



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Методи дослідження, діагностика, моніторинг технічного стану машин та апаратів

Шифр та назва спеціальності

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

-

Кафедра

Хімічна техніка та промислова екологія (154)

Освітня програма

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Себко Вадим Вадимович

Vadim.Sebko@khpі.edu.ua

Д.т.н., професор, професор

Досвід роботи – 27 років. Автор та співавтор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Вільно володіє українською мовою. Провідний лектор з дисциплін: «Сертифікація обладнання і харчової продукції», «Методи дослідження, діагностика, моніторинг технічного стану машин та апаратів хімічних виробництв», «Радіаційна та електромагнітна безпека», «Стандартизація та сертифікація обладнання, сировини і харчових продуктів»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння обсягом теоретичних і практичних знань необхідних для визначення дефектів основного метала обладнання машин та апаратів та оволодіння методиками вимірювального контролю фізико-хімічних параметрів, які характеризують стан матеріалів, виробів, конструкцій та речовин.

Мета та цілідисципліни

Сформувати у студентів загальні поняття і надати знання щодо методів дослідження та діагностики стану обладнання машин і апаратів, а також стосовно методів контролю фізико-механічних параметрів матеріалів, виробів конструкцій та речовин.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, консультації. Розрахункове завдання. Підсумковий контроль - залік.

Компетентності

Здатність обирати найсучасніші методи визначення пошкоджень обладнання машинобудування. Здатність визначати механіку руйнування та вміти вирішувати задачі прогнозування ресурсу обладнання

Результати навчання

Студенти повинні знати основні методи дослідження, діагностики та моніторингу технічного стану машин і апаратів, а також вимоги до надійності та безпечності їх експлуатації. Студенти повинні вміти застосовувати сучасні методи діагностики та інструментального контролю для визначення працездатності, ресурсу та залишкового терміну служби машин і апаратів. Студенти повинні вміти організовувати моніторинг технічного стану обладнання, виявляти несправності на ранніх стадіях та обґрунтовувати заходи з ремонту і технічного обслуговування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного опанування дисципліни здобувач повинен мати підготовку рівня бакалавра, сформовані загальні навчальні компетентності (здатність до навчання, критичне мислення, робота з інформацією, самоорганізація) та базові професійні знання зі спеціальності.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовуються репродуктивні та проблемно-пошукові методи навчання та акцентується увага на принципах реалізації методів контролю шкідливих речовин з використанням сучасної нормативної бази.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основи теорії технічного діагностування механічного обладнання: поняття та сутність технічного діагностування, завдання та функції діагностування, методи отримання інформації про стан обладнання, значення діагностування для підвищення надійності та безпеки експлуатації	2
Тема 2. Зварювання металів: фізичні основи процесу зварювання, види зварних з'єднань та їх характеристики, загальні вимоги до якості зварювання, вплив зварювальних процесів на властивості металу.	2
Тема 3. Дефекти основного металу та зварних з'єднань: ливарні дефекти та їх причини, дефекти прокатного і кованого металу, види дефектів зварних з'єднань, вплив дефектів на міцність і довговічність обладнання	4
Тема 4. Обробка результатів вимірювань. Методи та засоби неруйнівного контролю (НК): основні підходи до обробки результатів вимірювань, поняття	6

вірогідності контролю, загальні відомості щодо методів контролю, що не руйнує, засоби та обладнання для неруйнівного контролю.
Загальні відомості щодо контролю, що не руйнує.

Тема 5. Класифікація методів НК для оцінювання якості обладнання машинобудування: основні методи неруйнівного контролю та їх сфери застосування, вихрострумові методи контролю, переваги та обмеження різних методів НК, вибір методів контролю залежно від виду обладнання.	6
Тема 6. Визначення залишкової працездатності технологічного устаткування: поняття залишкової працездатності, методи визначення ресурсу обладнання, етапи проектування системи технічного контролю, роль технічної діагностики у прогнозуванні ресурсу.	4
Тема 7. Необхідність проведення робіт з визначення залишкової працездатності: обґрунтування доцільності визначення залишкової працездатності, основні роботи при обстеженні устаткування, метод безеталонного оцінювання параметрів безпечної експлуатації, застосування результатів для планування ремонту і модернізації.	4
Тема 8. Оцінка технічного стану устаткування за результатами комплексного обстеження: методика комплексного обстеження обладнання, технологічність конструкції при проведенні контролю, критерії оцінки технічного стану, практичне значення обстеження для подовження терміну служби машин і апаратів.	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>b</i>
Тема 1. Визначення дефектів прокату вихрострумовими методом: розрахунок індуктивного опору для різних режимів контролю, побудова графіка залежності сигналу від глибини дефекту, аналіз умов виявлення тріщин, раковин і включень у прокаті, розв'язання задач на визначення мінімальної виявлюваної глибини дефекту	2	0,2
Тема 2. Вимір товщини стінок посудини при наявності розшарувань ультразвуковим методом: розрахунок часу проходження ультразвукової хвилі через матеріал, визначення товщини стінки за швидкістю поширення хвилі та виміряним часом, розрахунок похибки вимірювання при наявності розшарувань, аналіз умов, за яких розшарування може призвести до хибних результатів.	4	0,2
Тема 3. Визначення напруг, що допускаються, методами НК: розрахунок допустимих напруг для елементів конструкції на основі результатів умовного контролю, застосування коефіцієнтів запасу міцності, побудова діаграми напружень і визначення небезпечних зон, вирішення задач на порівняння розрахованих напруг із граничними значеннями.	4	0,3
Тема 4. Розрахунок на міцність елементів устаткування: розрахунок товщини стінки посудини за внутрішнім тиском, визначення напружень у зварному з'єднанні, аналіз міцності елементів обладнання при статичних та циклічних навантаженнях, розв'язання задач на визначення залишкової	6	0,3

Загальна кількість годин**16**

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1$$

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Одна контрольна робота, яка охоплює теоретичний та практичний матеріал дисципліни та проходять у формі тестування на платформі Office 365

Теми контрольних робіт**Вагові
коефіцієнти a** **Тема 1.** "Контроль електричних параметрів і температури деталей обладнання машин та апаратів переробних і хімічних виробництв".**1****Загальна кількість годин**

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

Самостійна робота

Курс передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання у вигляді розрахункового завдання, яке полягає в аргументованому підборі відповідних цілей дисципліни. Розрахункове завдання надається у вигляді письмового звіту та передбачає дискусію щодо результатів на практичних заняттях.

. Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення**Кількість годин**

Тема 1. Законодавча база України щодо технічного діагностування машин і апаратів. Вивчення основних законів та стандартів, що регламентують діагностування технічних об'єктів. Аналіз підзаконних актів і нормативів для безпечної експлуатації машин.

4

Тема 2. Класифікація методів технічного діагностування. Розгляд основних груп методів – руйнівних та неруйнівних. Визначення переваг і недоліків кожної з них.

2

Тема 3. Методи візуально-оптичного контролю. Вивчення принципів огляду та застосування спеціальних оптичних приладів. Приклади виявлення поверхневих дефектів у деталях.

2

Тема 4. Методи вимірювання геометричних параметрів деталей і вузлів машин. Ознайомлення з інструментами для вимірювань (штангенциркуль, мікрометр, індикатори). Визначення точності та вплив похибок вимірювання.

2

Тема 5. Вихорострумові методи діагностики. Вивчення принципу дії вихрових струмів для контролю дефектів. Приклади застосування у дослідженні металевих конструкцій.

2

Тема 6. Ультразвукові методи контролю стану машин і апаратів. Аналіз роботи ультразвукових хвиль у виявленні внутрішніх дефектів. Порівняння точності цього методу з іншими неруйнівними.

4

Тема 7. Радіаційні методи неруйнівного контролю. Вивчення використання

4

рентгенівських і гамма-променів у діагностиці. Розгляд обмежень та правил безпеки під час роботи.

Тема 8. Акустичні методи визначення дефектів у матеріалах та конструкціях. Принципи використання звукових хвиль для діагностування. Можливості методу у виявленні тріщин і порожнин.	4
Тема 9. Вібраційна діагностика технічного стану машин.Аналіз параметрів вібрації для оцінки працездатності обладнання. Використання цього методу у прогнозуванні несправностей.	6
Тема 10. Тепловізійні методи дослідження стану апаратів і машин. Застосування тепловізорів для виявлення зон перегріву. Приклади діагностики електричних і механічних вузлів.	6
Тема 11. Електромагнітні методи діагностики.Використання магнітних полів для виявлення тріщин та дефектів у матеріалах. Порівняння з вихорострумовим контролем.	4
Тема 12. Гідравлічні та пневматичні методи контролю герметичності обладнання.Дослідження тиску рідин і газів у вузлах машин. Визначення витоків та перевірка щільності з'єднань.	4
Тема 13. Сучасні методи комплексної діагностики стану машин і апаратів.Аналіз поєднання кількох методів для підвищення точності контролю. Використання інтегрованих підходів у промисловості.	4
Тема 14. Автоматизовані системи діагностування та моніторингу технічного стану обладнання.Вивчення роботи сенсорів та програмного забезпечення. Приклади застосування систем онлайн-моніторингу.	4
Тема 15. Перспективи розвитку методів дослідження стану машин і апаратів у промисловості.Розгляд новітніх технологій контролю та діагностики. Аналіз тенденцій цифровізації та автоматизації процесів.	4
Загальна кількість годин	56

Тематика індивідуальних завдань

Завдання оформлюється у вигляді звіту, що має включати титульну сторінку, зміст, основну частину (з розрахунками, схемами або графіками), висновки та список використаних джерел. Орієнтовний обсяг роботи – 10–15 сторінок друкованого тексту (формат А4, шрифт TimesNewRoman 14, міжрядковий інтервал 1,5). Робота подається в електронному вигляді, за потреби додаються розрахункові файли (Excel, Mathcad тощо).

Строк виконання передбачено протягом семестру. На перевірку завдання надається не пізніше ніж за 2 тижні до кінця семестру.

Теми індивідуального завдання

Тема 1 Прямі і обернені задачі при реалізації змінно-частотного методу на базі трансформаторного вихорострумового перетворювача ТВП. Вивчення методики розрахунків частоти струму збудження (намагнічувального струму) трансформаторного вихорострумового перетворювача (ТВП) під час реалізації безконтактного вихорострумового змінно-частотного методу неруйнівного контролю виробів і середовищ

Загальна кількість годин

16

Неформальна освіта

Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). Публікація (тези

доповідей на конференціях, стаття у фаховому виданні), тематика якої відповідає практичним заняттям, може бути зарахована замість індивідуального завдання з максимальною оцінкою.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Обстеження, випробування та експлуатація будівель і споруд : навчальний посібник / М. М. Корзаченко, І. О. Прибисько, Т. Р. Ганєєв, М. Г. Болотов. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – 110 с. <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24114>
2. Терентьев О.О., Русан І.В., Горбатюк Є.В. та ін. Інтегровані моделі та методи автоматизованої системи діагностики технічного стану конструкцій будівель та споруд: підручник. Київ: 2019. 240 с. <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24114>
3. Терентьев О.О., Русан І.В., Горбатюк Є.В. та ін. Інтелектуальні інформаційні системи і технології діагностики технічного стану будівель: навчальний посібник – К.: Компрінт, 2019. 121 <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24115>
4. Чигарьов В. В., Гавриш П.А., Макаренко Н.О. Контроль якості : підруч. – Маріуполь : ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», 2017. 320 с. <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24116>
5. Середюк О.Є., Барна О.Б., Криницький О.С. Електричний, магнітний та електромагнітний види неруйнівного контролю в нафтовій галузі: навчальний посібник – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. 348с. <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24117>
6. Білокур І. П. Основи сертифікації персоналу з неруйнівного контролю: навч. посібник. – Київ: НАУ, 2015. 356 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/286617836.pdf>
7. Методичні вказівки до практичних занять "Контроль електричних параметрів і температури деталей обладнання машин та апаратів переробних і хімічних виробництв" з дисципліни "Методи дослідження стану машин та апаратів, діагностика і моніторинг технічного стану" : для студентів спец. 133 "Галузеве машинобудування", спеціалізацій: "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", "Обладнання переробних і харчових виробництв" ден. та заоч. форм навчання / уклад.: В. В. Себко [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – 33 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/51076>
8. Себко В.В., Пироженко Є.В., Здоренко В.Г., Новожилова Т.Б., Нечипоренко Д. І. Методи багатопараметрового безконтактного контролю деталей обладнання пивоварних апаратів та зразків стічних вод. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. Харків: НТУ "ХПІ", 2020. №2 (4). С. 17–28. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/50034>
9. Методичні вказівки до практичних занять "Контактний метод визначення фізико-механічних параметрів для проектування обладнання технічних об'єктів" : для студ. спец. 133 "Галузеве машинобудування" спеціалізацій: "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", "Обладнання переробних і харчових виробництв" / уклад.: В. В. Себко, В. М. Бабенко, А. О. Баранова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 28 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/35099>
10. Технології електромагнітного неруйнівного контролю. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Ю. В. Куц, Ю. Ю. Лисенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 63 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41127>.

•

Додаткова література

11. Маєвський С.М. Фазовимірювальні системи неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 3,46 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 288 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25091/1/Fazovymiriuvalni_systemy_NK.pdf
12. Куц Ю.В. Магнітний неруйнівний контроль: Навчальний посібник / Ю.В. Куц, А.Г. Протасов, В.К. Цапенко, В.С. Єременко, Ю.Ю. Лисенко // К: НТУ «КПІ». 2012. 139 с. https://asn.kpi.ua/docs/obj_emnk/MagnNK2012.pdf

Інформаційні ресурси

1. <https://usndt.com.ua/en.htm>
2. <https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tdnk>
3. <https://asnk.kpi.ua>
4. <https://www.ndt.com.ua/en>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх виднавчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з заліком), k_4
0,4	0,3	0,2	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + P_k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

P_k – оцінка за підсумковий контроль

$$K = \frac{K_1 \cdot a_1 + \dots + K_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot b_1 + \Pi_2 \cdot b_2 + \dots + \Pi_n \cdot b_n}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($\Pi, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025



Завідувач кафедри

Олексій ШЕСТОПАЛОВ