

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)**

**Корозійно-електрохімічні аспекти  
трибокорозії металів та сплавів**

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 за вибором

(обов'язкова / за вибором)

мова викладання українська

**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)  
«Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів»**

**1. Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Галузь знань</b>	G Інженерія, виробництво та будівництво
<b>Спеціальність</b>	G1 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>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	Змішана
<b>Рік підготовки, семестр</b>	2 курс, весняний семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити (90 годин)
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Іспит
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: д.т.н., ст.н.с. Винар Василь Андрійович, <a href="mailto:vynar.va@gmail.com">vynar.va@gmail.com</a> , Практичні: д.т.н., ст.н.с. Винар Василь Андрійович, Андрійович, <a href="mailto:vynar.va@gmail.com">vynar.va@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**

Найменування показників	Всього годин
Кількість кредитів/год.	3/90
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	50
• лекційні заняття, год.	32
• практичні заняття, год.	18
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	40
• розрахункові (розрахунково-графічні) роботи, к-сть/год.	15
• індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.	10
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	15
Іспит	1

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

Навчальна дисципліна «**Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів**» розроблена і має на меті надати їм необхідні знання та уявлення щодо сучасних підходів для дослідження трибокорозії, процесів корозійно-механічного зношування металів у різних галузях промисловості, а також методів захисту від корозійно-механічного зношування. Здобувачі матимуть змогу освоїти різнопланові методи досліджень трибокорозії та свідомо їх використовувати для оцінювання та прогнозування корозійно-механічного зношування металів та сплавів і коректно підбирати пари тертя, що працюють у корозивних середовищах.

#### **3.1. Мета дисципліни**

Метою викладання навчальної дисципліни **Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів** є поглиблене вивчення фундаментальних принципів трибокорозії металів ґрунтуючись на корозійні та трибологічні засади, освоїти методологію дослідження матеріалів на опір трибокорозійному руйнуванню та коректно робити вибір трибопар виходячи із властивостей матеріалів, середовищ та режимів контактної взаємодії.

#### **3.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни**

- розкрити фундаментальні принципи трибокорозії включаючи корозійні та трибологічні засади;
- розглянути проблематику корозійно-механічного руйнування трибосистем у різних галузях промисловості;
- освоїти основні підходи до визначення механізмів трибокорозії;
- ознайомитися із міжнародним стандартом визначення складових компонент трибокорозії ASTM G119-09(2021) Standard Guide for «Determining Synergism Between Wear and Corrosion»;
- детально розглянути електрохімічні підходи для вивчення процесів трибокорозії матеріалів та покриттів;
- розвинути навички практичного використання електрохімічних критеріїв для встановлення механізмів контактної взаємодії поверхонь у корозивних середовищах;
- засвоїти підходи до аналізу одержаних результатів досліджень і робити адекватні висновки;
- розглянути вплив різних чинників на процеси трибокорозії;
- оволодіти знаннями щодо методів захисту та підвищення роботоздатності деталей, які працюють за фрикційного контакту у корозійно-активних та наводнювальних середовищах.

#### **3.3. Результати навчальної дисципліни**

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

##### **Загальні компетентності**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та оцінювання сучасних наукових досягнень, генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.

ЗК02. Здатність проведення трибокорозійних досліджень на відповідному рівні.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК05. Здатність співпрацювати у професійному середовищі для реалізації завдань дослідження (збір та опрацювання даних, представлення та обговорення результатів).

ЗК06. Здатність набувати універсальні навички дослідника, зокрема усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації.

### **Фахові компетентності**

ФК01. Здатність виконувати (індивідуально або в науковій групі) оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерії, зокрема нові підходи для дослідження трибокорозії металів.

ФК02. Здатність ставити та вирішувати проблеми у сфері хімічного опору матеріалів та захисту від корозії, вибрати перспективні методи підвищення стійкості

ФК03. Здатність отримувати доступ до відповідних документів та текстів для вирішення відповідних задач у сфері хімічного опору матеріалів та захисту від корозії, аналізувати та поєднувати інформацію з різних джерел, які стосуються тематики корозійно-механічного зношування металів, в тому числі і за дії водневого чинника.

ФК06. Здатність розвивати та вдосконалювати свої здібності в галузі письмової наукової комунікації для написання, публікування та презентації статей у фахових журналах та наукометричних виданнях. Здатність забезпечувати збереження та використання авторських прав.

### **Програмні результати навчання**

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 напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми

РН05. Знати закономірності керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення, фізико-хімічними процесами в матеріалах для створення матеріалів із заданими структурами та властивостями.

РН07. Мати системні знання та навички сучасної методології досліджень в області хімічної технології та інженерії, хімічного опору матеріалів та у суміжних галузях. Оцінювати стан сучасних технологій хімічного виробництва та тенденцій їх розвитку з точки зору корозійних аспектів.

РН08. Досліджувати і моделювати явища та процеси у складних хіміко-технологічних та корозійних системах. Узагальнювати експериментальні дані та здійснювати їх оцінку на предмет значимості і співвідношення з відповідною теорією.

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 для професійного росту.

РН13. Визначати ціннісні та етичні засади наукової діяльності й керуватись ними у власному дослідженні.

РН15. Вміти доступно, на високому науковому рівні доносити сучасні наукові знання та результати досліджень до професійної та непрофесійної аудиторії.

РН17. Представляти результати наукових досліджень через публікації у фахових рецензованих виданнях, у тому числі, внесених до наукометричних баз даних (наприклад, Scopus, Web of Science тощо).

РН18. Дотримуватися 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

Для успішного засвоєння дисципліни здобувачу необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Іноземна мова професійного спрямування», «Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів» та «Методологія та планування дослідження».

Навчальна дисципліна є підготовчою до написання кваліфікаційної роботи здобувача.

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

№ з/п	Попередні навчальні дисципліни	Супутні і наступні навчальні дисципліни
1.	Іноземна мова професійного спрямування	Корозійно-електрохімічні аспекти структурної механіки руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів
2.	Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів	Сучасні методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств
3.	Методологія та планування дослідження	Проблеми корозійно-механічного руйнування обладнання нафтогазовидобувного комплексу, хімічної та енергетичної промисловості

#### 5. Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів» надає здобувачам знання та уявлення щодо сучасних підходів для дослідження трибокорозії, процесів корозійно-механічного зношування металів у різних галузях промисловості, а також методів підвищення опору трибокорозії. Дисципліна охоплює розуміння основних принципів корозії та трибології, які формують синергічні процеси за комплексної взаємодії. Наводяться основні підходи до визначення механізмів, які розглядаються у світовій літературі, зокрема синергічний, механістичний, третього тіла та нанохімічний для опису процесів трибокорозії. Також здобувачі ознайомлюються з міжнародним стандартом, щодо визначення корозійної, механічної та синергічної компонент загальних втрат матеріалу за трибокорозії. Названа дисципліна детально розглядає використання електрохімічних методів (потенціостатичний, потенціодинамічний, електрохімічної імпедансної спектроскопії, вимірювання електродного потенціалу та інші), які розширюють розуміння процесів, які відбуваються у трибокорозійній системі поверхня тертя-середовище і чітко прослідкувати за впливом різних чинників. Вона дає розуміння процесів трибокорозії і показує шляхи вибору контактних пар та методів підвищення опору корозійно-механічному руйнуванню, який може включати модифікування середовищ чи зміну властивостей поверхонь, використовуючи різні матеріалознавчі методи.

#### 6. Опис навчальної дисципліни

##### 6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем	К-ть годин
1.	Вступ. ✓ Мета та завдання навчальної дисципліни ✓ Основні поняття: корозія, трибологія, трибокорозія. ✓ Трибокорозія в різних галузях промисловості.	4
2.	Класифікація вузлів тертя за умовами зношування. Загальні характеристики поверхні тертя і її геометрії. Шорсткість поверхонь.	4

3.	Стадії зношування пар тертя. Класифікація видів зношування і пошкоджуваності.	4
4.	Методи і засоби досліджень тертя і зношування деталей машин в корозивних середовищах. Класифікація лабораторних машин для випробування матеріалів на зношування та методів вимірювання зношування за трибокорозії.	4
5.	Основні підходи до визначення механізмів трибокорозії: ✓ Синергічний; ✓ Механістичний; ✓ Третього тіла; ✓ Нанохімічний.	3
6.	Визначення компонент трибокорозії ASTM G119-09(2021) Standard Guide for «Determining Synergism Between Wear and Corrosion».	3
7.	Електрохімічні методи для вивчення процесів та механізмів трибокорозії (гальванічний, потенціостатичний, потенціодинамічний, електрохімічної імпедансної спектроскопії, електрохімічного шуму, вимірювання електродного потенціалу).	4
8.	Вплив різних чинників на трибокорозію металевих поверхонь та покриттів. Основні підходи до вибору контактних пар.	3
9.	Технологічні способи відновлення поверхонь деталей та підвищення зносостійкості за умов трибокорозії : хіміко-термічна обробка, термічна обробка; хімічна обробка; наплавка і напилення; гальванічні покриття, поведнево-пластичне зміцнення; іонна імплантація.	3
<b>Усього годин</b>		<b>32</b>

### 6.2. Практичні заняття

№ з/п	Назви тем	К-ть годин
1	Трибокорозійні дослідження для визначення сумарного впливу механічної, корозійної і синергічної складової втрат матеріалу з визначенням зміни електродного потенціалу в процесі випробувань матеріалу, що пасивує.	3
2	Встановлення механічної складової зношування матеріалу за катодного захисту	4
3	Потенціостатичні та потенціодинамічні дослідження матеріалу для визначення корозійної складової трибокорозії	4
4	Дослідження поверхонь тертя дослідних зразків з аналізом продуктів тертя за допомогою електронної мікроскопії та EDX-аналізу.	4
5	Формування протоколу досліджень та звіту.	3
<b>Усього годин</b>		<b>18</b>

### 6.3. Самостійна робота

№ з/п	Найменування робіт	К-ть годин
1.	Підготовка до практичних занять	20
2.	Підготовка до здачі семестрового заліку	20
<b>Усього годин</b>		<b>40</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. Іспитовий контроль з письмовою та усною компонентами.

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів

Максимальна оцінка в балах					
Виконання і захист практичних та розрахункових (розрахунково-графічних) робіт		Виконання і захист індивідуального науково-дослідного завдання		Іспит	
письмова компонента	усна компонента	письмова компонента	усна компонента	письмова компонента	усна компонента
20	10	15	5	40	10
<b>Разом за дисципліну</b>					100

### 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) 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 A 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 B 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 C 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 виставляється за посередні знання навчального матеріалу модуля, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

• 63–60 балів – оцінка Е виставляється за слабкі знання навчального матеріалу модуля, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності викладення, за слабке 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. Vynar, V. A., Chuchman, M. R., Khoma, M. S., Ivashkiv, V. R., Vasylyv, C. B., Gural, T. O., ... & Rudkovskii, Y. M. (2024). Causes of accelerated corrosion in coiled tubing during acid washing of a gas field well. *Materials Science*, 60(2), 117-123.
2. Hoque, M. A., Yao, C. W., Khanal, M., & Lian, I. (2022). Tribocorrosion behavior of micro/nanoscale surface coatings. *Sensors*, 22(24), 9974.
3. Sun, Y. (2025). Surface Engineering and Coating Technologies for Corrosion and Tribocorrosion Resistance—Volume II. *Materials*, 18(19), 4472.
4. Zeng, D., Luo, J., Ke, R., Yu, C., Dong, B., Yu, Z., ... & Yan, J. (2025). Research Progress on Tribo-Corrosion Behavior of Oil Country Tubular Goods: A Review. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, 11(4), 122.
5. Закалов О.В., Закалов І.О. Основи тертя і зношування в машинах. Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов // Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с.
6. Винар В. А. Наукові основи фрикційної взаємодії металів за дії корозійного та водневого чинників : дис. докт. : 05.17.14 / Винар Василь Андрійович – Львів, 2020. – 389 с.
7. Mischler S. Triboelectrochemical techniques and interpretation methods in tribocorrosion: A comparative evaluation. *Tribology International*. 2008. Vol. 41. № 7. P. 573–583.

8. Електролітичні покриття сплавами заліза для зміцнення і захисту поверхні: монографія / Г. В. Каракурчі [та ін.]; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". - Харків : Панов А. М., 2017. – 198.

#### Допоміжна

1. Halaichak, S. A., Korniy, S. A., Zakiev, V. I., Vynar, V. A., Danylchuk, M. V., Chuchman, M. R., & Mardarevych, R. S. (2026). Corrosion resistance, wear resistance, and tribocorrosion of Ni—Mo—B electrodeposited coatings. *Materials Science*, 1-10.
2. Khoma, M., Mardarevych, R., Vynar, V., Vasylyv, C., & Kovalchuk, Y. (2022). Influence of heat treatment on tribocorrosion properties of Ni-B composite coatings. *Problems of Tribology*, 27(1/103), 34-40.

*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.*

**«ПОГОДЖЕНО»**

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



**Сергій КОРНІЙ**