



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Діагностика та вимірювання на рухомому складі

Шифр та назва спеціальності

І7 – Залізничний транспорт

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація**Кафедра**

Електричного транспорту та тепловозобудування (125)

Освітня програма

Локомотиви та локомотивне господарство

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Форма навчання

Денна

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Маслієв Вячеслав Георгійович**

Viacheslav.Masliiev@khp.edu.ua

Докт. техн. наук, професор, професор кафедри електричного транспорту та тепловозобудування

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 40 років. Автор та співавтор понад 100 наукових та методичних публікацій. Курси: «Діагностика та вимірювання на рухомому складі», «Діагностика та вимірювання на залізничному транспорті», «Динаміка рухомого складу та взаємодія з колією»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються питання щодо методів підвищення надійності електричного рухомого складу, а також його діагностики з використанням вимірювань, які надають інформацію про його реальний стан, щоб обґрунтувати прогнози щодо подальшої надійної роботи в експлуатації. Технічна діагностика вивчає методи отримання і оцінки діагностичної інформації, діагностичні моделі і алгоритми прийняття рішень. Метою технічної діагностики є підвищення надійності та ресурсу технічних систем. Як відомо, найважливішим показником надійності є відсутність відмов під час експлуатації електричного рухомого складу. Відмова може призвести до важких наслідків. Технічна діагностика завдяки ранньому виявленню дефектів і несправностей дозволяє усунути відмови в процесі проектування, випробувань та технічного обслуговування, що підвищує надійність і ефективність експлуатації.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати інженерів даних спеціальностей що володіють сучасними методами торії надійності та технічної діагностики, технічними засобами діагностування, методами вимірювань - як джерела інформації для визначення надійності та діагностування електричних транспортних засобів, а також вивчити види випробувань транспортних засобів.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики

Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електричного транспорту.

Здатність застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, зокрема при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Здатність досліджувати, аналізувати, застосовувати, науково обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та застосування технологічних заходів для реалізації новітніх технологій у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Здатність вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування, проводити випробування, інтерпретувати результати та робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів електричного транспорту.

Результати навчання

Знаходити варіанти підвищення надійності електричного транспорту.

Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електричного транспорту.

Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електричного транспорту.

Використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричного транспорту.

техніки та електротранспорту, зокрема із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Визначати джерела шумів і вібрацій, розраховувати, вимірювати та усувати причини вібрації, знати новітні досягнення теорії шумів та вібрацій в електромеханічних пристроях. Вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування і проводити необхідні експерименти, інтерпретувати результати і робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів електричного транспорту. Виконувати техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування процесів проектування, конструювання, виробництва, ремонту, реновації, експлуатації об'єктів залізничного транспорту відповідно до спеціалізації. Розраховувати характеристики об'єктів залізничного транспорту відповідно до спеціалізації. Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу обладнання залізничного транспорту і відповідних комплексів і систем.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16, практичні заняття 32 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Вступ до спеціальності», «Загальний курс залізниць», «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основи теорії надійності та класифікація відмов електричного рухомого складу Основні поняття та визначення теорії надійності. Надійність, довговічність, ремонтпридатність та збережуваність. Класифікація відмов технічних систем. Причини виникнення відмов електротранспортного обладнання. Поняття технічного стану та працездатності.	2
Тема 2. Теорія ймовірностей у задачах надійності та технічної діагностики Випадкові події та випадкові величини. Основні поняття теорії ймовірностей у технічній діагностиці. Ймовірність безвідмовної роботи. Статистичні методи оцінювання надійності. Використання математичної статистики у діагностуванні.	2
Тема 3. Показники надійності електричного рухомого складу та закони розподілу відмов Основні показники надійності електротранспорту. Напрацювання до відмови та ресурс обладнання. Інтенсивність відмов і функція надійності. Закони розподілу випадкових величин у задачах надійності. Нормальний, експоненціальний та Вейбуллів розподіли.	4

Аналіз статистичних даних експлуатації.

Тема 4. Методи розрахунку показників надійності	2
Розрахунок імовірності безвідмовної роботи. Методи визначення середнього напрацювання до відмови. Розрахунок коефіцієнтів готовності та технічного використання. Структурні схеми надійності технічних систем. Надійність складних електромеханічних систем.	
Тема 5. Інформаційні системи збору та обробки даних про надійність рухомого складу	2
Організація систем збору інформації про технічний стан. Моніторинг параметрів роботи електротранспорту. Бази даних відмов та пошкоджень. Автоматизовані системи технічного обліку. Цифрові технології аналізу експлуатаційної інформації.	
Тема 6. Прилади контролю та діагностики електричного рухомого складу	4
Класифікація діагностичних приладів. Засоби контролю електричних параметрів. Вимірювання температури, тиску та вібрацій. Прилади неруйнівного контролю. Сучасні цифрові діагностичні комплекси. Мобільні та стаціонарні системи контролю.	
Тема 7. Системи технічного діагностування електротранспорту	2
Основні принципи побудови систем діагностики. Вбудовані системи контролю технічного стану. Онлайн-моніторинг параметрів рухомого складу. Інтелектуальні системи діагностики. Predictive maintenance у транспортній галузі.	
Тема 8. Параметри діагностування та методи їх вимірювання	4
Діагностичні параметри технічних систем. Кінематичні та геометричні параметри. Статичні та динамічні параметри. Теплові та акустичні методи діагностування. Електричні та магнітні методи контролю. Аналіз інформативності діагностичних параметрів.	
Тема 9. Вимірювання як основа технічної діагностики електротранспорту	2
Основні задачі вимірювань на транспорті. Методи проведення технічних вимірювань. Випробування електричного рухомого складу. Похибки вимірювань та методи їх оцінювання. Метрологічне забезпечення діагностики.	
Тема 10. Механічні та електричні вимірювання на залізничному транспорті	4
Вимірювання механічних навантажень і деформацій. Основи електротензометрії. Тензодатчики та вимірювальні схеми. Вимірювальний канал та його характеристики. Температурна компенсація при вимірюваннях. Вимірювання струмів, напруг та потужності.	
Тема 11. Статичні та динамічні вимірювання на рухомому складі	2
Особливості статичних та динамічних вимірювань. Вимірювання переміщень, швидкостей та прискорень. Датчики механічних і електричних величин. Комп'ютеризовані системи збору даних.	

Вимірювання параметрів тягових приводів і ходових частин.
Обробка, аналіз та візуалізація результатів вимірювань.
Оформлення технічних звітів та документації.

Загальна кількість годин

32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>a</i>
Тема 1. Аналіз показників надійності електричного рухомого складу Визначення основних показників надійності. Аналіз причин виникнення відмов. Побудова структурної схеми надійності системи. Оцінювання безвідмовності вузлів електротранспорту.	4	1
Тема 2. Статистична обробка даних про відмови Формування вибірки експлуатаційних даних. Розрахунок середнього напрацювання до відмови. Побудова гістограм та кривих розподілу. Аналіз статистичних характеристик надійності.	4	1
Тема 3. Розрахунок імовірності безвідмовної роботи Визначення інтенсивності відмов. Розрахунок імовірності безвідмовної роботи. Оцінювання коефіцієнта готовності системи. Аналіз результатів розрахунків.	4	1
Тема 4. Дослідження параметрів технічного стану електротранспорту Вибір діагностичних параметрів. Аналіз інформативності параметрів. Контроль температурних та вібраційних характеристик. Оцінювання технічного стану обладнання.	4	1
Тема 5. Використання діагностичних приладів та датчиків Ознайомлення з сучасними засобами діагностики. Підключення та налаштування датчиків. Вимірювання електричних та механічних параметрів. Аналіз результатів вимірювань.	4	1
Тема 6. Електротензометричні вимірювання на рухомому складі Принцип роботи тензодатчиків. Побудова вимірювальної схеми. Температурна компенсація тензометричних вимірювань. Визначення механічних напружень конструкцій.	4	1
Тема 7. Комп'ютеризована обробка результатів вимірювань Збір експериментальних даних за допомогою ЕОМ. Обробка та фільтрація вимірювальної інформації. Побудова графіків і діаграм. Аналіз похибок вимірювань.	4	1
Тема 8. Діагностування тягових приводів та ходових частин Контроль параметрів тягового приводу. Аналіз вібрацій та динамічних навантажень.	4	1

Оцінювання стану ходових частин.
Формування технічного висновку за результатами діагностики.

Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$
---------------------------------	-----------	------------------------

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Ознайомлення з цифровими засобами вимірювань та діагностики електричного рухомого складу Вивчення принципів роботи сучасних цифрових вимірювальних приладів. Ознайомлення з віртуальними мультиметрами, осцилографами та аналізаторами сигналів. Аналіз параметрів електромеханічних систем за допомогою програмного забезпечення. Робота з віртуальними інтерфейсами діагностичних комплексів.	2	1
Тема 2. Моделювання вимірювального каналу з тензорезистивними датчиками Вивчення принципів роботи тензорезисторів. Віртуальне моделювання мостових схем вимірювання. Формування цифрового вимірювального каналу. Аналіз впливу параметрів датчиків на результати вимірювань.	2	1
Тема 3. Комп'ютерне моделювання статичних вимірювань механічних величин Моделювання вимірювання деформацій та навантажень. Дослідження характеристик статичних сигналів. Аналіз похибок вимірювання. Візуалізація результатів у програмному середовищі.	2	1
Тема 4. Дослідження динамічних процесів та вібраційних параметрів Моделювання коливань елементів рухомого складу. Вимірювання прискорень і вібрацій за допомогою віртуальних датчиків. Аналіз спектральних характеристик сигналів. Оцінювання впливу динамічних навантажень на технічний стан систем.	2	1
Тема 5. Дистанційне дослідження електричних параметрів тягового приводу Моделювання роботи тягового електродвигуна. Вимірювання струму, напруги та потужності у віртуальному середовищі. Аналіз режимів роботи тягового приводу. Побудова графіків зміни електричних параметрів.	2	1
Тема 6. Комп'ютерна діагностика технічного стану рухомого складу Робота з віртуальною системою технічної діагностики. Аналіз діагностичних параметрів обладнання.	2	1

Виявлення ознак несправностей за результатами вимірювань.
Формування висновків щодо технічного стану системи.

Тема 7. Обробка результатів вимірювань та оцінювання похибок	2	1
Імпорт і обробка експериментальних даних. Фільтрація та статистичний аналіз сигналів. Визначення випадкових і систематичних похибок. Побудова таблиць, графіків та діаграм результатів вимірювань.		
Тема 8. Формування технічного звіту за результатами дистанційних вимірювань	2	1
Оформлення результатів лабораторних досліджень. Побудова графічних матеріалів і схем. Аналіз отриманих даних та формулювання висновків. Підготовка електронного технічного звіту відповідно до вимог оформлення.		
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

Вагові коефіцієнти b

Тема 1. Оцінювання надійності та аналіз відмов електричного рухомого складу

Основні показники надійності.
Класифікація відмов технічних систем.
Методи розрахунку імовірності безвідмовної роботи.
Аналіз експлуатаційних даних та статистичних характеристик надійності.
Підходи до підвищення надійності електротранспортного обладнання.

Тема 2. Методи діагностування та вимірювання параметрів електричного рухомого складу

Сучасні системи технічної діагностики.
Методи вимірювання механічних та електричних параметрів.
Використання датчиків і вимірювальних каналів.
Обробка та аналіз результатів вимірювань.
Комп'ютерні технології у дистанційній діагностиці рухомого складу.

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (за наявності).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Сучасні методи технічної діагностики, моніторингу та прогнозування стану електричного рухомого складу

26

Тема 2. Цифрові вимірювальні системи та комп'ютерні технології контролю параметрів електромеханічного обладнання рухомого складу

26

Тематика індивідуальних завдань

Реферат передбачає виконання індивідуального звіту, розкривати обрану тематику, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг звіту: 8–12 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [2]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Загальна кількість годин

48

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси**Основна література**

1. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskiy-politehnicznyj-institut-.pdf>
2. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Надійність, вимірювання і діагностика на залізничному рухомому складі» для студентів спеціальностей 141 та 273 / уклад. В.Г. Маслієв, Ю.В. Макаренко, Д.І. Якунін – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 40 с.
4. Неруйнівний контроль і технічна діагностика: довідник, т.5 / Під ред. З. Т. Назарчука. — Львів: ФМІ НАН України, 2001. — 1138 с.
5. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з курсу «Надійність локомотивів» для студентів спеціальності 273 Залізничний транспорт / Укл. А. М. Рубан, В. М. Зайончковський / Х.: ХДПУ. 1996.-15с.
6. Тензометрія : підручник / А. Г. Андрєєв, Г. І. Львов, О. В. Щепкін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – 232 с. ISBN 978-617-05-0223-0.
7. Маслієв В.Г., Кельрих М.Б. Актуальні проблеми динаміки вагонів: Навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2016. 97 с.
8. Методи оцінювання залишкової міцності та довговічності елементів конструкцій за даними неруйнівного контролю / О. Є. Андрейків [та ін.] ; за ред. чл.-кор. НАН України О. Є. Андрейківа. — 2017. — 458 с. : рис., табл. — Дод. тит. арк. англ. — Бібліогр. в кінці розд. — 200 пр.

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 вид навчальної 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 іспитом), 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:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) 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 вивчення)	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

29.08.2025

Завідувач кафедри

Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

29.08.2025

Гарант ОП

Багіш ЄРІЦЯН