

**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)**

Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту
металів

/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)
«Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів»

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 навчальна дисципліна
Форма навчання	Змішана
Рік підготовки, семестр	1 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.	20
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	20
Екзамен	1
Залік	—

3. Мета, завдання та результати навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна **«Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів»** розроблена для аспірантів зі спеціалізації «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії» для їх ознайомлення з перспективними напрямками наукових досліджень та розробок в галузі протикорозійного захисту металів. В дисципліні представлено сучасні проблеми захисту від корозії металів в різних галузях промисловості. Зроблено наголос на необхідності розроблення екологічно-безпечних протикорозійних технологій. Значна увага приділена дослідженням з використання продуктів мікробного синтезу та природних полісахаридів в якості інгібіторів корозії вуглецевих сталей, алюмінію та алюмінієвих сплавів. Аспіранти отримують поглиблене розуміння застосування нанотехнологій в протикорозійному захисті. В курсі лекцій технологія розроблення нових методів протикорозійного захисту залізобетону пов'язана з вимогами циркулярної економіки та екологічною безпекою. Надано розуміння методів одержання графенових протикорозійних покриттів. Наголошено на перспективних технологіях отримання систем органічних покриттів для захисту від корозії морських металевих споруд.

3.1. Мета дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни **«Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів»** є ознайомлення аспірантів з перспективними науковими напрямками в протикорозійному захисті металів, які на сьогоднішній день інтенсивно розвиваються в Україні і за кордоном і включають екологічно-безпечні інгібітори корозії, застосування нанотехнологій, отримання графенових покриттів, органічні покриття з активними протикорозійними пігментами наноконтейнерного типу, новітні методи дослідження механізму захисної дії та протикорозійної ефективності інгібіторів корозії та покриттів. В ході вивчення дисципліни аспірант повинен набути навиків вибору перспективних напрямів досліджень в галузі корозії та протикорозійного захисту металів на основі аналізу доступних джерел науково-технічної інформації.

3.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни

- познайомити аспірантів з “зеленими” інгібіторами корозії на основі продуктів мікробного синтезу та екстрактів рослин, інгібіторними композиціями на їх основі та галузями застосування;
- ознайомити аспірантів з наноструктурованими інгібіторами корозії, в тому числі наноконтейнерного типу з інтеркальованою активною фазою, для протикорозійних лакофарбових покриттів;
- розглянути перспективні наукові підходи до розроблення органічних інгібіторів для захисту від корозії рецикльованого та низьковуглецевого залізобетону;
- ознайомити аспірантів з проблемою отримання ефективних систем органічних покриттів для захисту металевих конструкцій в офшорній морській зоні;
- презентувати аспірантам нові електрохімічні методи дослідження механізму захисної дії інгібіторів корозії та інгібованих органічних покриттів.

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 проєктів 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.

Програмні результати навчання:**Знання:**

- РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій 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 за професійною тематикою.

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

Комунікація:

- РН14. Вміти вільно спілкуватися в іншомовному середовищі на професійному та соціальному рівнях, володіти навичками усної і письмової презентації результатів досліджень українською та іноземною мовами.
- 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 аспіранту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Іноземна мова професійного спрямування», «Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів» та «Основи сучасних хімічних технологій та інженерії».

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.	Основи сучасних хімічних технологій та інженерії	Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування.

5. Анотація навчальної дисципліни

Вивчаючи дисципліну аспіранти складають уявлення про сучасні тенденції **у розвитку методів та засобів протикорозійного захисту металів**, поглиблюють свої знання в галузі інгібіторів корозії, протикорозійних лакофарбових покриттів, методів їх отримання та галузей застосування. Практичні заняття покликані закріпити теоретичні знання **методів та засобів протикорозійного захисту металів**, дати уявлення про перспективні методи дослідження захисної ефективності інгібіторів корозії в середовищах різної агресивності та на металах і сплавах різного складу. Набуті знання та навички можуть використовуватись в подальшій науково-дослідній діяльності пов'язаній з організацією сучасного конкурентоздатного виробництва.

6. Опис навчальної дисципліни

6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем	Кількість годин
1.	Втрати народного господарства, спричинені корозією обладнання та металоконструкцій. Прямі фінансові витрати. Зниження продуктивності виробництва. Підвищені витрати на обслуговування та експлуатацію. Небезпека аварій та катастроф. Екологічні збитки. Соціальні та економічні наслідки. Довгострокові економічні втрати.	4
2.	Небезпека хроматних інгібіторів корозії на стадіях виробництва та застосування, токсичність хроматів, забруднення довкілля, необхідність спеціальної утилізації. Перспективні заміники хроматних інгібіторів корозії.	4
3.	Використання мікроорганізмів та продуктів мікробіологічного синтезу і природних полісахаридів для захисту металів від корозії.	3
4.	Застосування нанотехнологій в протикорозійному захисті металів. Нанорозмірні наповнювачі органічних протикорозійних покриттів. Інгібітори корозії на основі наночасток. Наноконтейнери, інтеркальовані інгібіторами корозії. Нанокompозитні органічні покриття для захисту металів від корозії.	3
5.	Останні досягнення в розробленні функціональних та розумних протикорозійних покриттів. Покриття, що самозаліковуються, покриття, що запобігають обростанню, супергідрофобні покриття, покриття, модифіковані силоксаном. Перспективні напрями дальших досліджень.	4
6.	Протикорозійний захист в будівництві і циркулярна економіка. Розроблення екологічно-безпечних інгібіторів корозії для використання в рецикльованому залізобетоні. Захист від корозії низьковуглецевого залізобетону.	4
7.	Останні досягнення в захисті магнієвих сплавів від корозії органічними покриттями. Гібридні органо-неорганічні золь-гель покриття.	4
8.	2D матеріали на основі графену. Застосування в протикорозійному захисті. Методи одержання та захисний механізм графенових покриттів.	3
9.	Останні досягнення в технологіях отримання систем органічних покриттів для захисту від корозії морських металевих споруд.	3
Усього годин		32

6.2. Практичні заняття

№ з/п	Назва заняття	Кількість годин
1.	Аналіз втрат від корозії в різних галузях промисловості.	3
2.	Вплив складу атмосфери на швидкість корозії сталі. Морська атмосфера. Кислі дощові опади.	3
3.	Основні проблеми протикорозійного захисту в хімічній та нафтохімічній промисловості.	3
4.	Застосування методу вимірювання електрохімічного шуму в дослідженнях корозії.	3
5.	Оцінка механізму захисної дії інгібіторів корозії на основі побудови ізотерм адсорбції. Переваги і недоліки різних експериментальних методичних підходів у вивченні адсорбції інгібіторів корозії.	2

6.	Ознайомлення з технікою дослідження локальної корозії металів з використанням сканівних електродів.	4
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 звітів з практичних занять	10
3.	Підготовка до здачі семестрового екзамену	20
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. І. С. Погребова. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 296 с.
2. Corrosion protection and control using nanomaterials. Edited by Viswanathan S. Saji and Ronald Cook. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012. – 417 p.
3. Branko N. Popov. Corrosion engineering. Principles and solved problems. Oxford: Elsevier, 2015. – 768 p.
4. David Talbot and James Talbot. Corrosion science and technology. Boca Raton: CRC Press LLC, 1998. – 390 p.
5. Corrosion Mechanisms in Theory and Practice. Third Edition. Edited by Philippe Marcus. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012. – 929 p.
6. E. McCafferty. Surface Chemistry of Aqueous Corrosion Processes. London: Springer, 2015. – 96 p.
7. NACE Corrosion Engineer's Reference Book. National Association of Corrosion Engineers, Robert Baboian, R.S. Treseder, Houston: NACE International, 2002. – 448 p.
8. Philip A. Schweitzer. Paint and Coatings Applications and Corrosion Resistance. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. – 671 p.

Допоміжна

1. S.B. Lyon, R. Bingham, D.J. Mills, Advances in corrosion protection by organic coatings: What we know and what we would like to know, Progress in Organic Coatings, V. 102, Part A, 2017, P. 2-7.
2. Abass A. Olajire, Recent advances on organic coating system technologies for corrosion protection of offshore metallic structures, Journal of Molecular Liquids, V. 269, 2018, P. 572-606.
3. M.F. Montemor, Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances, Surface and Coatings Technology, V. 258, 2014, P. 17-37.
4. Mojtaba Bagherzadeh, Zahra Shams Ghahfarokhi, Chapter 9 - Graphene-based 2D materials: recent progress in corrosion inhibition, Editor(s): Chandrabhan Verma, Vandana Srivastava, Taiwo W. Quadri, Chaudhery Mustansar Hussain, Eno E. Ebenso, Smart Anticorrosive Materials, Elsevier, 2023, P. 159-186.
5. Mehdi Honarvar Nazari, Yan Zhang, Ali Mahmoodi et al., Nanocomposite organic coatings for corrosion protection of metals: A review of recent advances, Progress in Organic Coatings, V. 162, 2022, 106573.

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