

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ФФМ НАН України З.Г. Назарчук
«22» травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(Силабус)**

Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і
покриттів

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)
«Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів»

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.	16
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	34
Екзамен	1
Залік	—

3. Мета, завдання та результати навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна **«Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів»** спрямована на підготовку фахівців у галузі захисту металів від корозії з використанням сучасних екологічно безпечних інгібованих лакофарбових покриттів. Дисципліна надає знання про новітні протикорозійні покриття та методи оцінювання їх ефективності та механізму захисної дії. Аспіранти матимуть глибокі знання про сучасні методи захисту металів від корозії за допомогою органічних покриттів, про застосування їх на практиці та оцінку їх ефективності та безпеки для навколишнього середовища. Вони зможуть розробляти та впроваджувати інноваційні рішення у галузі протикорозійного захисту, враховуючи сучасні екологічні вимоги.

3.1. Мета дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни **«Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів»** є ознайомлення аспірантів з технологією вискоєфективних та екологічно-безпечних лакофарбових та полімерних покриттів для захисту металевих конструкцій від корозії в атмосферних умовах. Курс спрямований на надання аспірантам фундаментальних знань та практичних навичок, необхідних для розробки та застосування сучасних протикорозійних матеріалів і покриттів.

3.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни

- Ознайомлення з теоретичними основами та принципами захисту металів від корозії.
- Дослідження новітніх протикорозійних органічних покриттів та методів оцінювання їх ефективності і механізму захисної дії.
- Вивчення сучасних технологій отримання екологічно чистих протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів.
- Формування навичок оцінювання ефективності протикорозійних матеріалів і покриттів та їх впливу на навколишнє середовище.
- Розвиток умінь розробляти та впроваджувати інноваційні рішення у галузі протикорозійного захисту з урахуванням сучасних екологічних вимог.

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.

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 для професійного росту.

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 педагогічної діяльності».

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	Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів.
3.	Основи педагогічної діяльності	Сучасні екологічно чисті інгібітори корозії та корозійно-механічного руйнування.

5. Анотація навчальної дисципліни

Курс "Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів" розроблений для надання аспірантам ґрунтовних знань щодо наукових аспектів та сучасних технологій захисту металевих матеріалів від корозії за допомогою органічних покриттів. Мета курсу полягає в тому, щоб ознайомити аспірантів з науковими уявленнями про виникнення та розвиток електрохімічної корозії металів у взаємозв'язку з захисною дією протикорозійних лакофарбових та полімерних покриттів. Основні теми курсу: основні типи лакофарбових зв'язуючих для протикорозійних покриттів, механізм захисної дії органічних покриттів, протикорозійні пігменти для лакофарбових покриттів, порошкові покриття, підготовка поверхні металу перед нанесенням лакофарбового покриття, адгезія та захисні властивості органічних покриттів, комбіновані метало-полімерні покриття, цинкнаповнені лакофарбові покриття, електрохімічні методи дослідження захисних властивостей органічних покриттів. Після завершення курсу аспіранти повинні: розуміти природу та механізми корозійних процесів, знати сучасні методи захисту металів від корозії за допомогою органічних покриттів, бути ознайомленими з новітніми тенденціями та інноваціями у сфері антикорозійного захисту лакофарбовими покриттями. Курс включає лекційні та практичні заняття, а також індивідуальне науково-дослідне завдання.

6. Опис навчальної дисципліни

Основи одержання протикорозійних лакофарбових та полімерних матеріалів і покриттів

6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Зміст заняття	Кількість годин
1	Основні типи лакофарбових зв'язуючих для протикорозійних покриттів. Алкідні смоли. Епоксидні смоли. Поліуретани. Поліефіри.	3
2	Механізм захисної дії органічних протикорозійних покриттів на металевих поверхнях.	3
3	Протикорозійні пігменти для лакофарбових покриттів. Порошки магнію та цинку. Фосфати. Феррити. Хромати. Пігменти бар'єрного типу. Пігменти наноконтейнерного типу.	3
4	Порошкові покриття. Електростатичне нанесення порошкових покриттів. Тверднення порошкових покриттів. Властивості порошкових покриттів.	3
5	Підготовка поверхні металу перед нанесенням лакофарбового покриття. Очистка абразивним потоком. Конверсійні покриття.	3
6	Адгезія та захисні властивості органічних покриттів.	3
7	Деградація органічного покриття в умовах корозивного середовища та сонячної радіації.	3
8	Комбіновані метало-полімерні покриття. Методи одержання. Корозійна тривкість конструкцій з комбінованими покриттями в атмосферних умовах.	3
9	Цинкнаповнені лакофарбові покриття. Протикорозійна ефективність. Механізм захисної дії.	4
10	Електрохімічні методи дослідження захисних властивостей органічних покриттів. Імпедансна спектроскопія. Електрохімічний шум.	4
Усього годин		32

6.2 Практичні заняття

№ з/п	Назва заняття	Кількість годин
1.	Характеристика складу покриттів, оцінювання ефективності та фізико-механічні випробування органічних лакофарбових покриттів.	3
2.	Визначення властивостей лакофарбового покриття під час нанесення. Товщина вологої плівки. Товщина сухої плівки. Час висихання. Проникність. Водопоглинання. Механічні властивості лакофарбової плівки та покриття.	3
3.	Застосування методу електрохімічної імпедансної спектроскопії для дослідження механізму захисної дії та протикорозійної ефективності лакофарбових покриттів.	3
4.	Тестування довговічності лакофарбових покриттів. Камера сольового туману. Камера тепла та вологи. Атмосферні випробування. Імерсійні випробування. Випробування на	3

	стійкість лакофарбового покриття до ультрафіолетового опромінення.	
5.	Застосування методів сканівної електронної мікроскопії та енергодисперсійного рентгенівського мікроаналізу в дослідженнях лакофарбових покриттів.	3
6.	Методи випробування та моніторингу катодного відшарування органічних протикорозійних покриттів.	3
Усього годин		18

6.3 Самостійна робота

№ з/п	Найменування робіт	Кількість годин
1.	Підготовка до лекційних занять за темами робочої програми	15
2.	Підготовка до практичних занять	15
3.	Індивідуальне науково-дослідне завдання	10
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. Ole Øystein Knudsen, Amy Forsgren. Corrosion Control Through Organic Coatings. Second Edition. CRC Press. Taylor&Francis Group. 2017.
2. Branko N. Popov. Corrosion engineering. Principles and solved problems. Oxford: Elsevier, 2015. – 768 p.
3. Sanjay K. Sharma. Green Corrosion Chemistry and Engineering. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2012. – 420 p.
4. Anthony E. Hughes, Johannes M.C. Mol, Mikhail L. Zheludkevich, Rudolph G. Buchheit. Active Protective Coatings New-Generation Coatings for Metals. Springer Science+Business Media Dordrecht 2016. – 429 p.
5. Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering: Number 64. Handbook of Smart Coatings for Materials Protection. Edited by Abdel Salam Hamdy Makhlouf. Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2014. – 659 p.
6. Organic Coatings Science and Technology. Fourth Edition. Frank N. Jones, Mark E. Nichols. Hoboken, USA, John Wiley & Sons. 2017. – 510 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. Priyabrata Banerjee, Sanjukta Zamindar, Manilal Murmu, Surya Sarkar, Chapter 15 - Organic-inorganic mixed nanocomposite as protective coating for corrosion inhibition, Editor(s): Chandrabhan Verma, Vandana Srivastava, Taiwo W. Quadri, Chaudhery Mustansar Hussain, Eno E. Ebenso, Smart Anticorrosive Materials, Elsevier, 2023, P. 305-327.

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 КОРНІЙ