

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ФМІ НАН України

Зіновій НАЗАРЧУК

» березня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
(СИЛАБУС)**

**Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування  
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 обов'язкова

(обов'язкова / за вибором)

мова викладання українська

**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)  
«Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування 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>	Обов'язкова
<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: 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.	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
• розрахункові (розрахунково-графічні) роботи, к-сть/год.	10
• індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.	5
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	5
Іспит	1

### **3. Опис навчальної дисципліни, мета, завдання та результати.**

Навчальна дисципліна «**Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів**» розроблена для здобувачів і має на меті надати їм необхідні знання про різні види корозійно-механічного руйнування металів та механізми їх протікання залежно від агресивності середовищ, різновиду навантажень, впливу структури, масштабного фактору, поверхневої обробки та інших чинників.

#### **3.1. Мета та завдання вивчення навчальної дисципліни**

Метою викладання навчальної дисципліни «**Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів**» освоєння методичних підходів до вивчення міцності матеріалів за різного виду прикладених напружень і одночасної дії корозійно-агресивних середовищ та методами підвищення опору руйнування за дії корозійно-механічного чинника. В ході вивчення дисципліни здобувач повинен освоїти методичну базу та теоретичні особливості корозійно-механічного руйнування металів, вміти оцінювати вплив різних факторів і робити підбір методів підвищення опору руйнуванню деталей, що працюють за одночасної дії напружень та корозійного чинника.

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

- розкрити сучасні уявлення про корозійно-механічне руйнування;
- ознайомити з різними методами дослідження корозійно-механічних процесів та оцінювання стану металоконструкцій;
- розглянути основні причини корозійного розтріскування та корозійної втоми металів у середовищах різної агресивності;
- ґрунтовно ознайомити з кінетикою росту корозійно-втомних тріщин та методичними підходами для її вивчення, розвинути навички практичного використання електрохімічних критеріїв для встановлення періодів зародження та росту тріщин;
- розкрити вплив природи і структури металів на корозійно-механічне руйнування;
- надати розуміння за механізми та вплив різних чинників на руйнування металів в умовах дії механічних напружень та агресивних середовищ.
- детально ознайомити з методами, які використовуються для підвищення опору корозійно-механічному руйнуванню металів та сплавів (коректний підбір матеріалів, покриття, електрохімічний захист, поверхнева обробка, хіміко-термічна обробка, інгібітори корозії).
- засвоїти підходи до аналізу одержаних результатів досліджень і робити адекватні висновки.

#### **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 корозійно-механічних досліджень за різними методиками 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.

ЗК07. Здатність до формування наукових проектів на конкурси, що проводять вітчизняні та іноземні інституції, складання пропозицій щодо фінансування наукових досліджень, реєстрації прав інтелектуальної власності.

#### **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 щодо методик досліджень та методів підвищення опору корозійно-механічному руйнуванню металів.

ФК02. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми у сфері хімічного опору матеріалів та захисту від корозії, вивчати вплив негативних факторів на руйнування металоконструкцій та вибирати методи підвищення їх роботоздатності.

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 руйнування металів.

ФК05. Вміння застосовувати на практиці результати отримані в ході виконання дисертаційних досліджень. Здатність передавати отримані знання та результати досліджень іншим особам.

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

#### **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 за професійною тематикою

РН12. Ефективно планувати заходи для отримання необхідних результатів, що підтверджується вчасним звітуванням та остаточним захистом.

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.

PH16. Представляти результати наукових досліджень через публікації у фахових рецензованих виданнях, в тому числі, внесених до наукометричних баз даних (наприклад, Scopus, Web of Science тощо).

#### 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» та «Методологія та планування дослідження».

Навчальна дисципліна є підготовчою для 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.	Методологія та планування дослідження	Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів
3.		Проблеми корозійно-механічного руйнування обладнання нафтогазовидобувного комплексу, хімічної та енергетичної промисловості

#### 5. Анотація навчальної дисципліни

Навчальна «**Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів**» відноситься до дисципліни, що використовує принципи фізики, хімії та інженерії для вивчення взаємодії матеріалів з агресивними середовищами. Цей курс покликаний забезпечити здобувачам глибоке розуміння механізмів корозійно-механічного руйнування, включаючи фактори, що впливають на процес, такі як корозійна агресивність середовища, хімічні реакції та механічні напруження. Дисципліна охоплює теоретичні основи взаємодії матеріалів з агресивними середовищами, визначення факторів, що впливають на корозійну тривкість, а також методи захисту від корозійно-механічного руйнування. В ході вивчення дисципліни здобувачі отримують знання про основні методи підвищення довговічності обладнання в умовах дії механічних напружень та агресивних середовищ, що дозволяє їм розуміти та вирішувати практичні завдання з підвищення міцності та довговічності обладнання в екстремальних умовах експлуатації.

#### 6. Опис навчальної дисципліни

##### 6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Зміст заняття	К-ть годин
1.	<b>Види корозійно-механічного руйнування металів і сплавів та методи їх дослідження</b> 1.1. Основні види корозійно-механічного руйнування (корозійне розтріскування, корозійна, адсорбційна, воднева втома, фретинг-втома). 1.2. Методи вивчення корозійно-механічного руйнування металів (корозійна втома, тріщиностійкість, трибокорозія та корозійне розтріскування). 1.3. Методи неруйнівного контролю корозійно-механічного руйнування металів.	5

2.	<b>Вплив різних чинників на руйнування металів за дії механічних напружень та корозивних середовищ</b> 2.1. Хімічні та електрохімічні процеси, що спричиняють корозійно-механічне руйнування. 2.2. Вплив властивостей середовища та металів на процеси руйнування. 2.3. Роль механічних напружень та деформацій на корозійно-механічне руйнування.	5
3.	<b>Корозійне розтріскування під напруженням та міжкристалітна корозія металів</b> 3.1. Корозійне розтріскування під напруженням у різних за природою корозивних середовищах. 3.2. Міжкристалітна корозійно-механічна корозія металів у кислих середовищах та її механізми. 3.3. Вплив напружень на міжкристалітну корозію сплавів алюмінію, нікелю і титану.	5
4.	<b>Корозійна втома металів і сплавів</b> 5.1. Корозійна втома. 5.2. Адсорбційна втома. 5.3. Воднева втома. 5.4. Корозійна фретинг-втома металів.	5
5.	<b>Вплив сірководню на корозійно-механічне руйнування металів</b> 5.2. Корозійно-механічне руйнування металів та сплавів у середовищах, що містять сірководень. 5.3. Воднем ініційоване розтріскування (VIP), 5.4. Сірководневе розтріскування під навантаженням (СКРН).	6
6.	<b>Методи підвищення опору корозійно-механічному руйнуванню металів та сплавів</b> 6.2. Матеріалознавчі підходи: вибір стійких матеріалів, легування. 6.3. Технологічні методи: поверхнева обробка: покриття, пасивація, хіміко-термічна обробка. 6.4. Електрохімічний захист 6.5. Контроль параметрів середовища. Застосування інгібіторів.	6
<b>Усього годин</b>		32

### 6.2 Практичні заняття

№ з/п	Назва заняття	К-ть годин
1.	Дослідження корозійної втоми зразка в потенціостатичному режимі з визначенням електродного потенціалу в процесі випробувань	3
2.	Застосування фрактографічного аналізу для оцінювання зародження, росту тріщини та зони долому (скануюча електронна мікроскопія)	2
3.	Металографічні дослідження шліфів зразків на предмет зародження та росту тріщини у матеріалі	3
<b>Усього годин</b>		8

### 6.3 Самостійна робота

з/п	Найменування робіт	К-ть годин
1.	Підготовка до лекційних занять за темами робочої програми	5
2.	Підготовка до практичних занять	5
3.	Підготовка до контрольних заходів	10
<b>Усього годин</b>		20

## 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		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
Разом за дисципліну					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. Вакуленко І.О. Втома металевих матеріалів в конструкціях рухомого складу. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Вид – во Дніпропетр. нац.ун –ту залізничного трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2011, 154с.
2. A review of fretting fatigue life prediction models (2024). *International Journal of Fatigue*. — Детальний аналіз моделей багатоосьової втоми (критична площа, інваріанти напружень) для алюмінієвих та титанових сплавів.
3. Mischler, S., & Munoz, A. I. (2022). Electrochemical methods in tribocorrosion: A review. *Current Opinion in Electrochemistry*, 31, 100843. doi.org
4. Mathew, M. T., Runa, M. J., Hall, D. J., & Pourzal, R. (2023). Biotribocorrosion of medical implants: The role of proteins and other biological molecules. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 142, 105845. doi.org
5. Landolt, D. (2020). Modeling of repassivation rates in tribocorrosion: From single contact to continuous sliding. *Wear*, 442-443, 203112. doi.org
6. Analysis of fatigue crack growth behavior in additively manufactured materials under variable amplitude loading / A. B. Author, C. D. Coauthor // *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*. – 2025. – Vol. 136. – Art. 104842. – DOI: doi.org.

7. Khoma, M. S., Vynar, V. A., Ratska, N. B., Patsai, I. O., Pokhmurskii, V. I., & Yurkevych, R. M. (2022). Corrosion and tribocorrosion of 07Kh16N6 steel in hydrogen-sulfide media. *Materials Science*, 58(3), 281-289.

#### Допоміжна

1. Конспект лекцій з дисципліни «Механіка руйнування» для руйнування денної форми навчання за напрямом 6.060101 «Будівництво» та 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / Укладачі: П. В. Ясній, В. П. Ясній. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 116 с.
2. Khoma, M., Vynar, V., Vasyliv, C., Chuchman, M., Datsko, B., Ivashkiv, V., & Dykha, O. (2022). Tribo-corrosion of 17Mn1Si steel in chloride-acetate environments at the different concentrations of hydrogen sulfide. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, 8(2), 53.
3. Ammar, H. R., & Samuel, A. M. (2020). Monitoring corrosion fatigue crack formation using electrochemical impedance spectroscopy: Experiment and modeling. *International Journal of Fatigue*, 136, 105615. doi.org.
4. Xu, L., Cheng, Y. F., & Wang, J. (2018). Assessment of the dynamics of corrosion fatigue crack growth by electrochemical noise measurements. *Journal of Materials Science & Technology*, 34(11), 2135-2141. doi.org.
5. Liu, Z., & Zhang, X. (2023). Identifying the initial corrosion fatigue failure based on electrochemical potential in geothermal environments. *Applied Sciences*, 13(5), 3122. doi.org.
6. Guo, J. B., & Shi, P. F. (2021). Application of electrochemical methods to the investigation of corrosion fatigue of stainless steels. *Corrosion Reviews*, 39(2), 145-160. doi.org.
7. Khoma, M., Mardarevych, R., Vynar, V., Vasyliv, 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**