

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ІНІХЕ
проф. Василь ЛЕНДЕЛ

«27» серпня
2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЯ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК

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

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія комплексних сполук» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальностей: 102 Хімія.

Розробники: Чундак Степан Юрійович, д.х.н., професор, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри екології та охорони навколишнього середовища

протокол № 12 від «22» 06 2023 р.

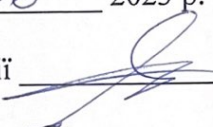
Завідувач кафедри

 Сергій СУХАРЄВ

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ

протокол № 10 від «26» 06 2023 р.

Голова науково-методичної комісії

 Михайло СЛИВКА

Степан ЧУНДАК, 2023 р.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	IV - ий	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2	7- ий	-
	Лекції:	
	26	-
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	18	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	46	-

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Хімія комплексних сполук» є ознайомлення студентів з основними типами комплексних сполук, їх будовою, властивостями, природою хімічного зв'язку, теоріями, що пояснюють будову, стереохімію комплексних сполук, методами дослідження комплексних сполук у твердому стані та розчині. Звертається увага на використання методів ГЧ-спектроскопії, спектрофотометрії, дериватографії, магнетохімії на будову комплексних сполук, їх склад у розчині. Розглядаються методи визначення стійкості комплексних сполук у розчинах.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність працювати у команді.
- ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 8. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
- ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
- ФК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.
- ФК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.
- ФК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.
- ФК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

- ОК 11 Неорганічна хімія;
- ОК 13 Аналітична хімія;
- ОК 14 Кристалохімія;
- ОК 15 Будова речовини;
- ОК 16 Фізичні методи дослідження
- ОК 17 Квантова механіка та квантова хімія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Описувати хімічні дані у символічному вигляді.	3
Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	4
Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі	6
Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.	7
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури	21

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

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Після вивчення дисципліни, студенти будуть вміти описувати будову комплексних сполук у символічному вигляді.	3
Вивчення курсу, дасть можливість розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	4
Після вивчення курсу, здобувачі будуть розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі	6
Вивчення курсу, забезпечить можливість застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.	7
Опанування навчальної дисципліни покращить навички у здійсненні моніторингу та аналізу наукових джерел інформації та фахової літератури	21

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:

- | | |
|----------------------------------|--|
| – залік; | – презентації результатів виконаних завдань та досліджень; |
| – тести; | – презентації та виступи на наукових заходах. |
| – наскрізні та командні проєкти; | |
| – реферати; | |

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання практичних завдань, виступів на семінарських заняттях, проведення контрольних робіт та колоквиумів. Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом перевірки виконаних завдань на практичних та індивідуальних заняттях, написання рефератів.

Форма модульного контролю: письмові контрольні роботи.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, передбаченого робочою програмою навчальної дисципліни.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	50	100
6	6	7	6	6	7	6	6		

T1 - Комплексні сполуки: основні поняття, загальна характеристика.; T2 - Координаційна теорія будови комплексних сполук А.Вернера; T3 - Методи синтезу комплексних сполук; T4 - Ізомерія синтезу комплексних сполук; T5 - Класифікація комплексних сполук; T6 - Хімічний зв'язок в комплексних сполуках; T7 - Теорія молекулярних орбіталей; T8 - Кінетика та механізм реакцій утворення координаційних сполук.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T9	T10	T11	T12	T13	T14	50	100
8	8	8	8	8	10		

T9 - Методи дослідження комплексів у твердому стані; T10 - Використання ІЧ-спектроскопії для доказу будови комплексних сполук; T11 – Магнітні властивості комплексів; T12 - Дослідження комплексних сполук у розчині; T13 – Використання електрохімічних методів аналізу для дослідження складу комплексних сполук; T14 - Практичне використання комплексних сполук

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кіль- кість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кіль- кість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття	3	40	2	40
Презентація	1	10	-	-
Реферат	-	-	1	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом	5	100	4	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент не повністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без підсумкового іспиту) – «відмінно», «добре», і «задовільно». Студент має право підвищити оцінку, складаючи залік. Критерії оцінювання на заліку є аналогічними до критеріїв, що застосовуються до модульної контрольної роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		<i>для іспиту</i>
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Комплексні сполуки: основні поняття, загальна характеристика.

Визначення комплексних сполук. Основні етапи в історії розвитку хімії комплексних сполук. Ранні теорії будови комплексних сполук. Класифікація комплексних сполук. Загальні поняття про комплексні сполуки. Молекулярні сполуки. Клатрати та сполуки включення. Комплексні іони та нейтральні комплекси. Подвійні та комплексні солі.

Тема 2. Координаційна теорія будови комплексних сполук А.Вернера.

Координаційна теорія будови комплексних сполук А.Вернера: головна та побічна валентність, зовнішня та внутрішня сфери комплексної сполуки. Координаційне число, дентатність ліганду. Номенклатура комплексних сполук. Поняття про константи стійкості комплексів. Уявлення про інертні та абільні комплекси. Ізомерія координаційних сполук. Види ізомерії. Геометрична та оптична ізомерія. Сольватна (гідратна) ізомерія. Ізомерія зв'язку. Іонізаційна ізомерія. Структурна ізомерія. Просторова інтерпретація координаційних чисел.

Тема 3. Методи синтезу комплексних сполук.

Методи синтезу комплексних сполук у твердому, рідкому і газоподібному стані. Типи реакцій, які використовуються при синтезі комплексних сполук. іонного обміну. Екстракція. Реакції окислення - відновлення. Темплатний синтез. Електрохімічний синтез та прямий синтез.

Тема 4. Ізомерія комплексних сполук.

Ізомерія комплексних сполук: геометрична, координаційна, гідратна, сольватна, іонізаційна, сумарна. Геометрична інтерпретація будови комплексних сполук з різними координаційними числами.

Тема 5. Класифікація комплексних сполук.

Класифікація комплексних сполук. Реакційна активність комплексних сполук. Правило Пейроне, правило Ієргенсена, правило Чугаєва, правило Курнакова. Найпростіші методи виявлення внутрішньої сфери та позасферних іонів в координаційних сполуках. Застосування методу електропровідності для визначення координаційної сфери. Взаємний вплив координованих груп. Закономірність транс-впливу І.І. Черняєва.

Тема 6. Хімічний зв'язок в комплексних сполуках.

Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Метод валентних зв'язків. Гібридизація атомних орбіталей. Іонні та ковалентні комплекси. Донорно-акцепторний характер ковалентних σ -зв'язків у комплексах. Принцип електронейтральності.

Тема 7. Теорія молекулярних орбіталей.

Зв'язуючі та розпушуючі орбіталі. Умови утворення π -орбіталей. Основні положення теорії кристалічного поля. Розщеплення термів центрального атома кристалічним полем.

Тема 8. Кінетика та механізм реакцій утворення координаційних сполук.

Рівняння швидкості реакції. Інертні та лабільні комплекси. Механізм реакцій заміщення в октаедричних комплексах, в квадратних комплексах, в реакціях окислення-відновлення.

Модуль 2**Тема 9. Методи дослідження комплексів у твердому стані.**

Методи розкладу комплексів. Методи визначення металу, карбону, нітрогену, галогенів хімічними методами.

Тема 10. Використання ІЧ-спектроскопії для доказу будови комплексних сполук.

Умови запису ІЧ-спектрів та їх інтерпретація. Деріватографічний аналіз в хімії комплексних сполук. ДТА, ДТG-криві. Аналіз деріватограми комплексної сполуки.

Тема 11. Магнітні властивості комплексів.

Рентгеноструктурний аналіз комплексних сполук. Можливості методу та інтерпретація результатів. Використання ЕОМ в інтерпретації результатів аналізу.

Тема 12. Дослідження комплексних сполук у розчині.

Використання спектрофотометрії для визначення складу та стійкості комплексів. Константи стійкості комплексів.

Тема 13. Використання електрохімічних методів аналізу для дослідження складу комплексних сполук.

Потенціометрія. Полярографія. Електропровідність розчинів комплексних сполук. Функція утворення Б'єррума, функція закомплексованості Фронеуса.

Тема 14. Практичне використання комплексних сполук.

Застосування координаційних сполук в аналітичній хімії: в гравіметрії (порівняння еорганічних і органічних осаджувачів), в титриметрії, спектрофотометрії, флуоресценції. Маскування. Використання різнолігандних комплексів. Екстракція. Сорбційне концентрування. Координаційні сполуки в хімічній технології (присадки для підвищення октанового числа палива, виробництво рідкісних та кольорових металів, нанесення металічних покриттів, металокомплексний каталіз), біології, медицині та сільському господарстві.

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	
1-ий семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Комплексні сполуки: основні поняття, загальна характеристика.	6	2	-	2	-	2
Тема 2. Координаційна теорія будови комплексних сполук А.Вернера.	7	2	-	-	1	4
Тема 3. Методи синтезу комплексних сполук..	12	1	-	2	1	8
Тема 4. Ізомерія синтезу комплексних сполук.	1	1	-	-	-	-
Тема 5. Класифікація комплексних сполук.	9	2	-	4	1	2
Тема 6. Хімічний зв'язок в комплексних сполуках.	5	2	-	-	1	2
Тема 7. Теорія молекулярних орбіталей.	11	2	-	4	1	4
Тема 8. Кінетика та механізм реакцій утворення координаційних сполук.						
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	53	14	-	12	5	22
Модуль 2						
Тема 9. Методи дослідження комплексів у твердому стані.	4	2	-	-	-	2
Тема 10. Використання ІЧ-спектроскопії для доказу будови комплексних сполук.	5	2	-	2	1	-
Тема 11. Магнітні властивості комплексів.	8	1	-	2	1	4
Тема 12. Дослідження комплексних сполук у розчині.	2	1	-	-	1	-
Тема 13. Використання електрохімічних методів аналізу для дослідження складу комплексних сполук.	9	2	-	2	1	4
Тема 14. Практичне використання комплексних сполук.	7	2			1	4
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	37	12	-	6	5	14
Разом за семестр	90	26	-	6	10	36

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Загальні властивості координаційних сполук. Порівняльні властивості комплексів. Координаційна теорія А.Вернера. Номенклатура координаційних сполук. Класифікація та природа хімічного зв'язку.	2
2	Синтез комплексної сполуки в аморфній формі.	4
3	Кристалізація хелатного комплексу в монокристалічній формі.	4
4	Аналіз комплексних сполук на вміст металу (визначення Co^{2+}).	4
5	Аналіз комплексних сполук на вміст ліганду (визначення Cl^-).	4
Разом		18

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Ранні теорії будови комплексних сполук.	2
2	Теорія будови комплексних сполук А.Вернера.	4
3	Номенклатура комплексних сполук: Вернерівська та сучасна.	4
4	Методи синтезу комплексних сполук.	2
5	Ізомерія комплексних сполук.	4
6	Реакційна здатність комплексних сполук.	4
7	Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках.	4
8	Методи дослідження комплексних сполук в твердому стані.	4
9	Методи дослідження комплексних сполук в розчині.	4
10	Використання комплексних сполук в аналітичній хімії, технологіях та ін.	4
Разом		36

6.5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне навчально-дослідне завдання, студент виконує за рахунок годин самостійної роботи під загальним керівництвом викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні класи координаційних сполук.	1
2	Ацидосполуки (галогеніди, псевдогалогеніди, оксо- та гідроксокомплекси, комплекси з кисень-вмістними аніонами, ізо- та гетерополікислоти).	1
3	Особливості утворення координаційних сполук з комплексонами та металохромними індикаторами, краун-етерами та аза-макроциклами.	1
4	Оптичні властивості комплексів: вплив центрального атома на забарвлення хелатів, хромофорні та ауксохромні групи лігандів, флуоресценція.	1
5	Нефелоксетичний рядлігандів	1
6	Використання уявлень про будову координаційних сполук для пояснення їх окисно-відновних властивостей, стабілізації “незвичайних” ступенів окислення, стійкості, розчинності, леткості, тощо.	1
7	Теорія кристалічного поля та будова і властивості комплексних сполук.	1
8	Комплексні сполуки з органічними лігандами. Хелатні та внутрішньокмплесні сполуки.	1
9	Роль комплексних сполук у медицині.	2
Всього		10

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

Технічні засоби: хімічний лабораторний посуд (колби, пробірки, мірний циліндр, скляні палики, бюретки, тощо). Сухі неорганічні солі та їх розчини, розчини кислот і лугів.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Чундак С.Ю., Барчій І.Є. Основи хімії комплексних сполук: навчальний посібник. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. - 133 с.
2. Скопенко В. В. Координаційна хімія / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. – К.: Либідь, 2004 – 423 с.
3. Алексеев С.О. Хімія комплексних сполук: навчальний посібник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2010.
4. Хімія координаційних сполук/ В.О. Стародуб, О.В. Берзеніна, Т.М. Стародуб, О.В. Штеменко. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2016 – 286 с.
5. Скопенко В.В. Координаційна хімія. Практикум / В.В. Скопенко, В.Я. Зуб. – К.: Київський університет, 2002 – 332 с.
5. Скопенко В.В. Координаційна хімія. Практикум / В.В. Скопенко, В.Я. Зуб. – К.: Київський університет, 2002 – 332 с.

Допоміжна література

1. Руденко Н.П. Комплексні сполуки: Навч. посібник. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. – 36 с.
2. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С., Кінджибало В.В. Основи загальної хімії / За ред. В.С. Телегуса: Підручник. – Львів: Світ, 2000. - 424 с.
3. Дейкало Г. О. Координаційні сполуки: Практикум із загальної і неорганічної хімії для студентів хіміко-технологічних спеціальностей та харчових технологій. -Черкаси : ЧДТУ, 2008. – 75 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/24342> (Чундак С.Ю., Барчій І.Є. Основи хімії комплексних сполук: навчальний посібник.).
2. https://nmetau.edu.ua/file/rudenko_n.p.kompleksni_spoluki.2008.pdf (Руденко Н.П. Комплексні сполуки: Навч. посібник.)

Додаток 2

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)