

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра фізичної та колоїдної хімії**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Навчально-наукового
інституту хімії та екології

(Лендел В.Г.)

« 27 » *червня* 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КАТАЛІЗ В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ЕКОЛОГІЇ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньо-наукової програми «Хімія».

Розробник: Козьма А.А., кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «20» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Голуб Н.П.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Сливка М.В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	2-ий	–
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	1-ий	–
	Лекції:	
	18 годин	–
	Практичні:	
	–	–
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	24 години	–
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	78 годин	–

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» є забезпечення необхідної хімічної підготовки студентів зі спеціальності 102-Хімія, які здобувають вищу освіту другого (магістерського) рівня в Навчально-науковому інституті хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Знання теоретичних основ зазначеної дисципліни необхідні для глибшого і кращого розуміння сучасних каталітичних процесів, які широко використовуються в процесах генерації енергії як із традиційних енергоносіїв (нафти, газу, вугілля), так і новітніх джерел (водню, паливних елементів), а також каталізаторів, які дозволяють знижувати антропогенний вплив на навколишнє середовище, очищуючи атмосферне повітря, воду, ґрунти та покращуючи загальний екологічний стан. Вивчення вказаного предмету дозволить студентам дізнатися про принципові можливості каталізу в енергетиці та екології для розв'язання конкретних хімічних та біохімічних проблем; застосувувати сучасні форми самостійної роботи для активізації їх пізнавальної та практичної діяльності; забезпечить високопрофесійну підготовку фахівця-хіміка відповідно до сучасних вимог.

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія» за 2022 рік вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких **загальних компетентностей (ЗК)**:

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел;

та таких **фахових компетентностей (ФК)**:

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ;

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними;

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо);

ФК 8. Здатність формулювати 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.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Шифр НД за ОП магістр 102 Хімія за 2022 р.: ОК 9 – Прикладні аспекти нанохімії.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	ПРН 1
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3
Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 14

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти кваліфіковано застосовувати знання з каталізу в енергетиці та екології, а також суміжних наук – сучасного каталізу, каталізу в промисловості, фізичної хімії каталізаторів, знати сучасні експериментальні методи синтезу та дослідження каталізаторів, вміти використовувати набуті практичні навички для науково обґрунтованого прогнозування, формулювання, оцінювання та	ПРН 1

розв'язання конкретних практичних завдань у професійній діяльності висококваліфікованого фахівця-хіміка.	
Знати основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються каталізу в енергетиці та екології, опановані в ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також вміти проводити дослідження з відповідного наукового напрямку.	ПРН 2
Вміти на основі теоретичних знань та фізико-хімічних розрахунків, робити об'єктивні, науково обґрунтовані, логічні висновки про можливість, напрямок, межу протікання стимульованих каталізаторами хімічних та біохімічних процесів для потреб енергетики та екології, закономірності перебігу таких каталітичних процесів, визначати кінетичні параметри каталізованих хімічних реакцій та встановлювати механізм і стадії їх протікання в залежності від різних умов, знати особливості дії ферментів як біологічних каталізаторів, ефективно застосування каталізаторів різної природи для генерації енергії, для захисту навколишнього середовища, правильно орієнтуватись та користуватись відповідною науковою і довідниковою літературою в практичній діяльності висококваліфікованого фахівця-хіміка.	ПРН 3
Вміти планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження, які потребують використання каталізаторів для потреб енергетики та екології, а також складного сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Вміти правильно інтерпретувати експериментально отримані дані при здійсненні процесів, пов'язаних із використанням каталізаторів для потреб енергетики та екології й співвідносити їх з відповідними теоріями каталізу.	ПРН 14

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» є:

- стандартизовані тести;
- есе;
- розрахункові роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми контролю:

поточний контроль здійснюється на кожному лабораторному занятті відповідно до конкретних цілей теми, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих програмних питань, які студент опрацьовує самостійно та вони не входять до структури лабораторного заняття.

Застосовуються види об'єктивного (стандартизованого) контролю теоретичної та практичної підготовки студентів, які включають: усну відповідь, тестовий контроль, виконання лабораторного практикуму (та за необхідності розв'язування задач (письмово)).

Поточний контроль під час вивчення навчальної дисципліни проходить в індивідуальній, груповій, фронтальній формі.

Методи поточного контролю: усний, письмовий, тестовий, практичний. Метод **підсумкового контролю** – залік, який проводиться письмово.

Поточний контроль знань та умінь студентів з навчальної дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології» поєднується з проведенням двох модульних контрольних робіт та підсумкового контролю у формі екзамену.

Форма **модульного контролю**: здійснюється у письмовій формі, поєднаній з тестовою.

При визначенні оцінки за модуль враховуються результати модульної контрольної роботи та поточного контролю під час лабораторних занять, колоквиумів, контрольних робіт, самостійної та індивідуальної роботи. Максимальна оцінка з кожного модульного контролю – 100 балів.

Згідно «Положення про систему оцінювання навчальної діяльності, порядок переведення, відрахування та поновлення студентів, які навчаються за кредитно-модульною системою організації навчального процесу в УжНУ» навчальна діяльність студента оцінюється наступним чином.

Для лекційно-практичних, лекційно-лабораторних або лекційно-семінарських дисциплін 50 % балів оцінки модульного контролю виставляє лектор на підставі результатів перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни (теоретичний компонент оцінки). Теоретичний компонент оцінки

складається з сумарних результатів контрольної роботи, рефератів та інших видів індивідуальних завдань.

Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність та балів модульної контрольної роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота 1	Сума
T1	T2	50	100
25	25		

T1, T2 ... – теми;

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота 2	Сума
T3	T4	50	100
25	25		

T3, T4 ... – теми;

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни «Каталіз в енергетиці та екології»

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	2	10	2	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	2	10	2	10
Есе (письмовий колоквиум)	2	10	2	10
Самостійна робота студента	2	20	2	20
...		-		-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Максимальна оцінка з підсумкового (семестрового) контролю становить 100

балів. Студенти, підсумкова модульна оцінка яких становить 35-59 балів, зобов'язані пройти підсумковий (семестровий) контроль у формі, передбаченій робочим навчальним планом з даної дисципліни - **заліку**. До підсумкового (семестрового) контролю з даної навчальної дисципліни не допускаються студенти, які не виконали усі види обов'язкових робіт (лабораторних, розрахункових, тестових тощо), передбачених робочою програмою, а також підсумкова модульна оцінка яких становить менше 35 балів.

Форма проведення **підсумкового контролю** є стандартизованою та включає контроль теоретичної та практичної підготовки, проводиться у вигляді **заліку**.

Максимальна кількість балів модульного підсумкового контролю дорівнює **100 балів**. Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (максимум **50 балів**) та балів модульної контрольної роботи (максимум **50 балів**). Модульний підсумковий контроль вважається зарахованим, якщо студент сумарно набрав не менше **60 балів**.

Критерії оцінювання поточної навчальної діяльності

Оцінку «*відмінно*» (90-100 % балів) одержує студент, який брав активну участь в обговоренні найбільш складних питань з теми заняття, дав не менше 90% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповів на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*добре*» (74-89 % балів) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 74% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*задовільно*» (60-73 % бали) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 60% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*незадовільно*» (0-59 % балів) одержує студент, який не брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або взагалі не дав відповідей на них, не виконав практичну роботу та не виклав її результати у належній формі.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається за підготовленими завданнями (білетами) з варіантами однакового рівня складності. До складання модульної

контрольної роботи допускаються усі студенти незалежно від результатів поточного оцінювання та наявності пропущених і невідпрацьованих лабораторних занять. Тривалість виконання усієї модульної контрольної роботи становить 1,5 години. Під час виконання модульної контрольної роботи користуватись будь-якими інформаційними джерелами заборонено. Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на теоретичні питання та тестові завдання. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів.

У модульну контрольну роботу входять: відповіді на теоретичні питання, тести (за необхідності може містити і розв'язування задач). Наприклад, модульний білет містить три теоретичні питання та двадцять тестових питань. Теоретичні питання потребують розлогої письмової відповіді. На тестових завданнях до кожного питання пропонується чотири варіанти відповіді, серед яких тільки один є правильним. Розподіл максимально можливих балів здійснюється таким чином: 60 % балів студент може здобути правильно відповівши на три теоретичні питання (давши розлогу відповідь на основні визначення, записавши та пояснивши необхідні формули, схематично зарисувавши графічні залежності до певного теоретичного питання) та 40 % балів правильно відповівши на усі двадцять тестових завдань. Із двох академічних годин (традиційної пари тривалістю 90 хвилин) приблизно 60 хвилин виділяється на письмові відповіді на три теоретичні питання та до 30 хвилин на відповіді на тестові завдання.

Оцінку «*відмінно*» (90-100 % балів) одержує студент, який дав не менше 90 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповів на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (74-89 % балів) одержує студент, який дав не менше 74 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (60-73 % бали) одержує студент, який дав не менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно*» (0-59 % балів) одержує студент, який дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або не надав відповіді на поставлені перед ним письмові завдання.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий рейтинг виводиться як середнє арифметичне двох модулів. Відповідно до Положення про оцінювання навчальних досягнень студентів за кредитно-модульною системою, якщо підсумкова модульна оцінка становить не менше 60 балів, то за згодою студента вона може бути зарахована як підсумкова (семестрова) оцінка з навчальної дисципліни. Студенти, яких не влаштовує підсумкова позитивна оцінка, виставлена викладачем за результатами модульних контролів, а також ті, хто отримав оцінку «*незадовільно*» і при цьому

не мають невідпрацьованих практичних (лабораторних) занять, мають право складати екзамен з дисципліни. До підсумкового (семестрового) контролю з конкретної дисципліни у вигляді екзамену студент денної форми навчання допускається тоді, коли за результатами модульних контролів він набрав не менше 35 % можливих балів. За результатами відповіді на екзамені виставляється оцінка за стобальною шкалою. Незалежно від того, чи студент складає екзамен у зв'язку з тим, що в нього підсумкова модульна оцінка незадовільна (35-59 балів), чи з метою підвищення позитивної оцінки, викладач виставляє студенту оцінку, керуючись виключно рівнем його знань, виявлених на екзамені, тобто, виходячи зі 100 балів, але при цьому виставлена підсумкова (семестрова) оцінка не може бути нижчою за підсумкову модульну оцінку.

Критерії оцінювання модульного та підсумкового семестрового контролю:

- оцінку *«відмінно»* (90-100 балів, А) заслуговує студент, який: всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом; вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях; засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває; вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію; самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.
- оцінку *«добре»* (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який: повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях; має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування; під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;
- оцінку *«добре»* (74-81 бал, С) заслуговує студент, який: в загальному роботу виконав, але при підсумковому контролі робить певну кількість помилок; вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність; опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;
- оцінку *«задовільно»* (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який: знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії; виконує завдання непогано, але зі значною кількістю помилок; ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою; допускає на заняттях чи

екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

- оцінку «задовільно» (60-63 балів, E) – заслуговує студент, який: володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.
- оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який: виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.
- оцінку «незадовільно» (0-34 балів, F) – виставляється студенту, який володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім; допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою; не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 бали, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. КАТАЛІЗ У ЕНЕРГЕТИЦІ

Змістовий модуль №1. Каталізатори традиційної енергетики.

Тема 1. Каталіз при одержанні традиційних видів енергії.

Каталізатори для крекінгу нафти. Види крекінгу. Гідрокрекінг. Гідроізомеризація. Риформінг. Одержання бензинів та дизельного палива. Синтез Фішера–Тропша. Синтез каталізаторів для крекінгу. Синтез каталізаторів для гідрокрекінгу. Синтез каталізаторів для риформінгу. Властивості каталізаторів для процесів нафтопереробки. Цеоліти як каталізатори процесів нафтопереробки. Природні та синтетичні цеоліти.

Каталіз у процесах переробки природного газу. Синтез та властивості каталізаторів для переробки природного газу. Фосфатні каталізатори для одержання етилену, метанолу, метанолу, метанової кислоти з компонентів природного газу. Синтези фосфатних каталізаторів р-металів. Синтези фосфатних каталізаторів d-металів.

Каталіз у процесах переробки вугілля. Синтез та властивості каталізаторів для переробки вугілля.

Змістовий модуль №2. Каталізатори альтернативної енергетики.

Тема 2. Каталіз при одержанні альтернативних видів енергії.

Каталізатори для генерації водню. Воднева енергетика. Синтези складних каталітичних систем для одержання водню з води та водних розчинів. Властивості каталізаторів для одержання водню.

Електрокаталізатори для екологічних паливних елементів. Паливні елементи як екологічні генератори електроенергії. Види паливних елементів. Твердооксидний паливний елемент. Прямий метанольний елемент. Фосфорнокислий паливний елемент. Протонообмінні мембрани. Лужний елемент. Карбонатний паливний елемент. Сфери застосування паливних елементів.

Модуль 2. КАТАЛІЗ У ЕКОЛОГІЇ

Змістовий модуль №3. Каталізатори для екологічних застосувань.

Тема 3. Каталізатори для захисту навколишнього середовища.

Каталіз у процесах очистки повітря. Основні забруднюючі речовини транспортних вихлопних газів. Очистка вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання. Каталітичні нанотрубки для процесів відновлення забруднювачів повітря. Синтез нанотрубок. Властивості нанотрубок.

Фотокаталіз. Види фотокаталізу. Фотохімічні перетворення. Закономірності фотохімічних перетворень. Фотостимульований каталіз. Ефективність

фотокаталітичних перетворень. Фотокаталізатори для очистки повітря. Фотокаталізатори для очистки води.

Каталіз у процесах очистки води та ґрунтів. Хімія води. Хімія ґрунтів. Мікробні каталізатори. Цеоліти для очистки води. Цеоліти для очистки ґрунтів від шкідливих забруднювачів. Природні закарпатські цеоліти: сокирницький клиноптилоліт та липчанський морденіт. Каталітичні властивості закарпатських цеолітів.

Змістовий модуль №3. Каталізатори для біохімічних процесів.

Тема 4. Біохімічні каталізатори.

Ферменти як каталізатори. Каталітичні властивості ферментів. Види класифікації ферментів. Кінетика каналізованих ферментами реакцій. Кінетичні рівняння для ферментів. Теорії каталітичної дії ферментів. Механізми ферментних реакцій.

Ферменти в харчовій промисловості. Альтернативні до ферментів каталізатори. Антиоксиданти.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна а робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1. Каталіз у енергетиці						
Змістовий модуль 1. Каталізатори традиційної енергетики						
Тема 1. Каталіз при одержанні традиційних видів енергії	30	4		6		20
Разом за змістовим модулем 1	30	4		6		20
Змістовий модуль 2. Каталізатори альтернативної енергетики						
Тема 2. Каталіз при одержанні альтернативних видів енергії	30	5		6		19
Разом за змістовим модулем 2	30	5		6		19
Модульна контрольна робота						
Разом за Модуль 1	60	9		12		39
Модуль 2. Каталіз у екології						
Змістовий модуль 3. Каталізатори для екологічних застосувань						
Тема 3. Каталізатори для захисту навколишнього середовища	30	4		6		20
Разом за змістовим модулем 3	30	4		6		20
Змістовий модуль 4. Каталізатори для біохімічних процесів						
Тема 4. Біохімічні каталізатори	30	5		6		19
Разом за змістовим модулем 4	30	5		6		19
Модульна контрольна робота						
Разом за Модуль 2	60	9		12		39
Усього годин	120	18		24		78

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Каталіз при одержанні традиційних видів енергії	6
2.	Каталіз при одержанні альтернативних видів енергії	6
3.	Каталізатори для захисту навколишнього середовища	6
4.	Біохімічні каталізатори	6
Разом		24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Каталіз у процесах переробки вугілля	20
2.	Електрокаталізатори для екологічних паливних елементів	19
3.	Фотокаталіз для очистки повітря та води	20
4.	Ферменти в харчовій промисловості	19
Разом		78

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: персональний комп'ютер Samsung (2019), персональний комп'ютер LG (2020) – 4 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X-400 (2020) – 3 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X05 (2017), комп'ютер портативний Samsung RV 518 (2015), комп'ютер портативний Acer E5-521 (2014), лазерний принтер – 3 шт.

Обладнання: Навчальне та лабораторне обладнання, згідно з діючими нормами оснащення: атомно-адсорбційний спектрометр Aurora Instrument AI 1200 (2016), аналітичні терези WA-21 (1972) - 2 шт., терези технічні ВКЛТ-160 (1982) - 8 шт., терези електронні AVAgo з 2 чашами 0,1-2000 г MHZ (2020)– 2 шт., терези електронні Pocket Scale MH 200 TS-C06 (2019)- 4 шт., терези торзійні BT-500 (1984) – 2 шт., рефрактометр П-161 (1995), фотоколориметр КФК- 2 (1992) – 2 шт., спектрофотометр СФ-46 (1990) – 2 шт., рН-метр-іономір ЕКОТЕСТ-120 (1990), стіл титрувальний (1988), нефелометр, сталагмометр – 8 шт., калориметр Юнкерса для визначення теплоти згорання речовин – 3 шт., прилад Мейера для випаровування речовини і визначення молярної маси і молярного об'єму пари досліджуваної речовини – 3 шт., установка для визначення теплоти розчинення та

теплоти гідратації солі – 2 шт., калориметрична установка для визначення концентрації кислоти методом при нейтралізації її лугом – 2 шт., установка для вимірювання тиску насиченої пари і молярної прихованої теплоти пароутворення – 2 шт., пікнометри – 2 шт., каталітична установка для визначення швидкості гомогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., каталітична установка для визначення швидкості гетерогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., каталітична установка для визначення швидкості фотохімічних реакцій та енергії активації процесів – 2 шт., установка для дослідження кінетики термічного розкладу речовини (у т.ч. реактор, термостат) – 2 шт., сушильна шафа, електрична муфельна піч СНО 8,2/1100 И4А, електроплитки – 8 шт., тощо.

Штативи з пробірками, штативи з мірними пробірками, лабораторні залізні штативи, хімічний посуд та реактиви, гумові груші, наважки та інші.

Програмне забезпечення:

Windows 10, Microsoft Power Point, Moodle (e-learn.uzhnu.edu.ua), Google Meet, Viber, Zoom (безкоштовна версія).

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина II. Хімічна кінетика. Каталітичні реакції. Фізико-хімія поверхневих явищ. Фото- та радіаційно-хімічні процеси. Електрохімія. Ужгород: *Мистецька лінія*, 2003. – 479 с.
2. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. Київ: *Наукова думка*, 2008. 424 с.
3. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія: підручник для студ. вищ. навч. заклад. (Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів вищих навчальних закладів). – Вид. 3-ге.- Вінниця: *Нова Книга*. – 2014. – 496 с.
4. Козьма А.А., Голуб Н.П. Методичні вказівки до лабораторного практикуму зі спецкурсу «Хімічна кінетика» для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія). Ужгород: *ПП Роман О.І.*, 2023. 60 с.
5. Голуб Н.П., Гомонай В.І., Баренблат І.О., Козьма А.А., Дзямко В.М., Мільович С.С., Стерчо І.П. Медична хімія (фізична, колоїдна та біонеорганічна хімія). Навчальний посібник до лабораторного практикуму для студентів медичного факультету.- Ужгород: *Вид-во ФОП Сабов А.М.*- 2017. – 104 с.

Допоміжна література

1. Kozma A., Golub N., Golub Ye., Sidey V., Solomon A., Kuznietsova A., Hershii Ya. Thermodynamic and thermochemical properties of

- $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Chemija, 2023, 34(1), 19–31. DOI: <https://doi.org/10.6001/chemija.2023.34.1.3>
2. Kozma A., Malinina A., Golub E., Rusyn V., Golub N., Dziamko Vit., Dziamko Vik., Malinin O., Solomon A. Thermodynamic, thermochemical and thermophysical properties of HgBr_2 . Chemija, 2023, 34(2), 71–82. DOI: <https://doi.org/10.6001/chemija.2023.34.2.1>
 3. Golub N.P., Robashchuk A.V., Golub Ye.O., Barenblat I.O., Kozma A.A. Methodical manual for laboratory workshops on the course «Medical Chemistry» for medical students with a foreign language of instruction (special «Medicine»). – Uzhgorod: *UzhNU Publishing House*. – 2021.– 102 p.
 4. Головка Н.В. Фізичні основи паливних елементів та перспективи їх використання. Наукові та методичні засади фізичної освіти. 2014, 1(6), 104-110.
 5. AI 1200: Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer, Cookbook 2, Aurora Instruments Ltd, *Vancouver* (n.d.).

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Електронний репозитарій Ужгородського національного університету - dspace.uzhnu.edu.ua
2. Служба пошуку наукових статей та матеріалів Google Академія scholar.google.com.ua
3. www.nbuuv.gov.ua (бібліотека ім.В.І.Вернадського).
4. Система електронного навчання УжНУ - e-learn.uzhnu.edu.ua
5. Journal of Catalysis. (Elsevier, Netherlands). <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-catalysis>
6. Molecular Catalysis. (Elsevier, Netherlands) <https://www.sciencedirect.com/journal/molecular-catalysis>
7. Catalysts. (Office Locations: Basel, Switzerland) <https://www.mdpi.com/journal/catalysts>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(потрібне підкреслити)

(Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

_____ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(Додаток __).

(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

_____ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(Додаток __).

(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

_____ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі
змінами(Додаток __).

(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

_____ (Прізвище ініціали)