

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г.В. КАРПЕНКА



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор ФМІ НАН України

Зіновій НАЗАРЧУК  
« 09 » березня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
(Силабус)

Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів  
/код і назва навчальної дисципліни/  
рівень вищої освіти: третій (доктор філософії)  
галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво  
/шифр і назва/  
спеціальність G1 Хімічні технології та інженерія  
/шифр і назва /  
вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)  
мова викладання українська

Львів – 2026 рік

**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**  
**Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів**

**1. Реквізити навчальної дисципліни**

|  |   |
|--|---|
| <b>Галузь знань</b>                                | G Інженерія, виробництво та будівництво   |
| <b>Спеціальність</b>                               | G 1 Хімічні технології та інженерія   |
| <b>Освітньо-наукова програма</b>                   | Хімічні технології та інженерія   |
| <b>Рівень вищої освіти</b>                         | Третій (доктор філософії)   |
| <b>Статус дисципліни</b>                           | Обов'язкова навчальна дисципліна  |
| <b>Форма навчання</b>                              | Змішана   |
| <b>Рік підготовки, семестр</b>                     | 1 курс, весняний семестр  |
| <b>Обсяг дисципліни</b>                            | 2 кредити (60 годин)  |
| <b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>     | Іспит   |
| <b>Мова викладання</b>                             | Українська  |
| <b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b> | Лектор: член-кор. НАН України, проф., д.т.н., Хома Мирослав Степанович, <a href="mailto:khomams@gmail.com">khomams@gmail.com</a><br>Практичні: член-кор. НАН України, проф., д.т.н., Хома Мирослав Степанович, <a href="mailto:khomams@gmail.com">khomams@gmail.com</a> |
| <b>Розміщення курсу</b>                            | <a href="http://www.ipm.lviv.ua">www.ipm.lviv.ua</a> ; вільний доступ   |

**2. Структура навчальної дисципліни**

| <b>Найменування показників</b>                                 | <b>Всього годин</b> |
|--|---------------------|
| Кількість кредитів/год.  | 2/60                |
| Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:                        | 40                  |
| • лекційні заняття, год.                                       | 32                  |
| • практичні заняття, год.                                      | 8                   |
| Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:                       | 20                  |
| • підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год. | 20                  |
| Іспит  | 1                   |

### 3. Мета, завдання та результати навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «**Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів**» розроблена для здобувачів зі спеціальності «Хімічні технології та інженерія» і спрямована на набуття ними необхідних знань з теоретичної електрохімії, на яких ґрутуються сучасні методи дослідження електродних процесів, які перетікають на межі розділу метал–корозивне середовище, та використання їх у наукових дослідженнях в галузі корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Здобувачі матимуть змогу освоїти різнопланові методи електрохімічних досліджень та свідомо їх використовувати для оцінювання та прогнозування корозійних властивостей сталей та сплавів в агресивних середовищах і розробляти адекватні методи протикорозійного захисту.

#### 3.1. Мета дисципліни

Поглиблене вивчення теоретичних основ різнопланових методів електрохімічних досліджень рівноважних та нерівноважних процесів у розчинах електролітів; розвинути практичні навички їх використання для встановлення природи і кінетики електродних процесів, а також вмілого застосування засвоєного матеріалу для досліджень корозійних процесів і виокремлення основних факторів впливу на швидкість їх перетікання та прийняття рішень з вибору напрямків протикорозійного захисту залежно від реальних умов експлуатації обладнання та деталей машин.

#### 3.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни

- розкрити теоретичні засади електрохімічних методів дослідження електродних процесів для їх усвідомленого використання при вирішенні задач корозійної тривкості і протикорозійного захисту металів та сплавів;
- розвинути навички використання електрохімічних методів досліджень для встановлення природи електродних процесів;
- засвоїти електрохімічні підходи до встановлення лімітуючої стадії перетікання електродних процесів;
- розвинути навички практичного використання електрохімічних критеріїв для встановлення механізмів електрохімічних реакцій;
- засвоїти підходи до аналізу одержаних результатів досліджень і робити адекватні висновки;
- глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та апаратів, що працюють в агресивних середовищах, та у викладацькій практиці.

#### 3.3. Результати навчальної дисципліни

Після засвоєння дисципліни здобувачі мають продемонструвати **такі програмні результати навчання:**

##### **Загальні компетентності:**

- ЗК01. Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, аналізу та синтезу одержаних знань.
- ЗК02. Здатність ідентифікувати актуальні наукові проблеми, ініціювати та проводити оригінальні наукові дослідження та застосовувати нестандартні підходи до вирішення складних і нетипових завдань.

- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність).
- ЗК04. Здатність слідувати етичним і правовим нормам у професійній діяльності.
- ЗК06. Уміння брати участь у наукових бесідах, дискусіях на належному фаховому рівні, презентувати результати наукових досліджень в усній та письмовій формі українською та іноземною мовами, організувати та проводити навчальні заняття.
- ЗК07. Здатність до формування наукових проєктів на різні конкурси.

#### **Фахові компетентності спеціальності:**

- ФК01. Здатність планувати та виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання стосовно корозії та протикорозійного захисту сталей та сплавів та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної технології та інженерії.
- ФК02. Всебічне розуміння теоретичних засад електрохімічних методів дослідження електродних процесів та адекватний вибір перспективних напрямків випробувань та забезпечення їх якості.
- ФК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері технологічних процесів та апаратів хімічної технології та інженерії, робити адекватні висновки про роботоздатність сталей та сплавів в агресивних середовищах.
- ФК05. Уміти використовувати електрохімічні критерії для встановлення механізмів та кінетики електрохімічних реакцій і на цій основі вирішувати практичні задачі хімічної технології та інженерії.
- ФК06. Здатність до написання та публікування статей у фахових журналах та публічної презентації результатів своїх досліджень. Здатність забезпечувати збереження авторських прав.

#### **Програмні результати навчання**

##### **Знання:**

- РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технології та інженерії, зокрема в галузі корозії матеріалів, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
- РН02. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження корозії матеріалів та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
- РН04. Знати науково обґрунтовані критерії працездатності матеріалів та виробів; фізико-хімічних явищ, які зумовлюють корозійну деградацію матеріалів; умов експлуатації, які спричиняють зниження працездатності виробів, методи і засоби технічної діагностики стану матеріалів і виробів.

##### **Уміння:**

- РН09. Планувати й ефективно проводити інформаційно-пошукову роботу в рамках власного дослідження із використанням універсальних і спеціалізованих ресурсів наукової інформації, застосовуючи наукометричні показники і відповідне програмне забезпечення. Здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел.
- РН10. Самостійно виконувати наукові дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою.

- РН12. Ефективно планувати час для отримання необхідних результатів, що підтверджено відповідним звітуванням та остаточним захистом.
- РН13. Визначати ціннісні та етичні засади наукової діяльності й керуватися ними у власному дослідженні.

#### **Комунікація:**

- РН15. Вміти доступно, на високому науковому рівні доносити сучасні наукові знання та результати досліджень до професійної та непрофесійної аудиторії.
- РН16. Представляти результати наукових досліджень через публікації у фахових рецензованих виданнях, в тому числі, внесених до наукометричних баз даних (наприклад, Scopus, Web of Science тощо).

#### **Автономія і відповідальність**

- РН17. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.
- РН18. Дотримуватись етичних норм, авторського права та норм академічної доброчесності під час наукових досліджень, презентації результатів, у своїй науково-педагогічній діяльності загалом.

#### **4. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни здобувачу необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Іноземна мова професійного спрямування», «Філософія» та «Методологія та планування дослідження».

Навчальна дисципліна є підготовчою до написання кваліфікаційної роботи здобувача.

#### **Перелік попередніх та супутніх і наступних навчальних дисциплін**

| <b>№ з/п</b> | <b>Попередні навчальні дисципліни</b>  | <b>Супутні і наступні навчальні дисципліни</b>  |
|--------------|--|---|
| 1.           | Іноземна мова професійного спрямування | Корозійно-електрохімічні аспекти структурної механіки руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів                    |
| 2.           | Філософія                              | Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів  |
| 3.           | Методологія та планування дослідження  | Проблеми корозійно-механічного руйнування обладнання нафтогазовидобувного комплексу, хімічної та енергетичної промисловості |

#### **5. Анотація навчальної дисципліни**

Дисципліна «**Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів**» дає здобувачам глибоке розуміння електрохімічних підходів до вивчення механізмів та кінетики електродних процесів. Вона охоплює основні положення електрохімії та закономірності окисно-відновних реакцій, які перетікають на окремих електродах, і дає змогу встановити їх лімітуючу стадію. Дисципліна розкриває можливості методів лінійної та циклічної вольтамперометрії для визначення їх основних кінетичних характеристик – струму обміну, коефіцієнта переносу і константи швидкості. Вона дає можливість здобувачам освоїти релаксаційні методи електрохімічних досліджень, зокрема, імпульсні потенціо- та гальваностатичні методи. Предмет показує їм особливості використання змінного струму для досліджень електродних процесів та оцінювання захисних характеристик ізолюючих

лакофарбових покриттів. При розгляді теоретичного підґрунтя дискового обертового електроду зроблено акценти на вивченні впливу дифузійних процесів на електрохімічні реакції та його можливості для встановлення кінетичних характеристик процесу перенесення електронів. Дисципліна також знайомить здобувачів з методом визначення швидкості корозії за поляризаційним опором та з термокінетичним методом визначення енергії активації електродних процесів.

## 6. Опис навчальної дисципліни

### 6.1. Лекційні заняття

| № з/п               | Назви тем   | Кількість годин |
|---------------------|---|-----------------|
| 1.                  | Вступ.<br>Рівноважні та нерівноважні електродні процеси.  | 2               |
| 2.                  | Основні положення та закономірності електрохімії.<br>Поляризація. Перенапруга.  | 2               |
| 3.                  | Класифікація електродних процесів. Оборотноість електродних процесів.   | 2               |
| 4.                  | Основи теорії:<br>- електрохімічної перенапруги;<br>- дифузійної перенапруги;<br>- хімічної перенапруги;<br>- фазової перенапруги.  | 5               |
| 5.                  | Вольтамперні залежності і визначення основних кінетичних характеристик електродних процесів: струму обміну, коефіцієнта переносу і константи швидкості електрохімічної стадії електродних процесів.             | 2               |
| 6.                  | Теорія лінійної та циклічної вольтамперометрії для фарадеївських процесів. Лінійна вольтамперометрія з різною швидкістю розгортання потенціалу.   | 2               |
| 7.                  | Циклічна вольтамперометрія. Визначення основних кінетичних характеристик електродних процесів, які контролюються швидкостями дифузії та перенесення заряду.   | 2               |
| 8.                  | Вплив адсорбції на перебіг електродних процесів. Визначення лімітуючої стадії електродного процесу.   | 2               |
| 9.                  | Релаксаційні методи електрохімічних досліджень.   | 2               |
| 10.                 | Імпульсний потенціостатичний метод та гальваностатичний методи.   | 2               |
| 11.                 | Методи досліджень електродних процесів з використанням змінного струму. Діаграми Найквіста та Боде.   | 2               |
| 12.                 | Дисковий обертовий електрод. Особливості гідродинаміки та масопереносу поблизу обертового диску. Нестационарні електрохімічні процеси на обертовому дисковому електроді. Обертовий дисковий електрод з кільцем. | 3               |
| 13.                 | Метод визначення швидкості корозії за поляризаційним опором. Рівняння Штерна-Гірі.  | 2               |
| 14.                 | Термокінетичний метод визначення енергії активації електродних процесів.  | 1               |
| 15.                 | Електрохімічний метод визначення коефіцієнта дифузії та концентрації водню в металах Деванатана-Стахурського-   | 1               |
| <b>Усього годин</b> |   | <b>32</b>       |

## 6.2. Практичні заняття

| № з/п               | Назви тем  | Кількість годин |
|---------------------|--|-----------------|
| 1.                  | Визначення основних кінетичних характеристик електродних процесів: струму обміну, коефіцієнта переносу і константи швидкості електрохімічної стадії електродних процесів за вольтамперними залежностями. | 2               |
| 2.                  | Аналіз результатів досліджень електродних процесів, що одержані методом циклічної вольтамперометрії з різною швидкістю розгортання потенціалу.   | 2               |
| 3.                  | Аналіз результатів досліджень електродних процесів, що одержані за використання змінного струму. Комп'ютерний аналіз імпедансних спектрів.   | 2               |
| 4.                  | Визначення енергії активації електродних процесів за термокінетичним методом.  | 2               |
| <b>Усього годин</b> |  | <b>8</b>        |

## 6.3. Самостійна робота

| № з/п               | Найменування робіт              | Кількість годин |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1.                  | Підготовка до практичних занять | 10              |
| 2.                  | Підготовка до здачі іспиту      | 10              |
| <b>Усього годин</b> |                                 | <b>20</b>       |

## 7. Методи діагностики знань

1. Опитування та допуск до виконання практичних робіт.
2. захист практичних робіт, в тому числі виконаних за індивідуальними завданнями.
3. Екзаменаційний контроль з письмовою та усною компонентами.

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів

| Максимальна оцінка в балах          |                 |                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Виконання і захист практичних робіт |                 | Іспит               |                 |
| письмова компонента                 | усна компонента | письмова компонента | усна компонента |
| 30                                  | 10              | 50                  | 10              |
| <b>Разом</b>                        |                 |                     | <b>100</b>      |

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за навчальну діяльність | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою |
|------------------------------------|-------------|-------------------------------|
| 90-100                             | A           | Відмінно                      |
| 82-89                              | B           | Дуже добре                    |
| 74-81                              | C           | Добре                         |
| 64-73                              | D           | Задовільно                    |
| 60-63                              | E           | Достатньо                     |
| 35-59                              | FX          | (незадовільно)                |

|      |   |   |
|------|---|---|
|      |   | з можливістю повторного складання                 |
| 0-34 | F | (незадовільно)<br>з обов'язковим повторним курсом |

### **Порядок та критерії виставлення балів та оцінок**

Критерії оцінювання знань та вмінь здобувача за результатами вивчення навчального матеріалу модуля у 100-бальній шкалі та шкалі ECTS:

- 100–90 балів – оцінка А («відмінно») виставляється за високий рівень знань (допускаються деякі неточності) навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно, послідовно відповідати на поставлені запитання, вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 89–82 балів – оцінка В («дуже добре») виставляється за знання навчального матеріалу вище від середнього рівня, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання (можлива невелика кількість неточностей), вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 81–74 бал – оцінка С («добре») виставляється за загалом правильне розуміння навчального матеріалу модуля, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять певні (неістотні) недоліки, за вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 73–64 бал – оцінка D («посередньо») виставляється за посередні знання навчального матеріалу модуля, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;
- 63–60 балів – оцінка E («задовільно») виставляється за слабкі знання навчального матеріалу модуля, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності викладення, за слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;
- 59–35 балів – оцінка FX. Здобувач частково досяг результатів навчання, передбачених силабусом дисципліни, однак рівень сформованості знань і практичних умінь є недостатнім для зарахування. Практичні заняття та/або індивідуальне науково-дослідне завдання виконані неповністю або з істотними помилками, що можуть бути усунуті під час повторного контролю. Допускається повторне складання підсумкового контролю відповідно до Положення про організацію освітньо-наукового процесу Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України.
- 34–0 балів – оцінка FX. Здобувач не досяг визначених силабусом результатів навчання, не опанував базові положення дисципліни. Практичні заняття та індивідуальне науково-дослідне завдання не виконані або виконані з грубими системними помилками. Дисципліна не зараховується; здобувач зобов'язаний повторно вивчати навчальну дисципліну відповідно до Положення про організацію освітньо-наукового процесу Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України.

### **9. Додаткова інформація**

Визнання результатів неформальної/інформальної освіти регулюється «Порядком визнання у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті», згідно з яким визнання результатів навчання проводиться, як правило, до початку семестру. Освітньо-науковий компонент може бути зарахований частково або повністю за результатами подання документів (сертифікатів) про проходження професійних курсів/тренінгів, онлайн-освіти тощо за тематикою освітньо-наукового компонента.

## 10. Навчально-методичне забезпечення

1. Вказівки до виконання практичних робіт.
2. Завдання до проведення практичних робіт.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія: підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.
2. Данилов Ф.Й., Проценко В.С. Лінійна та циклічна вольтаперометрія. Книга 1. – Дніпро: Ліра, 2016. – 192 с.
3. Данилов Ф.Й., Проценко В.С. Лінійна та циклічна вольтаперометрія. Книга 2. – Дніпро: Ліра, 2016. – 182 с.
4. Першина К.Д., Каздобін К.О. Спектроскопія імпедансу електролітичних матеріалів. – К.: Освіта України, 2012. – 224 с.
5. Сахненко М.Д., Артеменко В.М. Кінетика електродних реакцій. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2014. – 205 с.
6. Khoma M. S., Chuchman M. R., Ivashkiv V. R., Vasylyv C. B., Ratska, N. B. (2025). Hydrogen permeability through steel membrane during corrosion in chloride-acetate solution under the influence of hydrogen sulfide, carbon dioxide, and mechanical stress. *Materials Science*, 60(4), 499-505.

### Допоміжна

1. Khoma M. S., Chuchman M. R., Vasylyv C. B., Ratska N. B., Koval'chuk Y. I. (2025). The methods of investigation of hydrogen influence on corrosion and hydrogenation of pipe steel in hydrogen sulfide environments. *Materials Science*, 60(5), 549-556.
2. Korniy S. A., Tymus M. B., Zin I. M., Khomyak S. V. (2026). Mechanistic study of dextrin and zinc gluconate as a combined corrosion inhibitor for aluminium alloy in a neutral saline environment. *Chemical Engineering Science*, 123398.
3. Ge F., Huang F., Yuan W., Peng Z., Liu J., Cheng Y. F. (2020). Effect of tensile stress on the hydrogen permeation of MS X65 pipeline steel under sulfide films. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(22), 12419-12431.
4. Khoma M., Halaichak S., Ivashkiv V., Chuchman M., Datsko B. (2022). Oxidation–reduction reactions and hydrogenation of steels of different structures in chloride-acetate solutions in the presence of iron sulfides. *Corrosion Reviews*, 40(6), 561-569.

Інститут надає повний текстовий доступ до наукових публікацій у провідних міжнародних рецензованих журналах через платформу Research4Life. Доступ до ресурсу здійснюється за обліковими даними (логін і пароль), які надаються викладачем відповідної освітньо-наукової програми.

### Інформаційні ресурси

<https://professionals.engineering.osu.edu>

<https://www.researchgate.net>

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач випускової кафедри,  
доктор технічних наук, ст.н.с.



Сергій КОРНІЙ