

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІ хімії та екології

проф. Василь ЛЕНДЄЛІ

« 27 » червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ»

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

Ужгород – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Технологія матеріалів електронної техніки»
для здобувачів другого рівня вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки
спеціальності 102 Хімія освітньої програми Хімія

Розробник: Зубака Оксана Василівна., доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри
неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

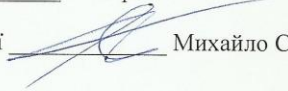
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 12 від «13» 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

© _____ 20__ р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет 20__ р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів СКТС – 4	Рік підготовки
Загальна кількість годин – 120	перший
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –4 самостійної роботи студента – 6	I
	Лекції:
	18
	Лабораторні:
	24
Вид підсумкового контролю: залік	Самостійна робота:
	78

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Технологія матеріалів електронної техніки**»: підготовка хіміків-технологів для роботи в лабораторіях наукових і заводських установ, а також цехах підприємств, де ведеться пошук, дослідження, засвоєння та розробка технологій і виготовлення матеріалів для напівпровідникової техніки та оптоелектроніки.

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

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

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

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумов для вивчення навчальної дисципліни «**Технологія матеріалів електронної техніки**» немає.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Хімія**», вивчення навчальної дисципліни покращить досягнення здобувачами освіти таких результатів навчання:

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.

Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

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,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усна

Форми модульного контролю: письмова.

Форми підсумкового семестрового контролю: усна

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Поточне та підсумкове оцінювання знань студентів здійснюється за 100-бальною системою за модуль – по 50 балів за модульну контрольну роботу та 50 балів виставляє викладач на підставі результатів перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни (теоретичний компонент оцінки, який складається з сумарних результатів проведених викладачем опитувань студентів і тестування) та індивідуальної (самостійної) роботи студента (практичний компонент – реферат, доповідь, стаття, есе тощо).

Критерії оцінювання знань та підсумкового контролю

Оцінка знань, умінь та практичних навичок студента з навчальної дисципліни здійснюється за 100-бальною системою.

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів:

- Поточного контролю знань;
- Підсумкового контролю знань (залік/іспит).

Поточний контроль знань студентів здійснюється за 2 складовими:

- Контроль систематичності та активності роботи студента протягом семестру;
- Контроль за виконанням модульних завдань.

При контролі систематичності та активності роботи студента оцінці підлягають:

- Відвідування практичних занять;
- Активність на практичних заняттях;
- Рівень засвоєння знань програмного матеріалу;
- Підготовка і презентація рефератів тощо.

Модульний контроль

Протягом семестру студенти виконують 2 модульні завдання, які оцінюються в діапазоні від 0 до 50 балів. Модульне завдання виконується у вигляді письмової контрольної роботи і включає 5 теоретичних питань та 5 тестових завдань.

Підсумкова оцінка з дисципліни

Контроль успішності студента здійснюється з використанням методів і засобів, що визначаються університетом. Академічні успіхи студента визначаються за допомогою системи оцінювання, що використовується в УжНУ, ресструється прийнятим в університеті чином з обов'язковим переведенням оцінок до національної шкали та шкали ECTS.

За результатами підсумкової атестації зі змістового модуля (дисципліни) результати оцінювання перераховуються в шкалу оцінювання ECTS та національну шкалу.

Студент, який в результаті поточного оцінювання отримав 60 балів, і отриманий бал його влаштовує, має право не складати іспит з дисципліни. У такому випадку в заліково-екзаменаційну відомість заноситься загальна підсумкова оцінка. Якщо студент хоче покращити підсумкову оцінку, він має складати іспит.

Студент, який в результаті підсумкового оцінювання отримав менше 60 балів, зобов'язаний складати іспит з дисципліни. У разі, коли відповіді студента під час заліку оцінені менш ніж у 60 балів, виставляється незадовільна оцінка.

Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється за шкалою, наведеною в таблиці.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
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

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти за модуль

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульні контрольні роботи	Сума
Тема 1	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	50	100
10	10	10	10	10		

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Змістовий модуль 1. Твердотільні матеріали в техніці.

Тема 1. Вступ. Хімія, технологія і властивості твердотільних матеріалів.

Твердотільні матеріали: хімія, технологія, властивості та практичне використання. Коротка історія технології матеріалів. Конструкційні та функціональні неорганічні матеріали. Елементи органічної хімії твердого тіла. Органічні твердотільні матеріали з особливими електрофізичними властивостями. Роль хімії і технології у виробництві матеріалів електронної і лазерної техніки.

Змістовий модуль 2. Деякі питання вакуумної техніки.

Тема 1. Практика створення вакууму.

Деякі питання вакуумної техніки. Практика створення вакууму. Основні поняття про вакуум. Ступені вакууму: низький, середній, високий, надвисокий. Створення вакууму. Вакуумні насоси: проточні, сорбційні, радіометричні, імплантаційні, каталітичні. Основні параметри вакуумних насосів.

Тема 2. Вимірювання вакууму.

Вакуумметри: рідинні, деформаційні, компресійні, радіометричні, в'язкостні, теплові, іонізаційні. Вакуумні матеріали та конструкції. Вакуумні системи та техніка їх монтажу. Використання вакууму в хімічній технології.

Змістовий модуль 3. Одержання речовин високої чистоти.

Тема 1. Речовини високої чистоти в електроніці та лазерній техніці.

Характеристика речовин високої чистоти, що використовуються в електронній та лазерній техніці. Класифікація, стандартизація та маркування речовин по ступені чистоти. Правила поводження з матеріалами високої чистоти та їх зберігання. Тара, контейнери. Спецодяг робочого персоналу, робочий режим. Загальна характеристика методів очистки матеріалів і реактивів. Критерії вибору методів очистки.

Тема 2. Фізико-хімічні методи очистки речовин.

Загальна характеристика фізико-хімічних методів очистки. Відкрита переплавка, переплавка у вакуумі, перегонка (дистиляція), возгонка (сублімація), фільтрування, адсорбційне співосадження із розчину, рідинна екстракція, хроматографічні методи очистки, електроліз, перекристалізація із розчину, направлена кристалізація, зонне топлення.

Тема 3. Хімічні методи очистки речовин.

Селективне розчинення. Осадження. Відновлення. Термічна дисоціація (карбонільна, гідридна, йодидна технології). хімічні транспортні реакції як метод очистки. Одержання води високої чистоти (перегонка, іоніти).

Змістовий модуль 4. Деякі питання синтезу неорганічних речовин.

Тема 1. Класифікація методів синтезу неорганічних речовин.

Класифікація методів синтезу неорганічних речовин: прямі і непрямі, стехіометричні і нестехіометричні. Синтез речовин у відкритій системі. Особливості синтезу речовин у замкнутій системі. Одержання неорганічних речовин у проточній системі.

Тема 2. Однотемпературний і двохтемпературний метод синтезу. Вибір методу синтезу.

Однотемпературний і двохтемпературний методи синтезу. Метод обмінних реакцій. Хімічні транспортні реакції як метод синтезу (хімічна сублімація). Керамічний синтез. Одержання сполук із високим тиском дисоціації з індиферентного розчинника. Методи синтезу тернарних сполук, що містять лужні метали. Контейнери для синтезу; вимоги до матеріалів, з яких вони виготовляються. Вибір методу синтезу в залежності від природи і властивостей вихідних речовин та цільових продуктів. Шляхи розробки оптимального режиму синтезу.

Змістовий модуль 5. Практика одержання неорганічних функціональних матеріалів

Тема 1. Технологія одержання кристалів із газової фази.

Основні принципи підготовки вихідної сировини. Універсальність методу. Зона джерела і зона кристалізації. Фізико-хімічні закономірності кристалізації з участю хімічних реакцій: хімічний транспорт, розклад сполук, синтез в паровій фазі. Вирощування ниткоподібних кристалів. Епітаксціальний ріст кристалів з газової (парової) фази.

Тема 2. Вирощування кристалів із розчинів.

Кристалізація з розчинів як найпоширеніший метод. Криві розчинності речовин. Фізико-хімічні основи вирощування кристалів з розчинів. Одно-і багатокомпонентні водні або неводні розчини та розплави. Вирощування кристалів з перегрітих водних розчинів (гідротермальний метод).

Тема 3. Фізико-хімічні основи одержання кристалів із розплаву.

Поширеність методу при одержанні матеріалів для техніки. Фізико-хімічні основи вирощування кристалів з розплаву. Кінетика кристалізації з розплавів. Повздовжній і радіальний градієнти температур. Розподіл домішок при вирощуванні кристалів. Процеси тепло- і масопереносу. Контейнерні матеріали. Атмосфера кристалізації. Вибір режиму кристалізації та відпалу. Класифікація методів вирощування кристалів з розплавів. Методи одностороннього охолодження розплаву: Таммана, Обреїмова і Шубнікова, Бріджмена, Стокбаргера, Степанова, Стронга і Штебера. Зонна перекристалізація речовин. Методи одержання кристалів витягуванням затравки з розплаву: Наккена, Кіропулоса, Чохральського.

Змістовий модуль 6. Одержання товстих шарів, тонких плівок і покриттів

Тема 1. Одержання товстих шарів, тонких плівок і покриттів.

Застосування товстих шарів, тонких плівок та різних покриттів в електронній, лазерній та напівпровідній техніці. Підготовка вихідних речовин для одержання товстих шарів та тонких плівок. Епітаксціальне нанесення товстих шарів та тонких плівок. Класифікація методів одержання товстих шарів, тонких плівок і покриттів.

Тема 2 : Фізичні та хімічні методи одержання тонких плівок і покриттів.

Фізичні методи: термічне випаровування, молекулярно-променева епітаксія, катодне і магнетронне розпорошення. Іонне випаровування. Хімічні методи: хімічне осадження із парової фази, піроліз аерозолей, термоліз металоорганічних та елементорганічних сполук, метод золь-гель, трафаретний друк. Використання товстих шарів, тонких плівок в різних галузях техніки.

Змістовий модуль 7. Обробка кристалічних матеріалів.

Тема 1. Обробка кристалічних матеріалів.

Механічна обробка кристалічних матеріалів. Одержання заготовок і платівок, вимоги до них. Різання кристалів (орієнтоване і неорієнтоване). Методи орієнтації монокристалів (рентгенівський і оптичний). Методи різання злитків на платівки та кристали: з використанням алмазовмісних дисків, стальними полотнами, дротами, скрайбування, ультразвукова абразивна обробка. Шліфування та полірування платівок і кристалів. Хімічне полірування. Хімічна і електрохімічна обробка поверхні кристалів. Очистка і стабілізація поверхні, профілювання поверхні. Хімічне травлення. Травники і їх селективна дія. Фігури травлення і виявлення дислокацій. Електролітичне травлення і полірування, їх перевага над хімічними.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	денна форма			
	усього			
	л	лаб.	с.р.	
1	2	3	4	5
Модуль 1				
Змістовий модуль 1. Твердотільні матеріали в техніці.				
Тема 1. Вступ. Хімія, технологія і властивості твердотільних матеріалів.	6	1		4
Разом за змістовим модулем 1	5	1		4
Змістовий модуль 2. Деякі питання вакуумної техніки.				
Тема 1. Практика створення вакууму. Вимірювання вакууму.	10	1	4	4
Разом за змістовим модулем 2	9	1	4	4
Змістовий модуль 3. Одержання речовин високої чистоти.				
Тема 1. Речовини високої чистоти в електроніці та лазерній техніці.	6	1		4
Тема 2. Фізико-хімічні методи очистки речовин.	6	1		4
Тема 3. Хімічні методи очистки речовин.	10	2	4	4
Разом за змістовим модулем 3	20	4	4	12
Змістовий модуль 4. Деякі питання синтезу неорганічних речовин.				
Тема 1. Класифікація методів синтезу неорганічних речовин.	10	1	4	6
Тема 2. Однотемпературний і двохтемпературний метод синтезу. Вибір методу синтезу.	8	1		6
Разом за змістовим модулем 4	18	2	4	12
Модуль 2				
Змістовий модуль 5. Загальні поняття і теорії росту кристалів.				
Тема 1. Фізико-хімічні основи процесу кристалізації. Теорії росту кристалів.	8	2	-	6
Разом за змістовим модулем 5	8	2	-	6
Змістовий модуль 6. Практика одержання кристалів.				
Тема 1. Технологія одержання кристалів із газової фази.	10	2	-	6
Тема 2. Вирощування кристалів із розчинів.	13	1	6	6
Тема 3. Фізико-хімічні основи одержання кристалів із розплаву.	13	1	6	6
Тема 4. Безтигельні методи одержання кристалів із розплаву.	9	1	-	6
Тема 5. Вирощування кристалів із розчинів-розплавів	7	1	-	6
Разом за змістовим модулем 6	52	6	12	30
Змістовий модуль 7. Обробка кристалічних матеріалів.				
Тема 1. Обробка кристалічних матеріалів.	8	2	-	6
Разом за змістовим модулем 7	8	2	-	6
Усього годин	120	18	24	78

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Правила техніки безпеки при роботі у лабораторії спецпрактикуму. Одержання та вимірювання вакууму.	4
2	Прямий однотемпературний синтез бінарних напівпровідників в замкнутому об'ємі.	4
3	Очистка речовин методом вакуумної сублимації.	4
4	Одержання кристалів із розчину.	6
5	Одержання монокристалів із розплаву.	6

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Хімія, технологія і властивості твердотільних матеріалів.	4
2	Практика створення вакууму. Вимірювання вакууму.	4
3	Речовини високої чистоти в електроніці та лазерній техніці.	4
4	Фізико-хімічні методи очистки речовин.	4
5	Хімічні методи очистки речовин.	4
6	Класифікація методів синтезу неорганічних речовин.	4
7	Однотемпературний і двохтемпературний метод синтезу. Вибір методу синтезу.	6
8	Фізико-хімічні основи процесу кристалізації. Теорії росту кристалів.	6
9	Технологія одержання кристалів із газової фази.	6
10	Вирощування кристалів із розчинів.	6
11	Фізико-хімічні основи одержання кристалів із розплаву.	6
12	Безтигельні методи одержання кристалів із розплаву.	6
13	Вирощування кристалів із розчинів-розплавів.	6
14	Одержання товстих шарів, тонких плівок і покриттів	6
15	Обробка кристалічних матеріалів.	6

7. Методичне забезпечення

1. Переш Є.Ю., Кун Г.В., Кохан О.П., Зубака О.В. «Технологія матеріалів електронної техніки». Ужгород, вид. «Говерла» - 2016.- 64 с.
2. Переш Є.Ю., Кун Г.В., Зубака О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт спецкурсу «Методи очистки і синтезу неорганічних речовин» (для студентів 4-5 курсів). Ужгород, 2004.- 38с.
3. Переш Є.Ю., Кун Г.В., Зубака О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт спецкурсу «Технологія матеріалів електронної техніки» (для студентів 4-5 курсів). Ужгород, 2004.- 30с.

8. Рекомендована література

Базова

1. Є.Ю.Переш, В.М.Різак, О.О.Семрад. Хімія твердого тіла. Ужгород: «Патент», 2011. -447с.
2. Крилик, Л. В Матеріали електронної техніки : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 120 с

Допоміжна

1. Готра З. Ю. Технологія електронної техніки / З. Ю. Готра. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – Т. 1. – 888 с.
2. Готра З. Ю. Технологія електронної техніки / З. Ю. Готра. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – Т. 2. – 884 с.
3. Василенко І. І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: навч. посібник / Василенко І. І., Широков В. В., Василенко Ю. І. – Львів : «Магнолія 2006», 2008. – 242 с.
- 4.Н.Я.Карханіна. Технологія напівпровідникових матеріалів. -К. Вища школа, 1961.-252с.
5. Прищепа М. М. Мікроелектроніка. Ч. 1. Елементи мікроелектроніки / М. М. Прищепа, В. П. Погребняк. – Київ : Вища школа, 2004. – 432 с.

9. Інформаційні ресурси

1. www.mirknig.com/.../1181536227=technologiya-material

