

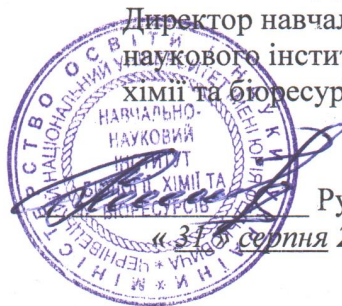
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
(назва інституту)

Кафедра хімії та експертизи харчової продукції
(назва кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-
наукового інституту біології,
хімії та біоресурсів



Руслан БЕСПАЛЬКО

«31» серпня 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Дизайн нових фоточутливих матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

**Освітньо-професійна
програма**

«Хімія»

(вказати назву ОПП)

Спеціальність

ЕЗ «Хімія»

(вказати: код, назва)

Галузь знань

Е «Природничі науки, математика та статистика»

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання

українська

(вказати: якою мовою читається дисципліна)

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Дизайн нових фоточутливих матеріалів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія».

Розробники: Кобаса Ігор Михайлович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н, професор

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладачі: Кобаса Ігор Михайлович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н, професор

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Погоджено з гарантом ОП

Копач

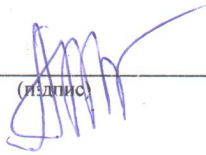
Олег КОПАЧ

Затверджено на засіданні
кафедри

хімії та експертизи харчової продукції

Протокол № 1 від 27 серпня 2026 року

Завідувач кафедри


(підпис)

Анастасія САЧКО

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою Навчально-науковий інституту біології, хімії та навчально-наукового інституту біоресурсів

Протокол № 1 від 31 серпня 2026 року

Голова методичної ради


(підпис)

Галина МОСКАЛИК

(прізвище та ініціали)

Анотація

Навчальна дисципліна «Дизайн нових фоточутливих матеріалів» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти рівня магістра системного розуміння сучасних підходів до створення, модифікації та дослідження фоточутливих матеріалів різного функціонального призначення. Дисципліна охоплює основи фотохімії та фотофізики, принципи взаємодії світла з молекулярними, наноструктурованими та композитними матеріалами, а також закономірності формування їх оптичних, електронних, фотокаталітичних і сенсорних властивостей. Особлива увага приділяється молекулярному дизайну фоточутливих сполук, сенсibilізації напівпровідників, створенню органо-неорганічних гібридних матеріалів, нанокомпозитів та фотокаталітичних систем, а також встановленню взаємозв'язку між будовою, складом, структурою та функціональними властивостями матеріалів. Розглядаються сучасні методи синтезу, модифікації та фізико-хімічної характеристики фоточутливих систем, принципи керування спектральною чутливістю та ефективністю перетворення світлової енергії. Вивчення дисципліни сприяє формуванню здатності проєктувати нові фоточутливі матеріали із заданими властивостями, обґрунтовувати вибір компонентів і методів їх одержання, аналізувати експериментальні результати та оцінювати перспективи практичного застосування таких матеріалів у фотокаталізі, сенсоріці, оптоелектроніці, енергетиці, екологічних технологіях та інших сучасних галузях хімії й матеріалознавства.

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів освіти системних знань і практичних компетентностей у галузі молекулярного та матеріалознавчого дизайну фоточутливих матеріалів, розуміння взаємозв'язку між їхньою будовою, складом, структурою, оптичними та фотофізичними властивостями, а також набуття здатності обґрунтовано проєктувати, одержувати й характеризувати нові фоточутливі системи із заданими функціональними характеристиками для застосування у фотокаталізі, сенсоріці, оптоелектроніці, енергетиці та екологічних технологіях.

Пререквізити

Для успішного опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні володіти базовими та поглибленими знаннями з таких навчальних дисциплін: «Загальна та неорганічна хімія» (основи будови речовини, хімічний зв'язок, властивості неорганічних сполук і матеріалів), «Органічна хімія» (будова, властивості та реакційна здатність органічних сполук, зокрема спряжених та ароматичних систем), «Фізична хімія» (термодинаміка, кінетика, хімічна рівновага, електрохімічні та поверхневі явища), «Квантова хімія та будова речовини» (електронна будова атомів і молекул, молекулярні орбіталі, енергетичні рівні та електронні переходи), «Фізика та оптика» (властивості електромагнітного випромінювання, спектр світла, поглинання та випромінювання, основи взаємодії світла з речовиною), «Аналітична хімія та сучасні методи аналізу» (основи спектроскопічних, дифракційних та інших фізико-хімічних методів дослідження речовин і матеріалів), «Хімія високомолекулярних сполук і матеріалознавство» (базові уявлення про полімерні, композитні та наноструктуровані матеріали). Необхідним є також володіння базовими навичками роботи з науковою літературою, аналізу експериментальних даних, побудови та інтерпретації спектральних залежностей і використання сучасних інформаційних ресурсів.

Результати навчання

Відповідно до ОПП «Хімія», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності:

- **ЗК 2.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- **ЗК 4.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК 6.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- **ЗК 7.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- **ЗК 14.** Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

- **ФК 2.** Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.
- **ФК 5.** Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.
- **ФК 6.** Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.
- **ФК 8.** Здатність формувати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.
- **ФК 9.** Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.
- **ФК 11.** Здатність характеризувати досягнення хімічної науки та сучасний стан хімічного виробництва, їх ролі у житті суспільства.

Вивчення даної навчальної дисципліни забезпечує досягнення здобувачем наступних ***програмних результатів навчання:***

- **ПРН 1.** Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.
- **ПРН 2.** Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються хімії наночастинок та хімії твердого тіла, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.
- **ПРН 3.** Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.
- **ПРН 5.** Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.
- **ПРН 10.** Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.
- **ПРН 13.** Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.
- **ПРН 14.** Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.
- **ПРН 16.** Вміти синтезувати та досліджувати наноматеріали різних класів. Знати особливості поводження з ними.

У результаті вивчення даної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

знати:

- основні принципи фотохімії, фотофізики та взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною;
- сучасні підходи до молекулярного та матеріалознавчого дизайну фоточутливих матеріалів;
- закономірності взаємозв'язку між хімічною будовою, структурою, складом та фотофізичними й фотохімічними властивостями матеріалів;
- основні класи органічних, неорганічних, напівпровідникових, наноструктурованих та органо-неорганічних фоточутливих матеріалів;
- принципи сенсibiлізації напівпровідників і перенесення заряду у фоточутливих системах;
- сучасні методи синтезу, модифікації та характеристики фоточутливих матеріалів;
- основні напрями практичного застосування фоточутливих матеріалів у фотокаталізі, сенсоріці, оптоелектроніці, енергетиці та екологічних технологіях.

вміти:

- аналізувати та прогнозувати вплив хімічної будови й структурних характеристик матеріалів на їхні фоточутливі властивості;
- обґрунтовано вибирати компоненти та підходи для створення фоточутливих матеріалів із заданими характеристиками;
- застосовувати сучасні методи синтезу, модифікації та дослідження фоточутливих систем;
- інтерпретувати результати спектроскопічних, структурних, електрохімічних та фотохімічних досліджень;
- оцінювати ефективність поглинання світла, генерації та перенесення фотоіндукованих носіїв заряду;
- встановлювати взаємозв'язок між складом, структурою та функціональними властивостями фоточутливих матеріалів;
- використовувати наукову літературу та сучасні інформаційні ресурси для пошуку й критичного аналізу інформації;
- формулювати обґрунтовані пропозиції щодо вдосконалення існуючих та розроблення нових фоточутливих матеріалів;
- презентувати та аргументовано обговорювати результати досліджень у галузі фотохімії та сучасного матеріалознавства.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни
Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни: «Дизайн нових фоточутливих матеріалів»												
Форма навчання	рік підготовки	семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	2	3	3	90	2	14	-	-	16	60	-	Залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Теми та план лекційних занять	Змістовий модуль 1. Фундаментальні принципи та молекулярний дизайн фоточутливих матеріалів					
Тема 1. Фоточутливі матеріали: основи фотохімії, фотофізики та сучасні концепції дизайну. Природа світла, поглинання випромінювання, електронні збуджені стани, фотохімічні та фотофізичні процеси, основні класи фоточутливих матеріалів.	13	2	-	2	-	9

Тема 2. Молекулярний дизайн органічних фоточутливих сполук. Вплив молекулярної будови, π -спряження, функціональних груп і замісників на спектральні та фотофізичні властивості; органічні барвники, поліметини та сенсibilізатори.	13	2	-	2	-	9
Тема 3. Напівпровідникові фоточутливі матеріали та керування їх електронними властивостями. Енергетична структура напівпровідників, зонна теорія, генерація електрон-діркових пар, рекомбінація та перенесення заряду; TiO_2 , ZnO та інші перспективні фотоматеріали.	13	2	-	2	-	9
Тема 4. Сенсibilізація та гетероструктурний дизайн фоточутливих матеріалів. Механізми сенсibilізації напівпровідників органічними барвниками, формування гетеропереходів, міжфазний перенос заряду та способи розширення спектральної області фоточутливості.	13	2	-	2	-	9
Разом за ЗМ1	52	8	-	8	-	36
Теми та план лекційних занять	Змістовий модуль 2. Сучасні фоточутливі матеріали: синтез, дослідження та функціональне застосування					
Тема 5. Наноструктуровані, композитні та органо-неорганічні фоточутливі матеріали. Наночастинки, нанокompозити, гібридні системи, поверхнева модифікація та функціоналізація; вплив розміру, морфології, дефектів і поверхневих властивостей на фоточутливість.	12	2	-	2	-	8
Тема 6. Методи дослідження та оцінювання фоточутливих матеріалів. UV-Vis, люмінесцентна та раманівська спектроскопія, XRD, електрохімічні методи, визначення енергетичних параметрів, кінетика фотопроцесів та оцінювання фотокаталітичної активності.	13	2	-	3	-	8
Тема 7. Дизайн фоточутливих матеріалів із заданими функціональними властивостями та перспективи їх застосування. Стратегії оптимізації складу і структури, прогнозування властивостей, фотокаталіз, сенсорика, сонячна енергетика, оптоелектроніка, екологічні технології та сучасні перспективи розвитку фоточутливих матеріалів.	13	2	-	3	-	8
Разом за ЗМ 2	38	6	-	8	-	24
Усього годин	90	14	-	16	-	60

Тематика та зміст лабораторних занять

№ з/п	Назва теми (завдання)
1	Дослідження спектральних характеристик органічних фоточутливих сполук методом UV–Vis спектроскопії. Визначення спектрів поглинання, положення максимумів, оптичної ширини смуги та впливу будови молекул на спектральні властивості.
2	Дослідження фотофізичних властивостей фоточутливих сполук методом флуоресцентної спектроскопії. Визначення спектрів люмінесценції, аналіз процесів збудження та релаксації, оцінювання ефективності випромінювальних переходів.
3	Синтез та спектральне дослідження органічного фотосенсибілізатора. Одержання модельного фоточутливого барвника та встановлення взаємозв'язку між його молекулярною будовою і оптичними властивостями.
4	Отримання та дослідження нанодисперсного TiO_2 як фоточутливого напівпровідникового матеріалу. Характеристика оптичних властивостей, фазового складу та особливостей поверхні нанодисперсного TiO_2 .
5	Сенсибілізація TiO_2 органічним барвником та дослідження зміни його фоточутливості. Вивчення взаємодії напівпровідника з барвником, зміни спектра поглинання та розширення області спектральної чутливості.
6	Дослідження фотокаталітичної активності фоточутливих матеріалів. Визначення кінетики фотокаталітичного розкладання модельного органічного забруднювача та оцінювання ефективності фотокаталізатора.
7	Дослідження фотоіндукованих процесів перенесення заряду у фоточутливих матеріалах. Аналіз процесів генерації, перенесення та рекомбінації електронно-діркових пар; оцінювання ролі дефектів, поверхні та гетеропереходів.
8	Комплексне дослідження та дизайн фоточутливого композитного матеріалу із заданими властивостями. Розроблення складу та структури матеріалу, експериментальне визначення його основних характеристик, аналіз отриманих результатів і формулювання рекомендацій щодо оптимізації.

Зміст завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назви тем
1	Основні принципи фотохімії та фотофізики фоточутливих матеріалів. Опрацювання механізмів поглинання світла, електронного збудження, релаксації та фотохімічних перетворень.
2	Сучасні класи та класифікація фоточутливих матеріалів. Аналіз органічних, неорганічних, напівпровідникових, полімерних, наноструктурованих та органо-неорганічних фоточутливих систем.
3	Молекулярний дизайн органічних фотосенсибілізаторів. Вивчення впливу хімічної будови, π -спряження, донорно-акцепторних властивостей і замісників на фоточутливість.
4	Поліметинові барвники як перспективні фоточутливі матеріали. Аналіз особливостей будови, спектральних характеристик та практичного застосування поліметинових сполук.
5	Фоточутливі напівпровідники: будова та електронні властивості. Дослідження зонної структури, ширини забороненої зони, електронно-діркових пар та механізмів перенесення заряду.
6	Діоксид титану як базовий фотокаталітичний матеріал. Аналіз поліморфних модифікацій TiO_2 , морфології, дефектної структури та чинників, що визначають його фотокаталітичну активність.
7	Сенсибілізація напівпровідників органічними барвниками. Механізми перенесення електронів від збудженого барвника до напівпровідника та способи розширення спектральної чутливості.
8	Гетероструктури та гетеропереходи у фоточутливих матеріалах. Принципи

	формування гетероструктур і їх роль у розділенні та ефективному перенесенні фотоіндукованих носіїв заряду.
9	Наноструктурування та поверхнева модифікація фоточутливих матеріалів. Вплив розміру наночастинок, морфології, питомої поверхні та поверхневих дефектів на функціональні властивості.
10	Органо-неорганічні гібридні та композитні фоточутливі матеріали. Сучасні підходи до поєднання органічних і неорганічних компонентів для отримання матеріалів із покращеними фоточутливими характеристиками.
11	Спектроскопічні методи дослідження фоточутливих матеріалів. UV–Vis, флуоресцентна, ІЧ- та раманівська спектроскопія: можливості методів та інтерпретація експериментальних даних.
12	Дифракційні та структурні методи характеризації фоточутливих матеріалів. Застосування XRD та інших методів для визначення фазового складу, кристалічності та структурних характеристик.
13	Механізми утворення активних форм кисню у фотокаталітичних системах. Роль електронів, дірок, $\bullet\text{OH}$, $\text{O}_2\bullet^-$ та інших реакційноздатних частинок у фотокаталітичних процесах.
14	Фоточутливі матеріали для екологічних і енергетичних технологій. Застосування фотоматеріалів для очищення води та повітря, деградації органічних забруднювачів, одержання водню та перетворення сонячної енергії.
15	Сучасні стратегії дизайну фоточутливих матеріалів із заданими властивостями. Аналіз сучасних наукових публікацій, вибір складу та структури матеріалу, прогнозування його оптичних і фотокаталітичних характеристик та обґрунтування перспектив практичного застосування.

Контроль виконання та оцінювання завдань, винесених на самостійне опрацювання, проводиться в процесі вивчення тем кожного змістовного модуля.

Методи навчання

Для викладання матеріалів з навчальної дисципліни «Дизайн нових фоточутливих матеріалів» використовуються наступні методи навчання.

Словесні методи навчання. Навчальна лекція

За допомогою цього методу забезпечується усне викладення матеріалу. В ході лекції використовуються прийоми усного викладення інформації, підтримання уваги протягом тривалого часу, активізації мислення здобувачів вищої освіти, прийоми забезпечення логічного запам'ятовування, переконання, аргументації, доказів, систематизації й узагальнення.

Індуктивний метод навчання

Цей метод навчання використовується в рамках лекційних занять, коли матеріал носить, здебільшого, фактичний характер. У рамках лабораторних занять метод застосовується при виконанні лабораторних робіт, коли здобувачі використовують раніше здобуті теоретичні знання.

Репродуктивний метод навчання

Метод навчання використовується в рамках лекційних і лабораторних занять, а також під час самостійної роботи. Метод передбачає роботу здобувачів за визначеним алгоритмом. Згідно з методом для виконання завдань здобувачам вищої освіти надаються методичні вказівки, правила.

Проблемно-пошукові методи навчання

Проблемно-пошукові методи застосовуються в ході проблемного навчання, а саме в процесі виконання лабораторних робіт та індивідуальних науково-дослідних завдань. Варто зауважити, що під проблемною ситуацією треба вважати невідповідність між тим, що вивчається та вже вивченим. За

використання проблемно-пошукових методів навчання викладач використовує такі прийоми: створює проблемну ситуацію (ставить питання, пропонує задачу, експериментальне завдання), організовує колективне обговорення можливих підходів до вирішення проблемної ситуації, стимулює висунення гіпотез, тощо. Здобувачі роблять припущення про шляхи вирішення проблемної ситуації, узагальнюють раніше набуті знання, виявляють причини явищ, пояснюють їхнє походження, вибирають найбільш раціональний варіант вирішення проблемної ситуації. Викладач обов'язково керує цим процесом на всіх етапах, а також за допомогою запитань-підказок. Також цей метод використовується під час опрацювання матеріалів у системі дистанційної освіти «Moodle».

Наочний метод навчання

Наочний метод достатньо важливий для здобувачів, оскільки забезпечує візуальне подання навчального матеріалу, зокрема, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. При викладанні дисципліни наочний метод навчання поєднується зі словесними методами для представлення інформації у вигляді таблиць, рисунків, схем та діаграм.

Система контролю та оцінювання

У процесі вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні **методи контролю навчальних досягнень здобувачів вищої освіти**:

- ✓ усний контроль (в ході опитування, бесіди);
- ✓ письмовий контроль (контрольна робота в письмовій формі);
- ✓ комбінований контроль;
- ✓ тестовий контроль;
- ✓ лабораторний контроль (захист лабораторних робіт).

Формою підсумкового контролю є залік.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни на поточному та підсумковому контролі

Розподіл балів, які отримує студент

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)							Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			30	100
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7		
10	10	10	10	10	10	10		

Підсумкова оцінка, як показник результатів вивчення навчальної дисципліни, складається із сумарної кількості балів за поточне оцінювання – **70 балів** та підсумкового модуль-контролю (екзамену) – **30 балів**, за **100-бальною університетською шкалою**, яка переводиться відповідно у національну шкалу («незадовільно», «задовільно», «добре», «відмінно») та шкалою європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС) (F, FX, E, D, C, B, A).

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

**Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень студентів з
дисципліни «Дизайн нових фоточутливих матеріалів»**

1. Що таке фоточутливий матеріал і які основні критерії визначають його фоточутливість?
2. Які основні фотофізичні та фотохімічні процеси відбуваються після поглинання речовиною електромагнітного випромінювання?
3. Як молекулярна будова та π -електронна спряженість впливають на спектральні й фоточутливі властивості органічних сполук?
4. Які основні принципи молекулярного дизайну органічних фотосенсибілізаторів?
5. Яку роль відіграють донорно-акцепторні групи у формуванні оптичних і електронних властивостей фоточутливих молекул?
6. Які основні класи органічних фоточутливих сполук використовують у сучасних фотохімічних і фотокаталітичних системах?
7. У чому полягають особливості поліметинових барвників як перспективних фоточутливих матеріалів?
8. Що таке ширина забороненої зони напівпровідника та як вона визначає область його фоточутливості?
9. Які процеси відбуваються під час генерації, перенесення та рекомбінації фотоіндукованих електронно-діркових пар?
10. Чому TiO_2 широко застосовується як фотокаталітичний матеріал і які фактори визначають його фотокаталітичну активність?
11. Який вплив мають анатаз, рутил та їх співвідношення на властивості фоточутливих матеріалів на основі TiO_2 ?
12. Що таке сенсибілізація напівпровідника органічним барвником і який механізм перенесення заряду при цьому реалізується?
13. Яку роль відіграють гетеропереходи та гетероструктури у підвищенні ефективності фоточутливих матеріалів?
14. Як розмір частинок, морфологія, питома поверхня та дефектна структура наноматеріалів впливають на їх фоточутливість?
15. Які переваги мають органо-неорганічні гібридні та композитні фоточутливі матеріали порівняно з окремими компонентами?
16. Які можливості UV–Vis та люмінесцентної спектроскопії для дослідження фоточутливих матеріалів?
17. Яку інформацію про структуру та фазовий склад фоточутливих матеріалів можна отримати методом рентгенівської дифракції (XRD)?
18. Які активні форми кисню утворюються у фотокаталітичних системах та яку роль вони відіграють у перетворенні органічних речовин?
19. Які основні напрями практичного застосування сучасних фоточутливих матеріалів у фотокаталізі, сенсоріці, енергетиці, оптоелектроніці та екологічних технологіях?
20. Які основні етапи необхідно враховувати під час проєктування нового фоточутливого матеріалу із заданими функціональними властивостями?

Зарахування результатів неформальної освіти Якщо здобувач освіти отримав знання окрім формальної освіти у неформальній/інформальній освіті, зарахування результатів навчання здійснюється згідно положення «Порядок визнання у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти» та рішення кафедри (на основі аргументування викладача, що тематика семінарів, вебінарів, воркшопів, тренінгів, у яких взяв участь студент підтверджується сертифікатом, програмою, а також відповідає змісту навчальної дисципліни (окремій темі або змістовому модулю тощо) та / або інформальної освіти з проблем, які відповідають тематиці курсу.

<https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/poriadok-vyznannia-uchernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha-rezultativ-navchanniazdobutykh-shliakhom-neformalnoi-taabo-informalnoi-osvity/>

Рекомендована література

Основна

1. Mani S. S., Rajendran S., Mathew T., Gopinath C. S. A review on the recent advances in the design and structure–activity relationship of TiO₂-based photocatalysts for solar hydrogen production // *Energy Advances*. 2024. Vol.3. P.1472–1504.
2. Tee S. Y., Kong J., Koh J. J. et al. Structurally and surficially activated TiO₂ nanomaterials for photochemical reactions // *Nanoscale*. 2024. Vol.16. P.18165–18212.
3. Nestoros E., Sharma A., Kim E. et al. Smart molecular designs and applications of activatable organic photosensitizers // *Nature Reviews Chemistry*. 2025. Vol.9. P.46–60.
4. Kulkarni S. N., Nath R. R., Alkanad K. et al. Recent trends in TiO₂ focused S-scheme heterojunctions for photocatalytic innovations: A comprehensive analysis // *Journal of Alloys and Compounds*. 2025. Vol. 1016. Article 178876.
5. Ahasan T., Edirisooriya E. M. N. T., Senanayake P. S., Xu P., Wang H. Advanced TiO₂-based photocatalytic systems for water splitting: Comprehensive review from fundamentals to manufacturing // *Molecules*. 2025. Vol.30, No.5. Article 1127.
6. Zhuang J., Tang Y., Zhu Y. et al. Molecular design for high-performance organic photosensitizers // *Nature Reviews Materials*. 2026. Vol.11. P.701–716.
7. Mani S. S., Rajendran S., Mathew T., Gopinath C. S. A review on the recent advances in the design and structure–activity relationship of TiO₂-based photocatalysts for solar hydrogen production // *Energy Advances*. 2024. Vol.3. P.1472–1504.
8. Nestoros E., Sharma A., Kim E. et al. Smart molecular designs and applications of activatable organic photosensitizers // *Nature Reviews Chemistry*. 2025. Vol.9. P.46–60.
9. Wang L., Zhu W. Organic donor-acceptor systems for photocatalysis // *Advanced Science*. 2024. Vol.11, No.10. Article 2307227.
10. Bhom F., Isa Y. M. Photocatalytic hydrogen production using TiO₂-based catalysts: A review // *Global Challenges*. 2024. Vol.8, No.11. Article 2400134.

Допоміжна

1. Nagaraj K., Radha S., Deepa C. G. et al. Photocatalytic advancements and applications of titanium dioxide (TiO₂): Progress in biomedical, environmental, and energy sustainability // *Next Research*. 2025. Vol.2, No.1. Article 100180.
2. Palliyalil A. V., Ullattil S. G. TiO₂ mesocrystals: Recent progress in synthesis, structure, and photocatalytic applications // *Advanced Composites and Hybrid Materials*. 2025. Vol.8. Article 279.
3. Mulus D. A. S., Permana M. D., Deawati Y., Eddy D. R. A current review of TiO₂ thin films: Synthesis and modification effect to the mechanism and photocatalytic activity // *Applied Surface Science Advances*. 2025. Vol.27. Article 100746.
4. Lu B., Wang L., Tang H., Cao D. Recent advances in type I organic photosensitizers for efficient photodynamic therapy for overcoming tumor hypoxia // *Journal of Materials Chemistry B*. 2023. Vol.11. P.4600–4618.
5. Xiong X., Liu J., Wu L. et al. Self-assembly strategies of organic small-molecule photosensitizers for photodynamic therapy // *Coordination Chemistry Reviews*. 2024. Vol.510. Article 215863.
6. Mulus D. A. S., Permana M. D., Deawati Y., Eddy D. R. A current review of TiO₂ thin films: Synthesis and modification effect to the mechanism and photocatalytic activity // *Applied Surface Science Advances*. 2025. Vol.27. Article 100746.
7. Chauke N. M., Mohlala R. L., Ngqoloda S. et al. Harnessing visible light: Enhancing TiO₂ photocatalysis with photosensitizers for sustainable and efficient environmental solutions // *Frontiers in Chemical Engineering*. 2024. Vol. 6.
8. Xue Y., Chao D. Organic and non-precious metal photosensitizers for photocatalytic CO₂ reduction // *ChemPhotoChem*. 2024. Vol. 8, No. 12. Article e202400246.
9. Mulus D. A. S., Permana M. D., Deawati Y., Eddy D. R. Recent updates on TiO₂-based materials for various photocatalytic applications in environmental remediation and energy production // *Desalination and Water Treatment*. 2025. Vol. 321. Article 100976.
10. Ahasan T., Edirisooriya E. M. N. T., Senanayake P. S. et al. Advanced TiO₂-based photocatalytic systems for water splitting: Comprehensive review from fundamentals to manufacturing // *Molecules*. 2025. Vol.30, No.5. Article 1127.

Інформаційне забезпечення

1. Система підтримки дистанційного навчання “Moodle”
<https://moodle.chnu.edu.ua/enrol/index.php?id=2987>
2. ARCher - інституційний репозитарій відкритого доступу представників Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://archer.chnu.edu.ua/>
3. Науково-популярний портал навчальних відео <https://www.youtube.com/user/TheSciGuys>

Політика академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:

- «Кодекс академічної доброчесності та етики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/kodeks-akademichnoi-dobrochesnosti-ta-etyky-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yurii-fedkovycha/>
- «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha/>
- «Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha-zi-zminamy-zatverdzhenyi-vchenoiu-radoiu-chnu-imeni-yurii-fedkovycha/>

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ)

під час виконання навчальних завдань:

- допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
- додаткові обмеження чи вимоги щодо використання ШІ *можуть визначатися* викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.