

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» червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА»

Рівень вищої освіти	перший
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія твердого тіла» для здобувачів першого рівня вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньої програми **Хімія**

Розробник: Сабов Мар'ян Юрійович, доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 12 від «13» листопада 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

© _____ 20__ р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет 20__ р.

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	IV	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 5	8	
	Лекції:	
	24	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	36	
Форма підсумкового контролю: письмова	Самостійна робота:	
	60	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Хімія твердого тіла» є: формування наукових уявлень про тверде тіло їх класифікацію за різними ознаками, їх будову та взаємозв'язок між будовою та властивостями. Ознайомлення студентів з основними методами дослідження твердо тільних матеріалів, поняттями хімії реальних кристалів, теоріями дефектів та їх впливу на фізичні властивості твердих речовин, термодинамікою та кінетикою фазових перетворень.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Хімія твердого тіла» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

1. ОК 6. Вища математика.
2. ОК 7. Фізика.
3. ОК 8. Обчислювальна техніка і основи програмування.
4. ОК 11. Неорганічна хімія.
5. ОК 14. Кристалохімія.
6. ОК 15. Будова речовини.
7. ОК 16. Фізичні методи дослідження.
8. ОК 17. Квантова механіка і квантова хімія
9. ОК 19. Фізична хімія.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	ПРН 8
Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.	ПРН 16
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	ПРН 18
Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	ПРН 19
Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.	ПРН 23
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.	ПРН 24

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Хімія твердого тіла»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти застосовувати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-	ПРН 8

хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	
Вміти застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Вміти виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.	ПРН 16
Вміти демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	ПРН 18
Вміти використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	ПРН 19
Вміти грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.	ПРН 23
Вміти використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.	ПРН 24

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- 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;
- тестування;
- 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.

Форми модульного контролю: поточний контроль та виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 50-бальною шкалою за кожний модуль.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен (8-й семестр). До екзамену допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	100
10	10	10	10	10		

T1, T2 ... – теми

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

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	100
10	10	10	10	10		

T1, T2 ... – теми

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	12	5	15
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні				
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	4	38	5	35
.....				
Презентація				
Реферат				
Есе				
.....				
Модульна контрольна робота		50		50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Хімія твердого тіла» здійснюється у виді екзамену. Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за відповідною шкалою ЄКТС.

Підсумкова оцінка визначається наступними критеріями:

- "відмінно" А (90-100) - якщо студент повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного модульного контролю в цілому;
- "добре" В (82-89) - якщо студент недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та модульного поточного контролю в цілому;
- "добре" С (74-81) - якщо студент недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та модульного поточного контролю в цілому виконав не повністю;
- "задовільно" D (64-73) - якщо студент засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми модульного контролю не виконав;
- "задовільно" E (60-63) - якщо студент засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та модульного контролю в цілому;
- "не задовільно" Fx (35-59) - якщо студент не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та модульного контролю в цілому;
- "не задовільно" Fx (35-59) - якщо студент не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст кожної теми навчальної дисципліни, не виконав модульного контролю.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

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

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
74-81	зараховано	C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
60-63	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Особливості твердого стану речовин

Тема 1. Предмет та завдання хімії твердого тіла.

Особливості конденсованого стану. Хімія твердого тіла як наука. Предмет, завдання, історія хімії твердого тіла. Вклад науковців кафедри неорганічної хімії УжНУ у розвиток хімії твердого тіла на Україні. Агрегатні стани речовин. Конденсований стан речовин. Типи конденсованого стану.

Тема 2. Кристалічний стан, принципи побудови кристалів.

Характеристики кристалічної будови. Описова кристалохімія моно- та гетероатомних структур. Види найщільніших упаковок, тетраедричні та октаедричні пустоти. Металічні, іонні ковалентні молекулярні кристали. Фактори, що впливають на структуру кристалу. Класифікація твердих тіл за характером хімічного зв'язку.

Тема 3. Реальні кристали.

Ідеальні та реальні кристали. Типи дефектів. Поняття про фазові перетворення та їх класифікація.

Тема 4. Характеристика методів дослідження твердофазних матеріалів.

Загальний огляд методів дослідження твердофазних матеріалів. Дифракційні та мікроскопічні методи. Термічні методи дослідження. Спектральні методи дослідження.

Тема 5. Некристалічні тверді стани.

Квазікристалічний стан. Рідкокристалічний стан. Аморфний та склоподібний стан.

Модуль 2. Властивості твердо тільних матеріалів

Тема 1. Електричні властивості та зонна структура твердих тіл.

Класифікація твердих тіл по провідності. Метали, напівпровідники та діелектрики. Основи зонної теорії. Електронна структура твердих тіл. Енергетичні зони у кристалах. Метали, діелектрики та напівпровідники з погляду зонної теорії.

Тема 2. Напівпровідникові та діелектричні матеріали.

Основні типи напівпровідникових матеріалів. Діелектричні властивості матеріалів їх застосування.

Тема 3. Магнітні та оптичні властивості твердих тіл.

Поведінка речовин у магнітному полі. Природа діа- і парамагнетизму. Основні структурні типи магнітних матеріалів. Явище надпровідності. Види взаємодії світла з твердим тілом. Поглинання світла кристалами. Лазерний ефект та лазерні матеріали.

Тема 4. Іонні провідники.

Критерії виникнення суперіонного стану твердих тіл. Типові іонні кристали. Застосування твердих електролітів.

Тема 5. Реакційна здатність твердих тіл.

Природа твердофазних реакцій. Класифікація твердо фазних реакцій за різними ознаками.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
8-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Предмет та завдання хімії твердого тіла.	5	2				3
Тема 2. Кристалічний стан, принципи побудови кристалів.	19	4		8		7
Тема 3. Реальні кристали.	12	2		4		6
Тема 4. Характеристика методів дослідження твердофазних матеріалів.	14	2		4		8
Тема 5. Некристалічні тверді стани.	12	2		4		6
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	62	12		20		30
Модуль 2						
Тема 1. Електричні властивості та зонна структура твердих тіл.	12	4		4		4
Тема 2. Напівпровідникові та діелектричні матеріали.	14	2		4		8
Тема 3. Магнітні та оптичні властивості твердих тіл.	12	2		4		6
Тема 4. Іонні провідники.	14	2		4		8
Тема 5. Реакційна здатність твердих тіл.	6	2				4
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	58	12		16		30
Разом за семестр	120	24		36		60

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Ознайомлення з програмним середовищем VESTA	4	
2	Візуалізація кристалічних структур за допомогою програми VESTA	4	
3	Градування термографічної установки за реперними речовинами.	4	
4	Визначення температури фазового переходу	4	
5	Визначення густини пікнометричним методом	4	
6	Визначення густини методом гідростатичного зважування	4	
7	Визначення температури фазового переходу	4	
8	Визначення ентальпії та ентропії фазового переходу	4	
9	Вивчення мікроструктури.	4	
		36	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тенденції розвитку хімії твердого тіла	3	
2	Агрегатні стани речовин. Конденсований стан речовин. Типи конденсованого стану.	4	
3	Характеристики кристалічної будови. Типові структури простих речовин.	4	
4	Застосування оптичної та електронної мікроскопії для дослідження твердих речовин.	4	
5	Контактні явища на межі розділу твердих тіл метал-напівпровідник.	4	
6	Методи модифікації властивостей напівпровідникових матеріалів.	3	
7	Контактні явища на межі розділу твердих тіл та розчинів.	4	
8	Основні технологічні процеси у напівпровідниковій техніці.	4	
9	Напівпровідникові матеріали з функціональними можливостями (діоди, транзистори, термістори, магнітні напівпровідники, фото чутливі елементи, світловипромінюючі елементи, матеріали для напівпровідникових лазерів).	4	
10	Шляхи оптимізації термоелектричних параметрів.	4	
11	Застосування діелектриків.	3	
12	Антистоксовські люмінофори.	3	
13	Методи дослідження іонних провідників.	4	
14	Основні структурні типи магнітних матеріалів. Принципи пошуку нових магнітних матеріалів.	4	
15	Застосування твердих електролітів.	4	
16	Надпровідні матеріали.	4	
	Разом	60	

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

Технічні засоби: мультимедійний проектор

Обладнання: порошковий дифрактометр ДРОН 4, термограф, спектрофотометр

Програмне забезпечення: Vesta, powderCell, SciDAVIS

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Є.Ю. Переш, В.М. Різак, О.О. Семрад. Хімія твердого тіла. Ужгород: ТДВ «Патент», 2011. - 448 с.
2. І.Є.Барчій, Є.Ю.Переш, В.М.Різак, В.О.Худолій. Гетерогенні рівноваги. Ужгород: "Закарпаття", 2003. - 209 с.
3. С.І.Пінчук, О.Е.Чегеринець Хімія твердого тіла (короткий курс): підручник. ТОВ Видавничий дім «АртЕК», 2018, 124 с.

Допоміжна література

1. Lesley E.Smart, Elaine A.Moore Solid State Chemistry. CRC Press Taylor & Francis Group, 2005. – 486 p.
2. Dann, S.E. Reactions and Characterization of Solids. Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2000.– 201 p.
3. West, Anthony R. Solid state chemistry and its applications /– Second edition, student edition. 2014 John Wiley & Sons, Ltd, 556 p.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://cosmolearning.org/courses/3091-introduction-to-solid-state-chemistry/>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)