

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут хімії та екології
Кафедра неорганічної хімії**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІ хімії та екології

проф. Василь ЛЕНДЄЛ

«27» серпня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГЕТИКИ**

Рівень вищої освіти	другий
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» для здобувачів другого рівня вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 102 Хімія освітньої програми Хімія.

Розробник: Погодін Артем Ігорович, старший дослідник, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «УжНУ».


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 12 від «13» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри  Ігор БАРЧІЙ

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології

протокол № 10 від «26» серпня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150	2-й	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин – 3,1 для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6,7	3-й	-
	Лекції:	
	24	-
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: іспит	Лабораторні:	
	32	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	94	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» є класифікація видів відновлювальних нетрадиційних безвуглецевих «зелених» джерел енергії, порівняння їх впливу на навколишнє середовище поряд з традиційними видами енергії, встановлення переваг та недоліків використання безвуглецевих «зелених» джерел енергії у різних галузях а також вивчення, порівняння конструкційних та функціональних матеріалів придатних до застосування у різних типах відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Під час вивчення навчальної дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» буде розглянуто актуальні види альтернативних джерел енергії та їх ефективність, в тому числі при комбінованому використанні. Основна увага буде приділена методам виготовлення та дослідження новітніх конструкційних та функціональних матеріалів, які можуть розширити експлуатаційні межі використання відновлюваних джерел енергії. Буде проаналізовано вплив комплексу фізичних властивостей матеріалів (конструкційних та функціональних) на оптимальну сферу їх застосування. Також буде обговорено вплив відновлювальних джерел енергії, в тому числі конструкційних та функціональних матеріалів, на навколишнє середовище, та встановлено безпечні межі їх використання.

Відповідно до освітньо-професійної програми, вивчення дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» 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 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля;

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

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

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 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;

ФК 10. Здатність застосовувати знання хімії, охорони довкілля, оптимізації технології хімічних виробництв, здатність до їх використання для мінімізації техногенного впливу та відновлення порушених природних екосистем, організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП): Хімія галогенхалькогенних неорганічних сполук (ОК 5); Прикладні аспекти нанохімії (ОК 9).

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-професійної програми, вивчення навчальної дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» 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
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 «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Застосування та поєднання сучасних концепцій та теорій хімії у суміжних науках, таких як фізика та матеріалознавство сприятиме розширенню знань студентів про область використання функціональних та конструкційних матеріалів	ПРН-1
Буде вивчено оптимальні методи синтезу придатні до виготовлення матеріалів з заданими властивостями необхідних розмірів та форми, придатними до подальших досліджень та/або застосування. Навички вимірювання їх параметрів на сучасному обладнанні дозволять встановити їх переваги та недоліки над існуючими.	ПРН-4
Будуть одержані знання необхідні для послідовного виконання запланованого експериментального дослідження.	ПРН-6
Порівняння результатів вимірювань фізичних властивостей, їх аналіз та порівняння дасть змогу вивчити методи покращення функціональних параметрів матеріалів для підвищення їх експлуатаційних характеристик.	ПРН-9
Буде вивчено особливості технологічних режимів синтезу та аналізу різних класів матеріалів. В залежності від їх фізико-хімічних властивостей студент буде вміти провести коректний хімічний експеримент з врахуванням специфіки вихідних компонентів та кінцевого продукту. Також вони одержать необхідні навички для коректного аналізу одержаних у результаті вимірювань результатів.	ПРН-10
Студент здобуде навички, які будуть необхідні для встановлення взаємозв'язку між будовою (кристалічною структурою, формою) матеріалу та його фізичними та хімічними параметрами. Це дозволить проаналізувати можливості зміни (покращення) властивостей матеріалу шляхом варіювання складу, форми та в залежності від методу його одержання.	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 є:

- поточний контроль успішності,
- завдання на лабораторному обладнанні,
- презентація виконаних завдань та досліджень,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит.

Розподіл балів, які отримують здобувачі першого рівня вищої освіти (модуль I)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Лабораторні роботи	Сума
T1–T6	L1	L2	L3	L4	60	50	100
–	10	10	10	10			

T1, T2, T3, T4, T5, T6 – теми лекцій, L1-4 – лабораторні роботи

Розподіл балів, які отримують здобувачі першого рівня вищої освіти (модуль II)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Лабораторні роботи	Сума
T7–T12	L5	L6	L7	L8	60	50	100
–	10	10	10	10			

T7, T8, T9, T10, T11, T12 – теми лекцій, L5-8 – лабораторні роботи

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	-	-	-	-
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	40	4	40
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	-	-	-	-
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	-	-	-	-
Презентація	-	-	-	-
Реферат	-	-	-	-
Есе	-	-	-	-
...	-	-	-	-
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом	2	100	2	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання усних та тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за I та II модульну контрольну роботу становить 60 (100%) балів. Мінімальна кількість балів за I та II модульну контрольну роботу, за яких робота вважається виконаною – 36 (60%) балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики» здійснюється у виді іспиту. Контроль проводиться в усній формі шляхом співбесіди.

Кількість балів, яку набрав студент з дисципліни «Сучасні матеріали «зеленої» енергетики», визначається як середнє арифметичне кількості балів з відповідних модулів дисципліни. Загальна кількість балів складає 100 рейтингових балів (100%). Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	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	Не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення семестрової оцінки (без здачі) – «відмінно», «добре», та «задовільно» (E). Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці «задовільно» (E).

Оцінки FX, F («2») виставляються здобувачам, яким не зараховано, хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Студенту з оцінкою FX дозволяється скласти семестровий контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, здобувач має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (іспиту) не більше 2-х разів, згідно затвердженого графіка.

Студенти, які одержали оцінку F по завершенню вивчення дисципліни (не виконали навчальну програму хоча б з одного модуля, або не набрали за поточну навчальну діяльність з модуля мінімальну кількість балів), повинні пройти повторне навчання за індивідуальним навчальним планом. Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти іспит.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Загальна характеристика та класифікація джерел енергії.

Тема 2. Загальна характеристика та класифікація альтернативних «зелених» джерел енергії.

Тема 3. Енергія сонячного випромінювання. Конструкційні матеріали теплових сонячних колекторів.

Тема 4. Конструкційні та функціональні матеріали фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії.

Тема 5. Енергія вітру. Конструкційні матеріали вітрових електростанцій.

Тема 6. Конструкційні матеріали для геотермальної енергетики.

Модуль 2.

Тема 1. Функціональні та конструкційні матеріали термоелектричних перетворювачів енергії.

Тема 2. Хімічні джерела енергії. Акумулятори.

Тема 3. Функціональні та конструкційні матеріали паливних комірок.

Тема 4. Матеріали для водневої енергетики.

Тема 5. Методи створення конструкційних та функціональних матеріалів для альтернативних «зелених» джерел енергії.

Тема 6. Фізичні методи дослідження конструкційних та функціональних матеріалів.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	усього	У тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
3 – й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Загальна характеристика та класифікація джерел енергії.	10	2	-	-	-	8
Тема 2. Загальна характеристика та класифікація альтернативних «зелених» джерел енергії.	10	2	-	-	-	8
Тема 3. Енергія сонячного випромінювання. Конструкційні матеріали теплових сонячних колекторів.	14	2	-	4	-	8
Тема 4. Конструкційні та функціональні матеріали фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії.	14	2	-	4	-	8
Тема 5. Енергія вітру. Конструкційні матеріали вітрових електростанцій.	14	2	-	4	-	8
Тема 6. Конструкційні матеріали для геотермальної енергетики.	13	2	-	4	-	7
Модульна контрольна робота	-	-	-	-	-	-

Разом за модуль	75	12	-	16	-	47
Модуль 2						
Тема 1. Функціональні та конструкційні матеріали термоелектричних перетворювачів енергії.	10	2	-		-	8
Тема 2. Хімічні джерела енергії. Акумулятори.	10	2	-		-	8
Тема 3. Функціональні та конструкційні матеріали паливних комірок.	14	2	-	4	-	8
Тема 4. Матеріали для водневої енергетики.	14	2	-	4	-	8
Тема 5. Методи створення конструкційних та функціональних матеріалів для альтернативних «зелених» джерел енергії.	14	2	-	4	-	8
Тема 6. Фізичні методи дослідження конструкційних та функціональних матеріалів.	13	2	-	4	-	7
Модульна контрольна робота	-	-	-	-	-	-
Разом за модуль	75	12	-	16	-	47
Разом за семестр	150	24		32		94

6.3. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Вступне заняття. Організація лабораторних занять з курсу. Правила техніки безпеки	4
2	Методи додаткової очистки вихідних компонентів	
3	Синтез складних неорганічних халькогенідів	4
4	Вивчення температурної поведінки та фазового складу	4
5	Вирощування монокристалів складних неорганічних халькогенідів	4
Модуль 2		
6	Виготовлення керамік на основі функціональних неорганічних халькогенідів	4
7	Методи нанесення контактів на функціональні матеріали	4
8	Вимірювання оптичних параметрів	4
9	Вимірювання електричних параметрів	4
Разом		32

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принцип роботи джерел енергії	8
2	Концепція розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики України. Законодавчо-правова та нормативна база нетрадиційної та відновлюваної енергетики України	8
3	Розвиток вітроенергетики в Україні. Екологічні аспекти використання	8

	вітроенергетичних установок	
4	Розвиток сонячної енергетики в Україні.	8
5	Фізика фотоелектричного перетворення сонячної енергії. Принципові схеми засобів перетворення сонячної енергії	8
6	Принципові схеми засобів перетворення енергії водних потоків	7
7	Ґрунт, як відновлювальне джерело теплової енергії	8
8	Екологічні аспекти використання енергії океанів, морів та річок	8
9	Розвиток водневої енергетики в Україні.	8
10	Біохімічні реактори для отримання електроенергії	8
11	Прогресивні методи синтезу, нанесення тонких плівок та одержання нанорозмірних матеріалів	8
12	Сучасні фізичні методи дослідження дефектів конструкційних та функціональних матеріалів	7
Разом		94

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

Технічні засоби: інтерактивні засоби навчання

Обладнання: обладнання кафедри неорганічної хімії та центру колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія експериментальної та прикладної фізики»

Програмне забезпечення: програмні пакети візуалізації та математичної обробки інформації (SciDAVis), програма для фазового аналізу та встановлення структурних параметрів (EXPO 2014), програма для візуалізації кристалічних структур (VESTA).

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Маляренко В. А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник, 2-ге видання. – Харків: Видавництво САГА, 2008. – 320 с.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
3. Energy Materials (Inorganic Materials Series). Ed. D. W. Bruce, R. I. Walton, D. O'Hare. John Wiley & Sons, 2011. – 304 p.
4. C. N. R. Rao, K. Biswas. Essentials of Inorganic Materials Synthesis. Wiley, 2015. – 224 p.
5. Energy Harvesting with Functional Materials and Microsystems. Ed. M. Bhaskaran, S. Sriram, K. Iniewski. CRC Press, 2017. – 290 p.
6. B. Viswanathan. Fundamentals of Chemical Conversion Processes and Applications. Elsevier, 2016. – 394 p.
7. Скубенич К., Біланич В., Погодін А., Філеп М. Електричні, структурні та механічні властивості суперіонних провідників: монографія. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла». 2023. 334 с.

Допоміжна література

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд України. – 2011. – 127 с.
2. СОУ НЕК 341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України. НППЦР ОЕС України, 2019.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. <https://www.sciencedirect.com>
2. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16146840>

**Результати перегляду
робочої навчальної програми дисципліни**

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

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