

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Кафедра** Технічної електрохімії  
(назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Вченої ради інституту/факультету

ННІ хімічних технологій та інженерії

\_\_\_\_\_ (підпис)

І.М. Рищенко

Протокол № \_\_\_\_\_

«    » червня 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти третій (доктор філософії)

галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

спеціальність 161 – Хімічні технології та інженерія

освітньо-наукова програма Хімічні технології та інженерія

вид дисципліни професійна підготовка  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання очна / заочна  
(очна / заочна)

Харків – 2019 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ

Розробники:

Штефан В.В.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри  
Технічної електрохімії

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ червня 2019 року, № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Тульський Г.Г.

Гарант ОНП

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рищенко І.М.

Завідувач аспірантури

\_\_\_\_\_ (підпис)

Штефан В.В.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови Вченої ради інституту/факультету

## МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни:

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

Компетентності (згідно з освітньо-науковою програмою докторів філософії 2019 року):

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Результати навчання (згідно з освітньо-науковою програмою докторів філософії 2019 року):

Проводити власні наукові дослідження електрохімічних систем та процесів на високу рівні. Володіти навичками застосування електрохімічних методів для вирішення практичних завдань.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
–	
«Теоретична електрохімія»	Власні наукові дослідження
«Технічна електрохімія»	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання аспірантів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>3</b>	<b>150 / 5</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>+</b>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 33 %:

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1.	Л	4	Потенціометричні методи досліджень	1,7
2.	Л	4	Вольтамперометрія. Теорія методу	1,7
3.	Л	2	Лінійна вольтамперометрія	1
4.	ЛЗ	10	Циклічна та лінійна вольтамперометрія	5
5.	Л	2	Циклічна вольтамперометрія	10
6.	Л	4	Метод поляризаційного опору	4,9
7.	Л	4	Теоретичні основи метода імпедасної спектроскопії	3
8.	Л	2	Імпеданс типових еквівалентних електричних схем	6
9.	Л	4	Імпедасна спектроскопія в корозійних дослідженнях	11
10.	ЛЗ	10	Імпеданс електрохімічних систем	6
11.	Л	2	Електрохімічні властивості гетерогенних шарів на поверхні металів	3
12.	Л	2	Імпеданс нерівноважних систем	11
Разом		50		

### Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятись від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються аспірантом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Рівняння хронопотенціометричних кривих зворотнього електродного процесу	10
2	Класифікація електродних процесів	10
3	Кінетичні критерії механізмів за участю іон-радикалів	10
4	Ознаки адсорбції на ЦВА	10
5	Переваги та недоліки експериментальних методів визначення $R_p$	10
6	Перша і друга форма Кауера сходової схеми	10
7	Графоаналітичний метод визначення елементів ланцюга	10
8	Метод еквівалентного багатополюсника	10
9	Рівняння імпедансу системи «метал-оксид-електроліт»	10
10	Імпеданс реакції виділення водню	10
	<i>Разом</i>	100

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1		



## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

*Лекція* – інформативно-доказовий виклад великого за обсягом, складного за логічною побудовою навчального матеріалу.

Метод лекції передбачає ознайомлення аспірантів з її планом, що допомагає стежити за послідовністю викладу матеріалу. Важливо навчити аспірантів конспектувати зміст лекції, виділяючи в ній головне. Це розвиває пам'ять, сприйняття, волю, вміння слухати, увагу, культуру мови.

При проведенні лекційних занять *методи готових знань* (коли аспіранти пасивно сприймають подану викладачем інформацію, запам'ятовують, а в разі необхідності відтворюють її) поєднуються з *дослідницьким методом* (який передбачає активну самостійну роботу аспірантів при засвоєнні знань: аналіз явищ, формулювання проблеми, висунення і перевірка гіпотез, самостійне формулювання висновків).

На початковому етапі вивчення нової інформації на лекціях переважає *пояснювально-ілюстративний* (інформаційно-рецептивний) метод, при якому викладач організує сприймання та усвідомлення аспірантами інформації, а учні здійснюють сприймання, осмислення і запам'ятовування її.

На певному етапі, коли викладач відчуває готовність аспірантів до інших методів навчально-пізнавальної діяльності, використовуються більш прогресивні методи:

- *репродуктивний*: викладач дає завдання, у процесі виконання якого аспіранти здобувають уміння застосовувати знання за зразком;
- *проблемного виконання*: викладач формулює проблему і вирішує її, аспіранти стежать за ходом творчого пошуку (аспірантам подається своєрідний еталон творчого мислення);
- *частково-пошуковий* (евристичний): викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють аспіранти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності аспірантів);
- *дослідницький*: викладач ставить перед аспірантами проблему, і аспіранти вирішують її самостійно, висувачи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації.

У викладанні лекційного матеріалу переважає *пояснювальний метод*, при якому викладач не тільки повідомляє певні факти, але й пояснює їх, домагаючись осмислення, засвоєння аспірантами.

При наявності наочного матеріалу за темою лекції (відеофільми, презентації, зразки виробів, лабораторні дослідницькі установки) використовується *інструктивно-практичний метод* викладання, при якому викладач інструктує учнів не тільки словесними, але й наочними або практичними способами, як виконувати певні практичні дії.

На відміну від лекційних занять, виконання індивідуального завдання потребує від аспірантів дещо інших навичок, тому для нього використовується *спонукальний метод навчання*, коли викладач ставить перед аспірантами проблемні питання і завдання, організовуючи їх самостійну діяльність. Аспіранти при цьому, у свою чергу, самостійно здобувають і засвоюють нові знання в основному без допомоги викладача.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, проведення контрольної роботи, виконання індивідуального завдання.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи аспіранта, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, виступу на заняттях;

- з індивідуальних завдань – шляхом оцінювання реферату та виступу на аспірантській конференції за обраною темою.

Семестровий контроль проводиться у формі іспиту (з оцінкою за 100-бальною шкалою) в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом та графіком навчального процесу.

Семестровий контроль проводиться в усній формі за контрольними завданнями або шляхом тестування з використанням технічних засобів.

Результати поточного контролю (поточна успішність) можуть враховуватись як допоміжна інформація для виставлення підсумкової оцінки.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ АСПІРАНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

### СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

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

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
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

## **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

Складові навчально-методичного забезпечення  
навчальної дисципліни розташовані на сайті:

<http://web.kpi.kharkov.ua/dte/uk/uchbovo-metodichne-zabezpechennya/>

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

<b>Базова література</b>	
1.	Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. – М.: Мир, 2003. – 592 с.
2.	Кузнецов О. Імпеданс моделей корозії металу з гомогенною і гетерогенною поверхнею // ФХММ, 2004. - №4, с.35-40.
3.	Сафонов, В.А. Импедансная спектроскопия для изучения и мониторинга коррозионных явлений / В.А. Сафонов // Электрохимия. - Т. 29. - № 1. - С. 152 - 160.
4.	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.
5.	Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів за темою «Лінійна та циклічна вольтамперія: визначення механізму електродних реакцій» / Уклад. Н.Д. Сахненко, В.В. Штефан, М.В. Ведь.– Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 32 с.
6.	Impedance spectroscopy, second edition, edited by Evgenij Barsoukov and J. Ross Macdonald ISBN 0-471-64749-7 Copyright © 2005 by John Wiley & Sons, Inc.
7.	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.
<b>Допоміжна література</b>	
8.	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.
9.	Коррозионная стойкость конверсионных покрытий сплава Д16 / В.В. Штефан [et al.] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – № 12. – С. 116 – 121.
10.	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.
11.	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.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ