню контрольну роботу;

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Практичне заняття оцінюються в 3 балів:

Здана робота 3 б.
*Максимальна кількість балів за практичне заняття становить 6*3=24*

2.2. Домашня контрольна робота оцінюються в 32 балів:

Критерії оцінювання ДКР:

Оцінка складається з двох частин:

Виконана робота – 20 б.

Критерії оцінювання підготовки ДКР:

1) написання курсової роботи у відповідності до календарного плану, з використанням новітніх досягнень – 15-20 балів;

2) написання курсової роботи у відповідності до календарного плану, з використанням технічної літератури (дата видання більше 10 років) – 9-14 бали;

3) написання курсової роботи у відповідності до календарного плану використанням новітніх досягнень, але з відхиленням від вимог – 5-9 балів;

4) написання курсової роботи, з відхиленням від вимог та затримкою у календарному плані – 1-4 балів.

Захист, що включає у себе коротку презентацію (15 б) та відповідь на 1 питання (7 б.) – 22 б.

Презентація

1) виразна змістовна доповідь за темою роботи у відповідності до списку термінів захисту – 14-15 балів;

2) виразна змістовна доповідь (з деякими неточностями) за темою роботи у відповідності до списку термінів захисту – 11-13 балів;

3) виразна змістовна доповідь за темою роботи з затримкою по списку термінів захисту – 9-10 бали;

4) виразна змістовна доповідь (з деякими неточностями) за темою роботи з затримкою по списку термінів захисту – 6-8 балів;

5) схематична доповідь з наведенням лише деяких основних положень за темою роботи у відповідності до списку термінів захисту – 3-5 балів;

6) схематична доповідь з наведенням лише деяких основних положень за темою роботи з затримкою по списку термінів захисту – 0-3 бали.

Критерії оцінювання відповіді на поставлене запитання:

1) за правильну і повну відповідь – 7 балів;

2) правильну, але неповну відповідь – 5-6;

3) схематичну відповідь – 3-4 бали;

4) наведення лише окремих положень – 1-2 балів;

5) відповідь відсутня – 0 балів.

2.3. Модульна контрольна робота оцінюються в 40 балів, і складається з двох частин теоретичної та практичної.

Теоретична частина складається з 2 запитань на які надається розгорнута відповідь.

Кожне теоретичне питання МКР оцінюється за 10-бальною шкалою:

– повністю правильна відповідь – 9-10 балів;

– вцілому правильна відповідь – 5-8 бали;

– відповідь зі значними недоліками – 3-4 бали;

–неправильна відповідь – 0-2 бали;

Практична частина складається з 3 тестових питань (варіанти відповідей) та 2 задач на розрахунки. Кожне практичне питання оцінюється у 4 б. Всього за практичну частину 20 б.

2.4. ***Розрахунок шкали (R) рейтингу:***

Рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума балів поточної успішності навчання

$r_C = r_{пр} + r_{мкр} + r_{дкр}$ *:*

$r_C = 3*6 + 40 + 42 = 100$ ***балів***

Розмір шкали рейтингу RD = 100

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови захисту всіх лабораторних робіт, МКР та ДКР переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.5). Якщо сума балів менша за 60, але захищені всі лабораторні роботи, виконані МКР та ДКР студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі підсумкова оцінка є сумою балів за залікову контрольну роботу та балів набраних протягом семестру за МКР ця сума переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею п. 5.

Залікова контрольна робота оцінюється в 50 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань.

Кожне запитання оцінюється в 25 балів за такими критеріями:

– «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 25 - 20 балів;

- *«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 20…15 балів;*
- *«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації. що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 15…5 балів;*

– «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

5. Здобувач ВО, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі всі бали набрані протягом семестру анулюються, остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та за МКР і ДКР.

6. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею

Кількість балів	*Оцінка*
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*

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено

д.т.н., проф. Свідерським В.А. кафедри хімічної технології композиційних матеріалів та асистентом Баклан Д.В. кафедри хімічної технології композиційних матеріалів

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 25 травня 2023 р.).

Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 22 від 20.06.2023 р.).