

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ФМІ НАН України

З.Т. Назарчук

«22» травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(Силабус)**

Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування
/код і назва навчальної дисципліни/

рівень вищої освіти: третій (доктор філософії)

галузь знань: 16 Хімічна та біоінженерія
/шифр і назва/

Спеціальність: 161 Хімічні технології та інженерія
/шифр і назва /

Спеціалізація: Хімічний опір матеріалів та захист від корозії
/шифр і назва /

вид дисципліни: за вибором
(обов'язкова / за вибором)

мова викладання українська

Львів – 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)
«Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування»

1. Реквізити навчальної дисципліни

Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити (90 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., провідний науковий співробітник Зінь Іван Миколайович, zin@ipm.lviv.ua , Практичні: д.т.н., провідний науковий співробітник Зінь Іван Миколайович, zin@ipm.lviv.ua ,
Розміщення курсу	www.ipm.lviv.ua ; 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
• семінарські заняття, год.	–
• практичні заняття, год.	18
• лабораторні заняття, год.	–
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	40
• індивідуальне науково-дослідне завдання, год.	18
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	22
Екзамен	1
Залік	–

3. Мета, завдання та результати навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «**Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування**» спрямована на підготовку фахівців у галузі захисту металів від корозії та корозійно-механічного руйнування з використанням сучасних екологічно чистих технологій. Дисципліна надає знання про новітні інгібітори корозії металів та методи оцінювання їх ефективності та механізму захисної дії. Після завершення програми аспіранти матимуть глибокі знання про сучасні методи захисту металів від корозії, вмітимуть застосовувати екологічно чисті інгібітори на практиці, оцінювати їх ефективність та вплив на навколишнє середовище. Вони зможуть розробляти та впроваджувати інноваційні рішення у галузі протикорозійного захисту, враховуючи сучасні екологічні вимоги.

3.1. Мета та завдання вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «**Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування**» є ознайомлення аспірантів з сучасними уявленнями про інгібування корозії металів в атмосферних умовах, ґрунті, прісній та морській воді, в робочих середовищах різних галузей промисловості та набуття теоретичних знань і освоєння

експериментальних методів наукових досліджень для розуміння фізико-хімічних основ протикорозійного захисту металів з використанням екологічно-безпечних інгібіторів корозії та оцінювання його ефективності.

3.2. Основні завдання навчальної дисципліни:

- познайомити аспірантів з особливостями захисної дії інгібіторів кислотної корозії;
- ознайомити аспірантів з принципами застосування інгібіторів корозії у захисті металічних артефактів;
- розглянути особливості захисної дії екологічно-безпечних полімерних інгібіторів корозії;
- ознайомити аспірантів з проблемою отримання ефективних синергічних інгібіторних композицій на основі біополімерів для захисту металів в нейтральних корозивних середовищах;
- презентувати аспірантам нові електрохімічні методи дослідження механізму захисної дії інгібіторів корозії;
- дати аспірантам розуміння особливостей захисної дії інгібіторів корозії залізобетону;
- розглянути перспективи застосування екологічно-безпечних неорганічних інгібіторів корозії;
- вивчити особливості застосування інгібіторів корозії для захисту металів від корозійно-механічного руйнування.

3.3. Результати навчальної дисципліни

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати **такі 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.

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 та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії.

ФК02. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми у сфері хімічного опору матеріалів та захисту від корозії, вибирати перспективні напрямки досліджень та забезпечувати їх якість.

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.

ФК04. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування методів та засобів протикорозійного захисту і нових функціональних матеріалів.

ФК05. Вміння застосовувати на теоретичному та практичному рівні результати дисертаційного дослідження. Здатність передавати отримані знання та результати досліджень для осіб, що хочуть навчатись.

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

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.

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 для професійного росту.

РН11. Аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

Комунікація:

PH14. Вміти вільно спілкуватися в іншомовному середовищі на професійному та соціальному рівнях, володіти навичками усної і письмової презентації результатів досліджень українською та іноземною мовами.

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).

Автономія і відповідальність:

PH17. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

PH18. 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 аспіранту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Іноземна мова професійного спрямування», «Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів» та «Методи моделювання процесів на межі розділу фаз на атомно-молекулярному рівні».

Навчальна дисципліна є підготовчою для написання кваліфікаційної роботи аспіранта.

Перелік попередніх та супутніх і наступних навчальних дисциплін

№ з/п	Попередні навчальні дисципліни	Супутні і наступні навчальні дисципліни
1.	Іноземна мова професійного спрямування	Сучасні методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств.
2.	Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів	Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів.
3.	Методи моделювання процесів на межі розділу фаз на атомно-молекулярному рівні	Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів.

5 Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування" спрямована на вивчення новітніх методів захисту металевих матеріалів від корозії та корозійно-механічного руйнування за допомогою екологічно чистих інгібіторів. У рамках курсу розглядаються основні принципи дії інгібіторів, їх класифікація, механізми впливу на процеси корозії, а також методи синтезу та застосування екологічно безпечних інгібіторів. Особлива увага приділяється сучасним підходам до розробки та використання зелених інгібіторів, які не мають негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини. Аспіранти ознайомляться з методами оцінювання ефективності інгібіторів, зокрема, за допомогою електрохімічних досліджень, електрохімічної імпедансної спектроскопії, сканівної електронної мікроскопії та інших сучасних аналітичних методів. Протягом курсу буде розглянуто приклади застосування інгібіторів у різних галузях промисловості, включаючи нафтову, газову, хімічну, енергетичну та будівельну. Особлива увага приділяється новітнім дослідженням та розробкам у сфері корозійного захисту, а також перспективам розвитку екологічно чистих технологій.

6. Опис навчальної дисципліни

Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування

6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Зміст заняття	Кількість годин
1	Механізм інгібування корозії металів в кислих середовищах. Вплив інгібіторів на катодний процес та анодне розчинення металів.	3
2	Інгібовані консерваційні матеріали та інгібітори корозії для археологічних артефактів.	3
3	Полімерні інгібітори корозії у водній фазі. Останні досягнення і майбутні перспективи.	3
4	Корозія залізобетону. Екологічно чисті інгібітори корозії залізобетону для середовищ підвищеної агресивності.	3
5	Закономірності адсорбції інгібіторів. Оцінка взаємодії інгібітора корозії з поверхнею металів за ізотермами адсорбції.	3
6	Застосування інгібіторів для захисту нафтопромислових об'єктів від корозії та корозійно-механічного руйнування.	3
7	Синергічні композиції карбогідратів та солей карбонових кислот як інгібітори корозії металів в нейтральних хлоридвмісних середовищах.	3
8	Інгібування корозії алюмінієвих сплавів іонами молібдату: механізм захисної дії та практичне застосування.	3
9	Рослинні екстракти та фітохімічні речовини як інгібітори корозії	4
10	Інгібітори корозії на основі рідкоземельних елементів.	4
Усього годин		32

6.2 Практичні заняття

№ з/п	Назва заняття	Кількість годин
1.	Основні проблеми інгібіторного захисту в різних галузях промисловості.	3
2.	Застосування поляризаційних методів в дослідженнях захисної дії та ефективності інгібіторів корозії.	3
3.	Застосування методу електрохімічної імпедансної спектроскопії для дослідження механізму захисної дії та протикорозійної ефективності інгібіторів корозії.	3
4.	Оцінювання механізму захисної дії інгібіторів корозії на основі побудови ізотерм адсорбції. Переваги і недоліки різних експериментальних методичних підходів у вивченні адсорбції інгібіторів корозії.	3
5.	Застосування методів сканівної електронної мікроскопії та енергодисперсійного рентгенівського мікроаналізу в дослідженнях екоінгібіторів корозії.	3
6.	Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія в дослідженнях екоінгібіторів корозії	3

Усього годин	18
---------------------	-----------

6.3 Самостійна робота

№ з/п	Найменування робіт	Кількість годин
1.	Підготовка до лекційних занять за темами робочої програми	10
2.	Підготовка до практичних занять	15
3.	Індивідуальне науково-дослідне завдання	15
Усього годин		40

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 аспірантів

Максимальна оцінка в балах				
Поточний контроль (ПК)		Екзаменаційний контроль		Разом за дисципліну
Форма поточного контролю та максимальні бали за виконані завдання	Разом за ПК	письмова компонента	усна компонента	
Підготовка, виконання та захист звітів з практичних робіт: – 3-5 балів за групову роботу; – 5-10 балів за роботу, виконану за індивідуальним завданням.	40	50	10	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за навчальну діяльність	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	+A, A, -A	Відмінно
82-89	+B, B, -B	Дуже добре
74-81	+C, C, -C	Добре
64-73	+D, D, -D	Задовільно
60-63	E	Достатньо
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом

9. Навчально-методичне забезпечення

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

10. Рекомендована література

Базова

1. Погребова І. С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 296 с.
2. Branko N. Popov. Corrosion engineering. Principles and solved problems. Oxford: Elsevier, 2015. – 768 p.
3. Saviour A. Umoren, Moses M. Solomon, Viswanathan S. Saji. Polymeric Materials in Corrosion Inhibition. Fundamentals and Applications. Amsterdam - London: Elsevier Inc. 2022. – 632 p.
4. Sanjay K. Sharma. Green Corrosion Chemistry and Engineering. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2012. – 420 p.
5. Polymeric Corrosion Inhibitors for Greening the Chemical and Petrochemical Industry. Edited by Mohammad A. Jafar Mazumder Mumtaz A. Quraishi Amir Al-Ahmed. Wiley-VCH. Weinheim, Germany, 2023. – 436 p.
6. Mumtaz A. Quraishi, Dheeraj S. Chauhan, Viswanathan S. Saji. Heterocyclic Organic Corrosion Inhibitors. Principles and Applications. Amsterdam: Elsevier Inc. - 2020. – 284 p.
7. Rare Earth-Based Corrosion Inhibitors. A volume in Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering. Book. 2015. – 319 p.

Допоміжна

1. David Talbot and James Talbot. Corrosion science and technology. Boca Raton: CRC Press LLC, 1998. – 390 p.
2. Corrosion Mechanisms in Theory and Practice. Third Edition. Edited by Philippe Marcus. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012. – 929 p.
3. E. McCafferty. Surface Chemistry of Aqueous Corrosion Processes. London: Springer, 2015. – 96 p.
4. Nasab S.G., Yazd M.J., Semnani A., Kahkesh H., Rabiee N., Rabiee M., Bagherzadeh M. Natural Corrosion Inhibitors. Morgan & Claypool, 2019. — 98 p. — (Synthesis Lectures on Mechanical Engineering 18).

Інформаційні ресурси

1. <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/corrosion-protection>
2. https://www.steelconstruction.info/Corrosion_protection
3. Modern Trends in Corrosion Protection of Steels. A special issue of *Coatings*. 2022. https://www.mdpi.com/journal/coatings/special_issues/steel
4. <https://adithyacorrosion.com/emerging-trends-in-corrosion-engineering-materials-and-technologies/>

«ПОГОДЖЕНО»

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



Сергій КОРНИЙ