

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Кафедра хімічних технологій та ресурсозбереження

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету хімічних та
біофармацевтичних технологій



Мелішкін Реріко
(Підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)
06 20 25 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 02. Технології захисту навколишнього середовища

Факультет хімічних та біофармацевтичних технологій

Київ
2025 рік

РОЗРОБЛЕНО: Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Макєєва Ірина Сергіївна, канд. хім. наук, доцент

Схвалено вченою радою факультету хімічних та біофармацевтичних технологій
від «11» 06 2025 року, протокол № 12

Схвалено науково-методичною радою факультету хімічних та біофармацевтичних
технологій
від «11» 06 2025 року, протокол № 8

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедр хімічних технологій та
ресурсозбереження
Протокол від «06» 06 2025 року № 19

Завідувач кафедри _____ Вікторія ПЛАВАН
(підпис)

Погоджено:

Гарант ОП ХТР _____ Ірина ЛЯШОК
(повна назва кафедри) (підпис)

«06» 06 2025р.

1 ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика дисципліни	
	очна форма здобуття вищої освіти	заочна, дистанційна форма здобуття вищої освіти
Кількість годин / кредитів – 120/4	обов'язкова	
Змістові модулі – 2	Рік підготовки:	
Розділи –	4-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання –	Семестр	
	7 та 8-й	____-й
	Лекції	
	12 год.	____ год.
Загальна кількість тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 2 самостійної роботи – 3	Практичні	
	12 год.	____ год.
	Семінарські	
	____ год.	____ год.
	Лабораторні	
	24 год.	
	Індивідуальні	
	____ год.	____ год.
	Самостійна робота	
	72 год.	____ год.
	Індивідуальне науково-дослідне завдання: ____ год.	
	Вид підсумкового контролю: залік (семестр 7), екзамен (семестр 8).	

2 АНОТАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Електрохімічні процеси і технології захисту довкілля.

Змістовий модуль 2. Методи та апарати електрохімічного захисту довкілля

Мета курсу – отримати знання про механізми утворення та джерела відходів в хімічних виробництвах та набути навичок організації безвідходних технологій за допомогою електрохімічних методів; оволодіти компетентностями розробки можливих принципових схем очищення стічних вод за допомогою електрохімічних методів та набути здатності управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням екологічних аспектів.

Результати навчання:

знати: сутність, призначення, переваги та недоліки електрохімічних методів обробки води; електрохімічні методи регенерації розчинів або їх компонентів та знешкодження рідких стоків від катіонів важких металів та аніонів;

вміти: обрати найбільш раціональний екологічно-орієнтований технологічний засіб зменшення потоку забруднень, визначити можливу ступінь повернення цінних речовин; розробити можливу принципову схему очищення стічних вод; застосовувати сучасне технологічне і лабораторне обладнання та прилади, комп'ютерну техніку та програмне забезпечення для природоохоронних задач;

здатен продемонструвати: вміння обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних електрохімічних технологій і сучасного обладнання для захисту довкілля;

володіти навичками: обґрунтовування, розрахунку, проєктування електрохімічного обладнання для захисту та раціонального використання водного середовища;

самостійно вирішувати: технологічні задачі та проблеми, пов'язані з утворення та джерелами відходів в хімічних виробництвах; принципи організації безвідходних технологій.

Програмні компетентності і результати навчання:

ІК Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми технічного і технологічного характеру у сфері екології, охорони довкілля, збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів технологій захисту навколишнього середовища, та характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

ЗК2 Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності.

ФК2 Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проєктувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами. **ФК3** Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів. **ФК 6** Здатність до проєктування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування.

ПРН5 Вміти розробляти проєкти з природоохоронної діяльності та управляти комплексними діями щодо їх реалізації. **ПРН8** Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проєктування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей поллютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля. **ПРН12** Обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій

забезпечення екологічної безпеки. **ПРН15** Вміти застосовувати сучасне технологічне і лабораторне обладнання та прилади, комп'ютерну техніку та програмне забезпечення для природоохоронних задач.

Необхідні передумови: загальна та неорганічна хімія, безпека життєдіяльності та цивільний захист, аналітична хімія, загальна хімічна технологія, фізична та колоїдна хімія, інженерна екологія.

Види навчальних занять: лекція, практичне, лабораторне, консультація.

Методи навчання: словесний, пояснювально-демонстраційний, метод проблемного викладання, репродуктивний, дослідницький.

Методи контролю: усний, письмовий, тестовий.

Форми підсумкового контролю: залік (семестр 7), екзамен (семестр 8).

Засоби діагностики успішності навчання: звіти з лабораторних та практичних робіт; питання для модульного, поточного контролю; тести.

Мова навчання: українська.

3 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
Тематичний план навчальної дисципліни

№ теми	Назва теми лекції, практичного, лабораторного, семінарського, індивідуального заняття	Кількість годин за формами здобуття вищої освіти:	
		очна	заочна, дистанційна
Змістовий модуль 1. Електрохімічні процеси і технології захисту довкілля.		60	
1	Тема 1: Теоретичні основи процесів при електролізі водних систем. Електролітичні властивості води та водних розчинів.	20	
	Лекція 1. Теоретичні основи процесів при електролізі водних систем. Електролітичні властивості води та водних розчинів.	2	
	Практична робота 1 Кількісні характеристики законів Фарадея.	2	
	Лабораторна робота 1. Електрохімічна обробка води	4	
	Самостійна робота Екологічні проблеми сучасності.	12	
2	Тема 2. Загальна характеристика методів очищення стічних вод. Очищення води електрохімічними методами	20	
	Лекція 2 Загальна характеристика методів очищення стічних вод. Очищення води електрохімічними методами	2	
	Практична робота 2 Аналіз фракційного складу завислих речовин у стічних водах.	2	
	Лабораторна робота 2 Визначення концентрації розчинів методом кондуктометричного титрування.	4	
	Самостійна робота Хімічні та фізичні фактори забруднення середовища.	12	
3	Тема 3. Теоретичні основи електрохімічних методів очищення води. Основні процеси при електролізі водних розчинів	20	
	Лекція 3. Теоретичні основи електрохімічних методів очищення води. Основні процеси при електролізі водних розчинів	2	
	Практична робота 3. Визначення умов скидання стічних вод у водойми.	2	
	Лабораторна робота 3. Потенціометричне визначення нітратів із використанням нітрат-селективного електрода.	4	
	Самостійна робота. Вплив токсикантів на рослинний, тваринний світ та на людину	12	
Змістовий модуль 2. Методи та апарати електрохімічного захисту довкілля		60	
4	Тема 4. Класифікація методів електрохімічного очищення води. Апарати для електрохімічної обробки стічних вод. Апарати електрохімічного очищення стічних вод гальванічних виробництв	20	
	Лекція 4. Класифікація методів електрохімічного очищення води. Апарати для електрохімічної обробки стічних вод. Апарати електрохімічного очищення стічних вод гальванічних виробництв.	2	
	Практична робота 4 Технологічний розрахунок апаратів очищення стоків	2	
	Лабораторна робота 4 Вивчення роботи електрокоректора рН.	4	
	Самостійна робота. Регенерація відпрацьованих розчинів	12	

5	Тема 5. Фізико-хімічні методи очищення води (методи розподілу речовин). Електрокоагуляція та гальванокоагуляція. Мембранні методи очищення стічних вод	20	
	Лекція 5. Фізико-хімічні методи очищення води (методи розподілу речовин). Електрокоагуляція та гальванокоагуляція. Мембранні методи очищення стічних вод	2	
	Практична робота 5. Параметри фільтра для нейтралізації стічних вод	2	
	Лабораторна робота 5. Опріснення води зворотним осмосом	4	
	Самостійна робота Методи захисту повітря	12	
6	Тема 6. Утилізація відходів гальванічного виробництва. Електрофлотація. Електрофлотокоагуляція. Електрофлотокорегування. Регенерація відпрацьованих електролітів, травильних розчинів, розчинів знежирення.	20	
	Лекція 6. Утилізація відходів гальванічного виробництва. Електрофлотація. Електрофлотокоагуляція. Електрофлотокорегування. Регенерація відпрацьованих електролітів, травильних розчинів, розчинів знежирення.	2	
	Практична робота 6. Параметри роботи аеротенків	2	
	Лабораторна робота 6. Вилучення іонів важких металів електролізом	4	
	Самостійна робота Приклади використання різних електрохімічних методів для захисту довкілля.	12	
Разом з дисципліни		120	

4 ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАУКОВО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ (не передбачено)

5 ОЦІНЮВАННЯ

5.1 Розподіл балів з дисципліни, які отримують здобувачі вищої освіти

Розподіл балів 7 семестр

Поточне оцінювання та самостійна робота				МК	Сума
T1	T2	T3	ПК		
20	20	20	20	20	100

Розподіл балів 8 семестр

Поточне оцінювання та самостійна робота				МК	Екзамен	Сума
T4	T5	T6	ПК			
20	20	20	15	15	10	100

5.2 Розподіл балів за видами робіт

7 семестр

Види оцінювання	T1	T2	T3	Усього
Виконання і захист лабораторної роботи	10	10	10	30
Виконання і захист практичної роботи	10	10	10	30
Модульний/поточний контроль	20/20			40
Всього з дисципліни				100

8 семестр

Види оцінювання	T4	T5	T6	Усього
Виконання і захист лабораторної роботи	10	10	10	30
Виконання і захист практичної роботи	10	10	10	30
Модульний/поточний контроль	15/15			30
Екзамен	10			10
Всього з дисципліни				100

5.3 Критерії оцінювання

Виконання і захист лабораторних робіт: написання здобувачем послідовності роботи (1 бал), відповіді на теоретичні та практичні питання (1 бал), виконання роботи (3 бала), захист лабораторної роботи (5 балів);

Виконання і захист практичної роботи: розв'язування завдання (5 балів), вміння пояснити та аргументувати свою думку (5 балів)

Модульний/поточний контроль: 20 тестових питань (1 бал за кожну правильну відповідь)

Екзамен: 10 тестових питань (1 бал за кожну правильну відповідь).

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Оцінка за національною шкалою для екзамену, КП, КР / заліку	Оцінка за шкалою КНУТД	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
Відмінно / зараховано	90-100	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
Добре / зараховано	82-89	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
	74-81	C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
Задовільно / зараховано	64-73	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
	60-63	E	Достатньо (виконання відповідає мінімальним критеріям)
Незадовільно / не зараховано	35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

6 ПОЛІТИКА КУРСУ

6.1. Обов'язкове дотримання академічної доброчесності студентами, а саме:

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою даної навчальної дисципліни;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

6.2. Для отримання позитивної оцінки з дисципліни необхідно отримати мінімальну кількість балів за кожну лабораторну та практичну роботу і модульний контроль.

6.3. В разі несвоєчасного виконання робіт можуть бути зняті бали у кількості 10% від зароблених студентом.

6.4. Перенесення терміну здачі робіт/перездача:

- з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність, непередбачені обставини) здійснюється на термін дії лікарняного, або за умовами академічної мобільності.
- без поважних причин оцінюється, як не допуск до складання іспиту.

6.5. Пропущенні лабораторні заняття відпрацьовуються в обов'язковому порядку.

6.6. Допускається визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті (5 балів або визнання результатів навчання з використанням коефіцієнта (0,1) від загальної кількості годин, вказаних у сертифікаті чи в іншому документі).

6.7. Оскарження оцінювання здійснюється через письмову заяву на ім'я декана факультету з вказуванням конкретних зауважень. Perezдача дисципліни здійснюється у присутності комісії з 3 викладачів кафедри на чолі з завідувачем.

7 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. **Електрохімічні методи захисту довкілля:** конспект лекцій для студентів денної форми вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю G2 (183) Технології захисту навколишнього середовища / Упор.: Макеева І.С. – К.: КНУТД, 2025. – 50 с. (Укр. мовою).

8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Електрохімічна екологія та її застосування. Навчальний посібник для студентів спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія" освітньої програми / І. С. Макеева, О. В. Кислова, М. В. Андрейцева. – Київ: КНУТД, 2018. – 216 с.
2. Технології захисту навколишнього середовища : навч. підручник / Т. М. Ткаченко , О. С. Волошкіна , І. Б. Кордуба [та ін.]. – Київ, КНУБА, 2024. - 321 с.
3. М.І. Донченко, С.В. Фроленкова Екологічна безпека гальванотехніки. Частина 1. Стічні води. Механічна та сорбційна очистка: навч. посіб. М.– К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 202 с.
4. Andreas Jess, Peter Wasserscheid. Chemical Technology: From Principles to Products, 2 nd Edition. John Wiley Sons, 2020. 912 p.
5. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): навчальний посібник.– Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2021. – 144 с.
6. Степова О.В. Очищення стічних вод: Навч. Посіб. / О.В. Степанова. – Полтава: Видання НУПП імені Юрія Кондратюка, 2023. 205 с.
7. Супрунович В.І. Електрохімічні методи аналізу : Навч. посіб. / В. І. Супрунович, І. Л. Плаксієнко, Ю. І. Шевченко. Укр. держ. хім.-технол. ун-т. - Д., 2006. - 413 с.
8. Василенко І.А., О.А. Півоваров О.А., С.О. Куманьов С.О. Збірка задач та вправ з екології та хімії навколишнього середовища: Навчальний посібник – Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2013. – 194 с

в тому числі наявна в Науково-технічній бібліотеці КНУТД:

1. Тульський Г. Г., Артеменко В. М., Дерібо С. Г. Теоретична електрохімія. Частина 1 : навч. посіб. Харків : Видавництво Іванченко І. С., 2019. 182 с.
2. Янушевська О.І., Літинська М.І., Кринець Г.В., Лапінський А.В. Загальна хімічна технологія. Практикум: частина 1. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 147 с.

Додаткова

1. Технічна електрохімія: підручник: у 5 ч. – Ч.5: Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин / Б.І Байрачний, Г.Г. Тульський, В.В. Штефан, І.А. Токарева: за ред. Б.І.Байрачного – Харків: Вид-во НТУ «ХПІ», 2016. – 272 с.
2. Миронюк І.Ф., Микитин І.М. Електрохімія та її практичні аспекти: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. 2016. – 174 с.

в тому числі наявна в Науково-технічній бібліотеці КНУТД:

1. Технічна електрохімія: підручник: у 5 ч. – Ч.5: Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин / Б.І Байрачний, Г.Г. Тульський, В.В. Штефан, І.А. Токарева: за ред. Б.І.Байрачного – Харків: Вид-во НТУ «ХПІ», 2016. – 272 с.

9 ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Вікіпедія. Україномовний розділ відкритої багатомовної мережевої енциклопедії [Електронний ресурс] - Режим доступу: uk.wikipedia.org.
2. Сайти науково-технічної бібліотеки КНУТД [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://biblio.co.ua> або <http://forum.biblio.co.ua>

3. Модульне середовище навчального процесу КНУТД [Електронний ресурс].Режим доступу: <http://msnp.knutd.edu.ua>

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО на 20__/20__ н.р.

Протокол засідання кафедри від«____» _____ 20__ р. № ____

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО на 20__/20__ н.р.

Протокол засідання кафедри від«____» _____ 20__ р. № ____

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)