

**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 методи корозійного моніторингу обладнання
хімічних підприємств**

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 методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств»

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	Залік
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Чучман Мар'ян Романович, marianx@i.ua Практичні: к.т.н., Чучман Мар'ян Романович, marianx@i.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.	8
• лабораторні заняття, год.	—
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	40
• контрольні роботи, к-сть/год.	—
• розрахункові (розрахунково-графічні) роботи, к-сть/год.	—
• індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.	—
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	50
Екзамен	—
Залік	1

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

Навчальна дисципліна «Сучасні методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств» розроблена для аспірантів зі спеціалізації «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії» і має на меті надати їм необхідні знання з корозійного моніторингу, який використовується на підприємствах хімічної та перероблюваної галузях для їх використання у наукових дослідженнях в галузі корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Аспіранти матимуть змогу закріпити набуті раніше знання з курсу «Фізична хімія», а також ознайомитись з методиками, які використовують для контролю корозійного стану основного обладнання.

3.1. Мета та завдання вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств» є поглиблене вивчення методик і методів корозійного контролю, використання яких дозволяє оперативно оцінити корозійний стан обладнання, що дозволить запобігти передчасному руйнуванню основного обладнання а також уникнути техногенних аварій та катастроф. В ході вивчення дисципліни аспірант повинен оцінити економічний ефект, строк окупності системи моніторингу, вміти вибрати оптимальний варіант системи корозійного моніторингу для конкретного типу обладнання і застосовувати їх для вирішення тих проблем, які виникають при виконанні дисертаційної роботи.

3.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни

- ознайомити аспірантів з основними принципами побудови системи корозійного моніторингу;
- ознайомити аспірантів з методиками і методами які дозволяють оцінити і контролювати корозійний стан обладнання;
- розглянути застосування конкретних прикладів.

3.3. Результати навчальної дисципліни

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

Загальні компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, аналізу та синтезу одержаних знань;
- ЗК02. Здатність ініціювати та проводити оригінальні наукові дослідження, ідентифікувати актуальні наукові проблеми, здійснювати пошук та критично аналізувати інформації, продукувати інноваційні конструктивні ідеї та застосовувати нестандартні підходи до вирішення складних і нетипових завдань;
- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність);
- ЗК04. Здатність слідувати етичним і правовим нормам у професійній діяльності;
- ЗК05. Здатність адаптуватися та діяти в нових ситуаціях під тиском обставин, зокрема, до самостійного освоєння нових методів та підходів до вирішення проблем, що виникають у хімічній технології та інженерії, до зміни наукового й виробничого профілю своєї діяльності.
- ЗК06. Уміння брати участь у наукових бесідах, дискусіях на належному фаховому рівні, презентувати результати наукових досліджень в усній та письмовій формі, організовувати та проводити навчальні заняття.

Фахові компетентності спеціальності:

- ФК01. Здатність планувати та виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання стосовно корозії та протикорозійного захисту сталей та сплавів та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної технології та інженерії.
- ФК02. Всебічне розуміння теоретичних засад систем корозійного моніторингу обладнання підприємств хімічної та біохімічної галузі.
- ФК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері технологічних процесів та апаратів хімічної технології та інженерії, робити адекватні висновки про роботоздатність сталей та сплавів в агресивних середовищах.
- ФК06. Здатність написання та публікування статей у фахових журналах та публічної презентації результатів своїх досліджень. Здатність забезпечувати збереження авторських прав.

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
- РН04. Знати науково обґрунтовані критерії працездатності матеріалів та виробів; фізико-хімічних явищ, які зумовлюють корозійну деградацію матеріалів; умов експлуатації, які спричиняють зниження працездатності виробів, методи і засоби технічної діагностики стану матеріалів і виробів.

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. Здатність виявляти доцільність та ефективність типових схем корозійного моніторингу
- РН11. Аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення. Оцінювати та забезпечувати якість досліджень, що проводяться;
- РН12. Ефективно планувати заходи для отримання необхідних результатів, що підтверджується вчасним звітуванням та остаточним захистом.

Комунікація:

- РН15. Вміти доступно, на високому науковому рівні доносити сучасні наукові знання та результати досліджень до професійної та непрофесійної аудиторії.
- 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.
- РН19 Застосовувати набуту компетентність в практичній роботі і науково педагогічній діяльності.

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 «Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів», «Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів» та «Методологія та планування дослідження».

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.	Фізико-хімічні аспекти корозійно-механічного руйнування металів та сплавів	Корозійно-електрохімічні аспекти структурної механіки руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів
2.	Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів	Корозійно-електрохімічні аспекти трибокорозії металів та сплавів
3.	Методологія та планування дослідження	Проблеми корозійно-механічного руйнування обладнання нафтогазовидобувного комплексу, хімічної та енергетичної промисловості

5. Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Сучасні методи корозійного моніторингу обладнання хімічних підприємств» спрямована на практичне застосування корозійної науки. Об'єктом захисту виступає обладнання підприємств, що займаються виготовленням та синтезом хімічних продуктів, пластмас, мінеральних добрив, переробкою нафти та газу, а також сировини рослинного та тваринного походження, включаючи установки для мікробного синтезу, прекурсорів для фармацевтичної галузі та ін. Всі ці підприємства об'єднує те, що на кожному з них, як правило, присутній корозійний нагляд. Його завдання полягає в постійному і періодичному корозійному контролі основного обладнання. Для цього використовують ряд методів: візуально-оптичний, гравіметричний, метод вихрових струмів, ультразвукову діагностику, рентгенографію. Там де це можливо і доцільно, використовується автоматична комп'ютеризована система корозійного моніторингу. Для її побудови використовують методи контролю, які в режимі реального часу, які дають інформацію про стан обладнання. До цих методів контролю відносять метод поляризаційного опору, метод контролю потенціалу корозії, амперометрію нульового опору та ін. Також для неперервного контролю використовують аналітичні методи виявлення продуктів корозії у робочих середовищах. Дисципліна також знайомить аспірантів з сучасною автоматичною комп'ютеризованою системою корозійного моніторингу, яка комплектується кількома методами контролю корозії.

6. Опис навчальної дисципліни

6.1. Лекційні заняття

№ з/п	Зміст заняття	Кількість годин
1.	Вступ. Мета корозійного моніторингу. Основні завдання корозійного моніторингу. Історія появи корозійного моніторингу та його розвиток на підприємствах хімічної галузі.	5
2.	Принципи корозійного моніторингу на хімічних підприємствах. Вибір методів моніторингу в залежності від специфіки процесів. Критерії вибору методів корозійного контролю. Вимоги до обладнання для корозійного моніторингу	5
3.	Періодичні методи контролю. Візуально-оптичний, гравіметричний, магніто-порошковий, вихрових струмів, ультразвуковий, рентгенографічний.	5
4.	Неперервні методи контролю. Метод електричного опору, лінійного поляризаційного опору, контролю потенціалу корозії, зміннострумового імпедансу, електрохімічного шуму.	5
5.	Роль інформаційних технологій в корозійному моніторингу. Системи віддаленого моніторингу та обробки даних. Інтеграція корозійного моніторингу з системами керування підприємством.	4
6.	Оцінка корозійних ризиків. Планування заходів для мінімізації корозійних ризиків. Інтеграція управління корозійними ризиками в систему керування підприємством.	4
7.	Перспективи розвитку методів корозійного моніторингу. Нові матеріали та технології для запобігання корозії. Інновації у сфері корозійного моніторингу та їх застосування на хімічних підприємствах.	4
Усього годин		32

6.2 Практичні заняття

№ з/п	Назва заняття	Кількість годин
1.	Ознайомлення з реальними системами корозійного моніторингу на підприємствах. Аналіз ефективності різних методів моніторингу.	4
2.	Демонстрація роботи ультразвукового дефектоскопу або вимірювача швидкості корозії за поляризаційним опором.	4
Усього годин		8

6.3 Самостійна робота

№ з/п	Найменування робіт	Кількість годин
1.	Підготовка до лекційних занять за темами робочої програми	25
2.	Підготовка до практичних занять	25
Усього годин		50

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 студентів

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: – 1-2 бали за групову роботу; – 2-3 бали 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. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ / В.П. Чвірук, С.Г. Поляков, Ю.С. Герасименко – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2009.
2. Розвиток методу поляризаційного опору та побудова на його основі приладів корозійного контролю / Г.С. Васильєв, Ю.С. Герасименко – К.: КІП ім. І. Сікорського, Вид. Політехніка, 2019.
3. Деградація сталей в агресивних середовищах, залишковий ресурс обладнання і корозійний моніторинг / О.Г. Архипов, В.А. Борисенко, М.С. Хома, О.В. Любимова-Зінченко – Луганськ: Вид. Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, 2014

Допоміжна

1. Васильєв Г.С. Система автоматизованого корозійного моніторингу трубопроводів гарячого водопостачання багатоповерхового житлового будинку / Г.С. Васильєв, Р. Ю. Герасименко Ю.С. Герасименко // Фізико-хімічна механіка матеріалів. «Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів». Спец. Випуск №10.
2. Васильєв Г.С. Промислові випробування засобів корозійного моніторингу систем теплопостачання/ Г.С. Васильєв, Ю.С. Герасименко // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво. – Харків, 2015.
3. Клименко А.В. Методи і засоби моніторингу стрес-корозійного руйнування магістральних газопроводів / А.В. Клименко, Ю.С. Герасименко // Фізико-хімічна механіка матеріалів.– 2012. –2.

9. Інформаційні ресурси

10. Узгодження з іншими навчальними дисциплінами

№ з/п	Назва навчальної дисципліни, щодо якої проводиться узгодження	Прізвище та ініціали викладача	Підпис
1.	Теоретичні основи електрохімічних методів дослідження корозії металів.	Хома М.С.	
2.	Основні принципи розроблення методів та засобів протикорозійного захисту металів	Зінь І.М.	

«ПОГОДЖЕНО»

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



Сергій КОРНІЙ