

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» *гербіне* 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КАТАЛІЗ РІВНОВАЖНИХ ТА НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ

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


Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 102 Хімія освітньо-наукової програми «Хімія».

Розробник: Голуб Неля Петрівна, кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ»


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	1-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 рівноважних та нерівноважних процесів» є забезпечення необхідної ґрунтовної та якісної підготовки висококваліфікованих, конкурентоспроможних фахівців зі спеціальності 102 Хімія, які здобувають вищу освіту другого (магістерського) рівня в Навчально-науковому інституті хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет» та володіють необхідними знаннями, практичними вміннями та навичками для успішного виконання завдань майбутньої фахової діяльності. Навчальна дисципліна «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» є логічним продовженням і більш глибоким вивченням «Фізичної хімії» та циклу хімічних дисциплін, які нерозривно зв'язані з фундаментальними законами фізики і хімії. Знання теоретичних основ зазначеної дисципліни необхідні для розуміння особливостей каталітичних процесів, які відбуваються в рівноважних та нерівноважних умовах та широко використовуються як в різних галузях промисловості, так і протікають в живих організмах, відіграючи особливо важливу роль. Оскільки хімічні проблеми в промисловості надзвичайно складні, тому вивчення зазначеної навчальної дисципліни дає змогу оволодіти необхідними теоретичними знаннями для їх вирішення. А також відповідними законами та теоріями каталізу, розумінням принципів можливостей фізико-хімічних та кінетичних методів дослідження для розв'язання конкретних промислових проблем в області каталізу, належним засвоєнням інших хімічних дисциплін та одержанням якісної професійної підготовки на сучасному рівні, грамотною постановкою і проведенням фізико-хімічних та кінетичних наукових досліджень гомогенних та гетерогенних каталітичних процесів в різних умовах.

Як фізико-хімічна навчальна дисципліна, «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» є поглибленим теоретичним фундаментом всієї сучасної хімії, тому знання її законів, сучасних теорій і методів дає змогу встановити ґрунтовний взаємозв'язок і розуміння суті фізичних й хімічних явищ та механізму протікання різних видів каталітичних процесів з використанням теоретичних та експериментальних фізико-хімічних та кінетичних методів, а також сучасних математичних та обчислювальних методів. Водночас засвоєння даної навчальної дисципліни забезпечує здобуття студентами професійних знань, умінь, навичок та інших компетентностей для розв'язання комплексних наукових проблем щодо особливостей підбору, розробки та одержання оптимальних каталізаторів для різних видів процесів при різних умовах, прогнозувати їх властивості, а також проводити синтез та аналіз нових каталізаторів із заданими параметрами, здійснювати аналіз та контроль каталітичних промислових процесів підприємств, інтерпретувати результати наукових досліджень, пропонувати конкретні шляхи вирішення теоретичних та практичних хімічних проблем.

При цьому вивчення навчальної дисципліни «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» і застосування сучасних форм самостійної роботи студента для активізації його пізнавальної та практичної діяльності сприяють інтеграції попередньо набутих знань і вмінь та забезпеченню високопрофесійної

та якісної підготовки фахівця-хіміка зі спеціальності 102 Хімія відповідно до сучасних вимог.

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

Фахові компетентності (ФК):

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

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент;

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження;

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

ФК 9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення навчальної дисципліни «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» базується на загальних компетентностях випускників ОС «Бакалавр», є самостійним компонентом і не пов'язане з попереднім вивченням інших (НД), згідно освітньо-наукової програми (ОП) «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» 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	ПРН 1

фундаментальні основи суміжних наук.	
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
Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	ПРН 4
Знати методологію та організації наукового дослідження.	ПРН 6
Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	ПРН 9
Планувати, організовувати 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 рівноважних та нерівноважних процесів»**:

Шифр ОРН	Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
ОРН 1	Одержання ґрунтовних знань в області каталізу рівноважних та нерівноважних процесів для майбутньої професійної діяльності фахівця-хіміка. Розуміти та знати наукові концепції та сучасні теорії фізичної хімії, які описують гомогенні та гетерогенні каталітичні процеси при різних умовах, а також фундаментальні основи суміжних наук: фізики, вищої математики тощо. Вміти кваліфіковано застосовувати одержані знання, сучасні експериментальні фізико-хімічні та кінетичні методи дослідження, набуті практичні навички та вміння для науково обґрунтованого прогнозування, формулювання, оцінювання та розв'язання конкретних практичних завдань в області каталізу рівноважних та нерівноважних процесів у майбутній професійній діяльності хіміка.	ПРН 1
ОРН 2	Формування ґрунтовної теоретичної бази та набуття практичних навичок і вмінь в області рівноважних та нерівноважних процесів для ефективного здійснення професійної діяльності хіміка, що потребує оновлення та інтеграції його знань. Вміти здійснювати науково грамотний	ПРН 1

	підхід при застосуванні одержаних знань і нести відповідальність за професійний розвиток як висококваліфікованого фахівця-хіміка, а також формування здатності до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності.	
ОРН 3	Знати та глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються гомогенного та гетерогенного каталізу, їх механізмів та стадій, раціонального використання відповідних кінетичних теорій для характеристики каталітичного процесу, каталізаторів з оптимальними параметрами для різних видів промислових процесів, які протікають в рівноважних та нерівноважних умовах.	ПРН 2
ОРН 4	Вміти використовувати сучасні фізико-хімічні та кінетичні методи дослідження для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем в області каталізу, що передбачає застосування відповідних теорій каталізу та каталітичних методів, проведення досліджень різних гомогенних і гетерогенних каталітичних процесів, встановлення їх механізму, стадій і кінетичних параметрів, а також щодо особливостей підбору, розробки та синтезу нових каталізаторів із заданими прогнозованими властивостями для різних промислових процесів.	ПРН 2
ОРН 5	Вміти кваліфіковано, на основі отриманих теоретичних знань, набутих навичок, умінь, відповідних фізико-хімічних та кінетичних розрахунків розв'язувати нові якісні та кількісні задачі фізичної хімії, вирішувати нові складні завдання та проблеми в області каталізу; встановлювати та робити об'єктивні, науково обґрунтовані, логічні висновки про механізм і стадії протікання нових досліджуваних гомогенних та гетерогенних каталітичних процесів в залежності від різних умов, визначати відповідні кінетичні параметри каталітичних реакцій, розуміти особливості та механізми дії ферментів як біологічних каталізаторів, розуміти найбільш ефективно застосування каталізаторів різної природи у хімічній, газо- та нафтопереробній промисловості тощо, визначати та аналізувати фізико-хімічні властивості каталізаторів, вихідних газових сумішей та продуктів реакції, правильно орієнтуватись та користуватись відповідною науковою і довідниковою літературою в практичній діяльності фахівця-хіміка.	ПРН 3
ОРН 6	Вміти застосовувати набуті знання, навички та уміння, основні хімічні теорії і методи хімії для опису хімічних законів і конкретних явищ, синтезу хімічних сполук із	ПРН 4

	заданими властивостями, вміти аналізувати їх та оцінювати відповідність заданим вимогам; застосовувати їх для розробки, прогнозування, створення та дослідження фізико-хімічних та каталітичних властивостей нових індивідуальних каталізаторів та каталітичних систем, одержаних на їх основі, для різних промислових процесів; проводити зіставлення і встановлення зв'язків між характеристиками хімічних систем, явищами, процесами і механізмами для пояснення відомих та прогнозування нових наукових результатів.	
ОРН 7	Володіти методологією та правильною організацією наукових досліджень гомогенних та гетерогенних процесів в різних умовах, одержання та вивчення фізико-хімічних і каталітичних властивостей нових індивідуальних каталізаторів й складних каталітичних систем в різних процесах.	ПРН 6
ОРН 8	Вміти збирати, оцінювати та аналізувати літературні наукові дані, необхідні для дослідження гомогенних та гетерогенних процесів в різних умовах, одержання та вивчення фізико-хімічних і каталітичних властивостей нових індивідуальних каталізаторів й складних каталітичних систем в різних процесах, використовуючи відповідні методи та інструменти; вміти володіти дослідницькими навичками щодо використання лабораторного обладнання і приладів для визначення параметрів фізико-хімічних і каталітичних речовин та каталізаторів, проведення відповідних експериментальних досліджень.	ПРН 9
ОРН 9	Вміти планувати, організовувати та приймати участь разом із викладачем та науковими співробітниками у проведенні експериментальних досліджень в області каталізу рівноважних та нерівноважних процесів з використанням сучасного обладнання (каталітичних установок для гомогенних та гетерогенних процесів в стаціонарних та нестаціонарних умовах, хроматографів тощо), грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
ОРН 10	Вміти адаптуватись та діяти в новій ситуації, застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.	ПРН 10
ОРН 11	Вміти кваліфіковано інтерпретувати експериментально отримані дані дослідження кінетики гомогенних та гетерогенних каталітичних процесів в стаціонарних та нестаціонарних умовах, фізико-хімічних та каталітичних властивостей синтезованих каталізаторів та співвідносити їх з відповідними теоріями кінетики та 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 рівноважних та нерівноважних процесів» є: усна відповідь (колоквиум) або есе (письмовий колоквиум); стандартизовані тести (за необхідності); завдання на лабораторному обладнанні; розрахункові роботи.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Процедура оцінювання знань здобувачів вищої освіти відбувається згідно з відповідними положеннями, що затверджені в ДВНЗ «УжНУ» і здійснюється за накопичувальною бально-рейтинговою системою, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та навчальної діяльності. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на лабораторних заняттях. Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок та результатів виконання модульних контрольних робіт, підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку.

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 (колоквиум) або есе (письмовий колоквиум), тестовий контроль (за необхідності), 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 рівноважних та нерівноважних процесів» поєднується з проведенням двох модульних контрольних робіт та підсумкового контролю у формі заліку.

Форма **модульного контролю**: здійснюється у письмовій формі.

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 рівноважних та нерівноважних процесів»

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	15	2	15
Усний колоквиум або есе	2	15	2	15

(письмовий колоквіум)				
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 (за необхідності). Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів.

У модульну контрольну роботу входять: відповіді на теоретичні питання, (за необхідності може містити питання по самостійній роботі, або тести, або розв'язування задач). Наприклад, модульний білет може містити три теоретичні питання та питання по самостійній роботі (або двадцять тестових питань за необхідності). 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 за розлогу письмову відповідь на питання по самостійній роботі (або відповівши правильно на усі двадцять тестових завдань за необхідності). 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 відповідь на питання по самостійній роботі (або на відповіді на тестові завдання за необхідності).

Оцінку *«відмінно»* (90-100 % балів) одержує студент, який дав не менше 90 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповідей 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 залік з дисципліни. До підсумкового (семестрового) контролю з конкретної дисципліни у вигляді заліку студент денної форми навчання допускається тоді, коли за результатами модульних контролів він набрав не менше 35 % можливих балів. За результатами відповіді на заліку виставляється оцінка за стобальною шкалою. Незалежно від того, чи студент складає залік 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 заліку, 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.
- оцінку «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	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням

		дисципліни	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 залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. КАТАЛІЗ І КАТАЛІЗАТОРИ. ГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ РІВНОВАЖНИХ ТА НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ

Змістовий модуль №1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАТАЛІЗ ТА КАТАЛІЗАТОРИ

Тема 1. Загальні відомості про каталіз та каталізатори рівноважних та нерівноважних процесів.

Історія відкриття каталізу та перспективи розвитку. Загальні положення і закономірності каталізу. Каталіз і каталізатори. Енергетична вигідність каталізу. Діаграма каталітичної реакції. Проміжні сполуки. Досягнення вітчизняних вчених в області каталізу. Основні напрямки науково-дослідної роботи та здобутки кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ» в області каталізу. Сучасні підходи щодо планування та організації наукових досліджень в області каталізу.

Тема 2. Види каталізу, особливості, практичне застосування.

Види каталізу та каталізаторів. Характерні особливості каталітичних реакцій. Специфічність дії каталізатору. Практичне застосування каталізу та каталізаторів.

Змістовий модуль №2. ГОМОГЕННІ КАТАЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ

Тема 3. Гомогенні каталітичні процеси.

Загальні відомості про гомогенний каталіз, приклади. Кінетика гомогенного каталізу. Основні кінетичні теорії гомогенного каталізу.

Тема 4. Види гомогенних каталітичних процесів, їх характеристика.

Види гомогенних каталітичних процесів. Автокаталіз. Кислотно-основний каталіз. Специфічний кислотно-основний каталіз. Гомогенно-каталітичні реакції, які каталізуються комплексними сполуками. Ферментативний каталіз.

Модуль 2. ГЕТЕРОГЕННИЙ КАТАЛІЗ РІВНОВАЖНИХ ТА НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ

Змістовий модуль №3. ГЕТЕРОГЕННІ КАТАЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ

Тема 5. Гетерогенні каталітичні процеси.

Загальні відомості про гетерогенний каталіз. Гетерогенні каталітичні процеси. Приклади гетерогенних каталізаторів та процесів. Найбільш важливі промислові гетерогенні процеси. Роль гетерогенних каталітичних процесів в розвитку сучасної хімії органічного синтезу. Кінетика гетерогенного каталізу. Кінетична та дифузійна області гетерогенно-каталітичних процесів. Вплив зовнішньодифузійного гальмування на селективність каталітичних реакцій. Основні

кінетичні теорії гетерогенного каталізу. Теорія активних центрів. Експериментальні методи дослідження кінетики гетерогенних каталітичних реакцій. Дозування газів та проведення аналізу складу газових сумішей. Виведення реагентів із зони реакції. Метод гартування. Інтегральні методи для газофазових реакцій. Безградієнтні реактори і установки для газофазових реакцій. Імпульсні реактори. Їх особливість та області застосування. Напівпромислові реактори.

Тема 6. Характеристики та особливості гетерогенних каталізаторів для різних процесів.

Основні характеристики гетерогенних каталізаторів. Специфічні особливості гетерогенного каталізу та фактори, що впливають на нього. Мікрогетерогенні каталітичні процеси. Носії в каталізі. Промотори. Модифіковане промотування. Інгібітори і отрути в каталізі.

Тема 7. Стадії гетерогенного каталітичного процесу.

Механізми гетерогенно-каталітичних реакцій. Послідовні і паралельні стадії в складних хімічних реакціях. Послідовно-паралельні гетерогенно-каталітичні реакції. Основні стадії гетерогенного каталітичного процесу. Характеристика видів взаємодії молекул реагуючих речовин (адсорбату) з поверхнею гетерогенного каталізатора (адсорбента). Активація в гетерогенному каталітичному процесі. Адсорбція в каталітичному процесі. Рівняння Ленгмюра та його аналіз. Фактори, які впливають на збільшення швидкості гетерогенно-каталітичних процесів та каталітичної активності каталізатора.

Змістовий модуль №4. ТЕОРІЇ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛІЗУ

Тема 8. Основні теорії гетерогенного каталізу.

Загальна характеристика розробки теорії гетерогенного каталізу. Геометричний фактор каталізу. Енергетичний фактор каталізу. Адсорбційно-деформаційна теорія гетерогенного каталізу. Мультиплетна теорія каталізу Баландіна. Теорія гетерогенного каталізу Тейлора. Теорія активних ансамблів Кобозєва. Теорія насичення або спікання Рогінського. Теорія гетерогенного каталізу Борескова, поняття активності. Електронна теорія каталізу Волькенштейна. Радикально-ланцюгова теорія каталізу Семенова. Нові сучасні теорії гетерогенного каталізу.

Тема 9. Особливості підбору, розробки та синтезу нових каталізаторів.

Каталізатори, їх класифікація та основні параметри. Кисотно-основний каталіз на твердій поверхні. Види кислотних та основних активних центрів каталізаторів. Методи визначення та ідентифікації природи кислотних центрів на поверхні каталізаторів. Застосування кислотно-основних каталізаторів в реакціях перетворення n-алканів. Характерні особливості підбору та розробки каталізаторів для різних процесів. Методи одержання каталізаторів. Особливості підбору, розробки та синтезу нових каталізаторів із заданими прогнозованими властивостями.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семинарські)	лабораторні	індивідуальн а робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1. Каталіз і каталізатори. Гомогенний каталіз рівноважних та нерівноважних процесів						
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про каталіз та каталізатори						
Тема 1. Загальні відомості про каталіз та каталізатори рівноважних та нерівноважних процесів.	11	2				9
Тема 2. Види каталізу та їх особливості. Практичне застосування.	16	2		6		8
Разом за змістовим модулем 1	27	4		6		17
Змістовий модуль 2. Гомогенні каталітичні процеси						
Тема 3. Гомогенні каталітичні процеси.	10	2				8
Тема 4. Види гомогенних каталітичних процесів, їх характеристика.	16	2		6		8
Разом за змістовим модулем 2	26	4		6		16
Модульна контрольна робота 1						
Разом за Модуль 1						
	53	8		12		33
Модуль 2. Гетерогенний каталіз рівноважних та нерівноважних процесів						
Змістовий модуль 3. Гетерогенні каталітичні процеси						
Тема 5. Гетерогенні каталітичні процеси.	11	2				9
Тема 6. Характеристики та особливості гетерогенних каталізаторів для різних процесів.	11	2				9
Тема 7. Стадії гетерогенного каталітичного процесу.	17	2		6		9
Разом за змістовим модулем 3	39	6		6		27
Змістовий модуль 4. Теорії гетерогенного каталізу						
Тема 8. Теорії гетерогенного каталізу.	17	2		6		9
Тема 9. Особливості підбору, розробки та синтезу нових каталізаторів.	11	2				9
Разом за змістовим модулем 4	28	4		6		18
Модульна контрольна робота 2						

Разом за Модуль 2	67	10		12		45
Усього годин	120	18		24		78

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Загальні відомості про каталіз та каталізатори	6
2.	Гомогенні каталітичні процеси	6
3.	Гетерогенні каталітичні процеси	6
4.	Теорії гетерогенного каталізу	6
Разом		24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Досягнення українських вчених в області каталізу.	9
2.	Некаталітичне перетворення вуглеводнів та оксиду карбону (II) CO	8
3.	Гомогенне каталітичне перетворення вуглеводнів.	8
4.	Гомогенне каталітичне перетворення монооксиду карбону.	8
5.	Каталітичне перетворення вуглеводнів та CO на чистих металах та їх сплавах	9
6.	Каталітичне перетворення вуглеводнів та CO на простих оксидах металів	9
7.	Каталітичне перетворення вуглеводнів та CO на складних оксидних каталізаторах	9
8.	Каталітичне перетворення вуглеводнів та CO на алюмосилікатних та цеолітних каталізаторах.	9
9	Внесок та досягнення вітчизняних вчених в розвиток сучасних теорій гетерогенного каталізу.	9
Разом		78

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

Для належного забезпечення освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни «Каталіз рівноважних та нерівноважних процесів» використовуються

аудиторії та лабораторії Навчально-наукового інституту хімії та екології як окремого корпусу структурного підрозділу ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Наявні лекційні аудиторії, що обладнані мультимедійним обладнанням, комп'ютерний клас, спеціалізовані навчальні та науково-дослідні лабораторії, зокрема, й кафедри фізичної та колоїдної хімії, які теж забезпечені комп'ютерною технікою з необхідним програмним забезпеченням для інформаційного пошуку та обробки даних. В корпусі ННІХЕ ДВНЗ «УжНУ» забезпечено необмежений відкритий доступ до Інтернет-мережі. Для забезпечення освітнього процесу залучаються прилади Центру колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія експериментальної та прикладної фізики».

Технічні засоби: персональний комп'ютер LG (2020) – 4 шт., персональний комп'ютер Samsung (2019), мультимедійний проектор EPSON EB-X-400 (2020) – 2 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X05 (2017), комп'ютер портативний Lenovo V15 ADA – 3 шт., комп'ютер портативний Samsung RV 518 (2015), комп'ютер портативний Acer E5-521 (2014), лазерний принтер – 2 шт.

Обладнання: Навчальне та лабораторне обладнання спеціалізованих навчальних та науково-дослідних лабораторій кафедри фізичної та колоїдної хімії, згідно з діючими нормами оснащення: атомно-адсорбційний спектрометр Aurola Instrument AI 1200 (2016), криостат Termex КРІО-ВТ-01 (2016), електрична муфельна піч СНО 8,2/1100 И4А (2022), аналітичні терези WA-21 - 2 шт., терези технічні ВКЛТ-160 - 8 шт., терези електронні AVAgO з 2 чашами 0,1-2000 г MНZ (2020) – 2 шт., терези електронні Pocket Scale MН 200 TS-C06 (2019) - 4 шт., терези торзійні ВТ-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), нефелометр, седиментометр Фігуровського, прилад для визначення кута змочування поверхні, стіл титрувальний, сталагмометр – 8 шт., віскозиметр – 4 шт., прилад Ребіндера – 4 шт., калориметр Юнкерса для визначення теплоти згорання речовин – 3 шт., установка для визначення теплоти розчинення та теплоти гідратації солі – 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 термічного аналізу двокомпонентної системи – 2 шт., установка для дослідження кінетики термічного розкладу речовини (у т.ч. реактор, термостат) – 2 шт., установка для визначення добутку розчинності важкорозчинних солей (у т.ч. нормальний елемент Вестона, гальванометр, реохорд, електроди, акумулятор) – 2 шт., прилад для криоскопічних вимірювань (у т.ч. холодильник, криоскоп, термометр Бекмана), реохордний міст Р-4833– 4 шт., звуковий генератор – 2 шт., осцилограф – 2 шт., магазин опорів Р-33 – 4 шт., реохорди – 4 шт., електроди – 10 шт., терези технічні – 8 шт., насос Комовського – 2 шт., сушильна шафа, 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, віртуальне навчальне середовище Moodle (<https://elearn.uzhnu.edu.ua>); Google Meet, Viber, Zoom (безкоштовна версія), електронна пошта на базі глобальних інформаційно-комунікаційних порталів, внутрішня корпоративна електронна пошта ДВНЗ «УжНУ»; особистий кабінет викладача на основі відкритих медіа ресурсів корпорації Google; офіційний веб-сайт ДВНЗ «УжНУ» <http://www.uzhnu.edu.ua>; сайт інституту ННІХЕ ДВНЗ «УжНУ»; Наукова бібліотека ДВНЗ «УжНУ» (м.Ужгород, вул. Університетська, 14), <http://www.lib.uzhnu.edu.ua/>), читальні зали; електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua>; доступ до пошукових ресурсів (Reaxys та ін.); сайт МОН України <http://www.mon.gov.ua> тощо.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. 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-тє.- Вінниця: *Нова Книга*. – 2014. – 496 с.
2. 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.
3. Голуб Н.П., Козьма А.А. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Фізичної хімії» (Частина 1) для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія) Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород: *ПП Роман О.І.*- 2023- 108 с.
4. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія (Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів хімічних спеціальностей вищих навчальних закладів) – Ужгород: *ВАТ «Патент»*- 2005. – 712 с.
5. 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.
6. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 6,75 Мбайт). – Київ : *КПІ ім. Ігоря Сікорського.*- 2018. – 232 с.
7. Яцимирський В.К. Фізична хімія рівноважних систем. Підручник для студ. вищ. навч. заклад. - Київ: *Ірпінь, ВТФ «Перун».*- 1992.- 110 с.

Допоміжна література

1. Яцимирський В.К. Фізична хімія. Підручник для студ. вищ. навч. заклад. - Київ: *Ірпінь, ВТФ «Перун»*.- 2007.- 512 с.
2. Gomonaj V., Toulhoat H. Selective Oxidation of Methane to Formaldehyde Catalyzed by Phosphates: Kinetic Description by Bond Strengths and Specific Total Acidities. *ACS Catal.* 2018, 8, 9, 8263–8272.
3. Kozma A., Golub N., Golub Ye., Sidey V., Solomon A., Kuznietsova A., Herneshii 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>
4. 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>
5. Kozma A. Semi-empirical methods for determining the heat capacity values for solid inorganic compounds. *Grail of Science*, 2023, (26), 196–198. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.14.04.2023.035>
6. Pyatnitsky Y., Dolgikh L., Senchylo L., Stara L., Strizhak P. A two-step strategy of the selective conversion of ethanol to propene and hydrogen. *Chem.Pap.*, 2021, 75,5773-5779.DOI:10.1007/s11696-021-01758-w.
7. Pyatnytsky YI, Strizhak P E Calculating Equilibrium and Simulating Kinetics of Heterogeneous Catalytic Reactions. 2018, <https://www.free-ebooks.net/ebook/Calculating-Equilibrium-and-Simulating-Kinetics-of-Heterogeneous-Catalytic-Reactions>.
8. Strizhak P.E. Heterogeneous Catalysis for Fuel Production // The International conference «Current problems in catalysis» CPC-2023 (Kyiv, Ukraine, September 25-29, 2023): Proceedings.- Kyiv: Akadempriodyka, 2023. - P.27-28.
9. Orlyk S.M. The role of the catalysts' bifunctionality in the multistage processes // The International conference «Current problems in catalysis» CPC-2023 (Kyiv, Ukraine, September 25-29, 2023): Proceedings.- Kyiv: Akadempriodyka, 2023. - P. 41-42.
10. Soloviev S.O. Prospects for the creation of new nanocomposite catalysts for the oxidative conversion of $\text{C}_1\text{-C}_4$ -alkanes and carbon dioxide for the production of hydrogen/syngas and valuable organic compounds // The International conference «Current problems in catalysis» CPC-2023 (Kyiv, Ukraine, September 25-29, 2023): Proceedings.- Kyiv: Akadempriodyka, 2023. - P.30-31.
11. Zazhigalov V.O., Sachuk O.V., Kiziun O.V., Diyuk O.A. Mechanochemistry and sonochemistry in nanosized materials and catalysts preparation // The International conference «Current problems in catalysis» CPC-2023 (Kyiv, Ukraine, September 25-29, 2023): Proceedings.- Kyiv: Akadempriodyka, 2023. - P.34.
12. Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А., Кузнецова А.О., Гурч А.В., Гернешій Я.М. Дослідження кислотних властивостей складного оксидного каталізатора $50\%\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 50\%\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$. // Наук. вісник УЖНУ. Серія Хімія. – 2022.- Вип. 2 (48). – С.108-115.

13. Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А., Гурч А.В., Кузнєцова А.О., Бажів І.І., Русанюк Н.В. Диференційно-термічний аналіз складної каталітичної системи $50\%Cu_3(PO_4)_2 \cdot 50\%Ni_3(PO_4)_2$. // Наук. вісник УжНУ. Серія Хімія. -2021.- Вип. 2(46). С. 80-85.
14. Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А., Кузнєцова А.О., Гомонай В.І. Диференційно-термічний аналіз складної каталітичної системи типу $xFePO_4 \cdot yNi_3(PO_4)_2$. // Наук. вісник УжНУ. Серія Хімія. - 2020.- Вип. 2(44).- С. 84-88.
15. Вашкеба Н.Б., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Гомонай В.І. Термодинамічні властивості пірофосфату кальцію $Ca_2P_2O_7$: порівняння різних результатів та одержання нових даних. //Наук. вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2019.- Вип. 41. – С. 100–105.

Періодичні видання та наукові журнали

- Journal of *Catalysis*
- Chemistry & Chemical Technology
- Catalysis Letters
- Catalysis Today
- Теоретична і експериментальна хімія
- Український хімічний журнал
- Хімія і технологія води
- Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія
- Інші наукові вітчизняні та закордонні журнали в області хімічної кінетики, каталізу та адсорбції.
- Наукові статті в галузі хімічної кінетики та каталізу
- Наукові статті в галузі адсорбції
- Матеріали вітчизняних та зарубіжних конференцій по проблемі хімічної кінетики, каталізу та адсорбції.
- Патенти
- Монографії тощо.

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.nbuv.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)