



# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



## «МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ»

Шифр та назва спеціальності	161 – Хімічні технології та інженерія	Факультет / Інститут	ННІ хімічних технологій та інженерії
Назва освітньо-наукової програми	Хімічні технології та інженерія	Кафедра	Технічної електрохімії

### ВИКЛАДАЧ



Штефан Вікторія Володимирівна, [shtefan@kpi.kharkov.ua](mailto:shtefan@kpi.kharkov.ua)

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 15 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії», «Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів», «Електрохімічне утворення металів та сплавів»

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація	Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичних основ сучасних електрохімічних методів досліджень – потенціометрії, вольтамперометрії, імпедансної спектроскопії. Розглянуто взаємозв'язок та особливості окремих методів, обговорено їх можливості та обмеження, показано важлива роль методів досліджень електрохімічних систем у сучасній науці
Мета та цілі	Виробити у аспіранта теоретичні уявлення та практичні навички щодо методики проведення електрохімічних досліджень з використанням сучасної техніки та узагальнення отриманих результатів в процесі наукової роботи
Формат	Лекції, лабораторні роботи, консультації. Підсумковий контроль - іспит
Результати навчання	Проводити власні наукові дослідження електрохімічних систем та процесів на високу рівні. Володіти навичками застосування електрохімічних методів для вирішення практичних завдань.
Обсяг	Загальний обсяг дисципліни 150 год.: лекції – 20 год., лабораторні роботи – 30 год., самостійна робота – 100 год.
Пререквізити	«Теоретична електрохімія», «Технічна електрохімія»
Вимоги викладача	Аспірант зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Для проходження дисципліни необхідно мати: лабораторний халат, лабораторний журнал. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях і в Інтернеті. При пропуску лекційних занять проводиться усна співбесіда за темою. Відпрацьовувати лабораторні заняття при наявності допуску викладача. З метою оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни потрібно відвідуваність і регулярна підготовленість до занять. Без особистої присутності аспіранта підсумковий контроль не проводиться.

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

<b>Лекція 1</b>	Потенціометричні методи досліджень	<b>Лабораторна робота 1</b>	Визначення констант комплексоутворення	<b>Самостійна робота</b>	Рівняння хронопотенціометричних кривих зворотнього електродного процесу
<b>Лекція 2</b>	Вольтамперометрія. Теорія методу	<b>Лабораторна робота 2</b>	Циклічна вольтамперометрія іонів $Cd^{2+}$ в розчині $Na_2SO_4$		Класифікація електродних процесів
<b>Лекція 3</b>	Лінійна вольтамперометрія				Кінетичні критерії механізмів за участю іон-радикалів
<b>Лекція 4</b>	Циклічна вольтамперометрія				Ознаки адсорбції на ЦВА
<b>Лекція 5</b>	Метод поляризаційного опору	<b>Лабораторна робота 3</b>	Вплив концентрації пасиваторів на корозію вуглецевої сталі		Переваги та недоліки експериментальних методів визначення $R_p$
<b>Лекція 6</b>	Теоретичні основи метода імпедансної спектроскопії	<b>Лабораторна робота 4</b>	Імпеданс простих електрохімічних систем		Перша і друга форма Кауера сходової схеми
<b>Лекція 7</b>	Імпеданс типових еквівалентних електричних схем				Графоаналітичний метод визначення елементів ланцюга
<b>Лекція 8</b>	Імпедансна спектроскопія в корозійних дослідженнях				<b>Лабораторна робота 5</b>
<b>Лекція 9</b>	Електрохімічні властивості гетерогенних шарів на поверхні металів				Рівняння імпедансу системи «метал-оксид-електроліт»
<b>Лекція 10</b>	Імпеданс нерівноважних систем				Імпеданс реакції виділення водню

## ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

<b>Основна</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.П. Основы современного электрохимического анализа. – М.: Мир, 2003. – 592 с.</li> <li>Кузнецов О. Імпеданс моделей корозії металу з гомогенною і гетерогенною поверхнею // ФХММ, 2004. - №4, с.35-40.</li> <li>Сафонов, В.А. Імпедансна спектроскопія для изучения и мониторинга коррозионных явлений / В.А. Сафонов // Электрохимия. - Т. 29. - № 1. - С. 152 - 160.</li> <li>Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять та самостійної роботи за темою «Визначення швидкості корозії методом поляризаційного опору»/ Уклад. М.Д. Сахненко, В.В. Штефан, М.В. Ведь. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 48 с.</li> <li>Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів за темою «Лінійна та циклічна вольтамперометрія: визначення механізму електродних реакцій» / Уклад. Н.Д. Сахненко, В.В. Штефан, М.В. Ведь.– Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 32 с.</li> <li>Impedance spectroscopy, second edition, edited by Evgenij Barsoukov and J. Ross Macdonald ISBN 0-471-64749-7 Copyright © 2005 by John Wiley &amp; Sons, Inc.</li> <li>O.A. Farghaly, R.S. Abdel Hameed, Abd-Alhakeem H. Abu-Nawwas. Analytical application using modern electrochemical techniques // Int. J. Electrochem. Sci., 9 (2014) 3287 – 3318.</li> </ol>	<b>Додаткова</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Corrosion of aluminum in contact with oxidized titanium and zirconium / V.V. Shtefan [et al.] // Mater. Sci. – 2016. – Vol. 51, Issue 5. P. 711 – 718.</li> <li>Коррозионная стойкость конверсионных покрытий сплава Д16 / В.В. Штефан [et al.] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – № 12. – С. 116 – 121.</li> <li>Anodic dissolution of stainless steel in acid solutions / V.V. Shtefan [et al.] // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Сер. : Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69), № 2, ч. 2. – С. 136-141.</li> <li>Electrochemical impedance spectroscopy investigations of steel corrosion in acid media in the presence of thiophene derivatives S. Ben Aoun, M. Bouklah, K.F. Khaled, B. Hammouti // Int. J. Electrochem. Sci., 11 (2016) 7343 – 7358.</li> </ol>
----------------	---	------------------	---

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Класифікація методів потенціометрії. Мембрани іонселективні електроди. Потенціометричне титрування. Експериментальні методи потенціометричного титрування. Електродні процеси, контрольовані швидкістю дифузії. Електродні процеси, контрольовані швидкістю переносу заряду. Характеристичні критерії ЛВА та ЦВА. Переваги та недоліки гравіметричного методу та методу поляризаційного опору. Рівняння силу струму корозії. Експериментальне визначення константи В. Застосування методу поляризаційного опору для моніторингу корозії. Елементи схеми імпедансу Ешлера-Рендлса. Елементи схеми імпедансу Фрумкіна-Мелік-Гайказян. Діаграми Боде.

## ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Лабораторний практикум укомплектовано наступним устаткуванням: потенціостат-гальваностат Р-45Х, система ІРС-pro-FRA, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, змішувач «Micromed», набір лабораторного посуду.

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів для оцінювання успішності аспіранта	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	Нарахування балів
	90-100	A	відмінно	
	82-89	B	добре	
	74-81	C		
	64-73	D	задовільно	
	60-63	E		
	35-59	FX		
	0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- лабораторні роботи: 20% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 60% семестрової оцінки

## НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при нерозв'язності конфлікту доводиться до співробітників відділу аспірантури.

Силабус за змістом повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни