

**Затверджено на засіданні кафедри  
електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
протокол № 1 від 15.09.2023 р.**



## **ДІАГНОСТИКА ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

**Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

**Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»**

**Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

**Освітня програма – «Електропостачання та ресурсозберігаючі технології»**

**Час та аудиторія проведення занять – згідно розкладу занять <http://rasp.kart.edu.ua>**

**Команда викладачів:**

<b>Лектори:</b> Семененко Юрій Олексаєдрович, кандидат технічних наук, доцент
<b>Контакти:</b> <a href="mailto:semenenko_io@kart.edu.ua">semenenko_io@kart.edu.ua</a> ,
<b>Асистенти лектора:</b> Супрун Олександр Данилович (доцент) <a href="mailto:suprun@kart.edu.ua">suprun@kart.edu.ua</a>
<b>Години прийому та консультацій:</b> 13.00-14.00 четвер – п'ятниця
<b>Веб-сторінки курсу:</b>
Веб сторінка курсу: <a href="http://kart.edu.ua/kafedra-etem-ua/perelik-osnovnikh-distsiplin-kafedri-aset-ua">http://kart.edu.ua/kafedra-etem-ua/perelik-osnovnikh-distsiplin-kafedri-aset-ua</a>
Додаткові інформаційні матеріали: <a href="http://www.metod.kart.edu.ua">www.metod.kart.edu.ua</a>

Утримання технічних засобів залізничного транспорту на високому експлуатаційному рівні, що гарантує безпеку руху поїздів і високу ефективність процесу перевезень, неможливе без об'єктивної інформації про їх технічний стан. Об'єкти залізничного транспорту мають велику кількість пристроїв, тривала експлуатація яких без належного діагностування та якісного технічного обслуговування і ремонту може призвести до виходу їх з ладу та значних матеріальних збитків.

В сучасних економічних умовах роботи дистанцій електропостачання залізниць України зростає розуміння економічної доцільності створення сучасної системи технічного обслуговування і ремонту. Спричинено це тим, що більше половини парку електрообладнання тягових підстанцій відпрацювало призначений ресурс, темпи старіння вищі за темпи оновлення, а також необхідністю економії коштів на технічне обслуговування.

Традиційна планово-попереджувальна система обслуговування та ремонту в сучасних прискорених умовах виробництва та експлуатації більше не здатна забезпечувати належний рівень надійності та енергоефективності обладнання тягових підстанцій.

Світовий та український досвід показує, що найбільш високий рівень ефективної експлуатації обладнання систем електропостачання можливо забезпечувати на основі розвитку систем моніторингу та діагностування їх технічного стану.

## Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавлять принципи створення сучасних технологій моніторингу та діагностування обладнання систем електропостачання - Вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: бажання дізнаватись про улаштування існуючих та розробляти нові технології діагностики систем електропостачання.

Третина змісту курсу присвячена розгляду існуючих систем діагностики обладнання систем електропостачання, дві третини – сучасним методам діагностики на основі аналізу сигналу та моделей систем. Практична частина курсу базується на створенні програмного забезпечення (баз даних) для моніторингу технічного стану обладнання, імітаційних моделей в середовищі Matlab/Simulink, макетних зразків пристроїв діагностики на базі мікроконтролерних технологій.

Команда викладачів готова надати допомогу з будь-яких аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

## Огляд курсу

Цей курс, який вивчається з лютого по травень, надає студентам знання про принципи створення та впровадження систем діагностики пристроїв і систем електропостачання - від найпростіших одиночних пристроїв до комплексних систем на основі інтелектуальних мереж Smart Grid та технологій 4-ї промислової революції (діджиталізації), що вже застосовуються або перспективні до застосування, в тому числі, на залізничному транспорті України.

Курс складається з однієї лекції і одного лабораторного заняття щотижня. Він супроводжується груповими та індивідуальними заняттями за комп'ютером, лекційними презентаціями, обговореннями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання при розробці бакалаврської роботи і магістерського проекту, по завершенню навчання при влаштуванні в установи державної та приватної форм власності, проектно-конструкторські підрозділи виробництва, інноваційні підприємства, використання у власних розробках та дослідження.

### Діагностика пристроїв і систем електропостачання / схема курсу

<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Запрошені лектори	
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Лабораторні роботи	
	Екскурсія	
	Індивідуальні консультації	
	Онлайн форум	
	Залік	

Лабораторні заняття курсу передбачають виконання групових проектів з проектування методів та пристроїв для потреб систем електропостачання (групи від 3х до 5 осіб). Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

## Ресурси курсу

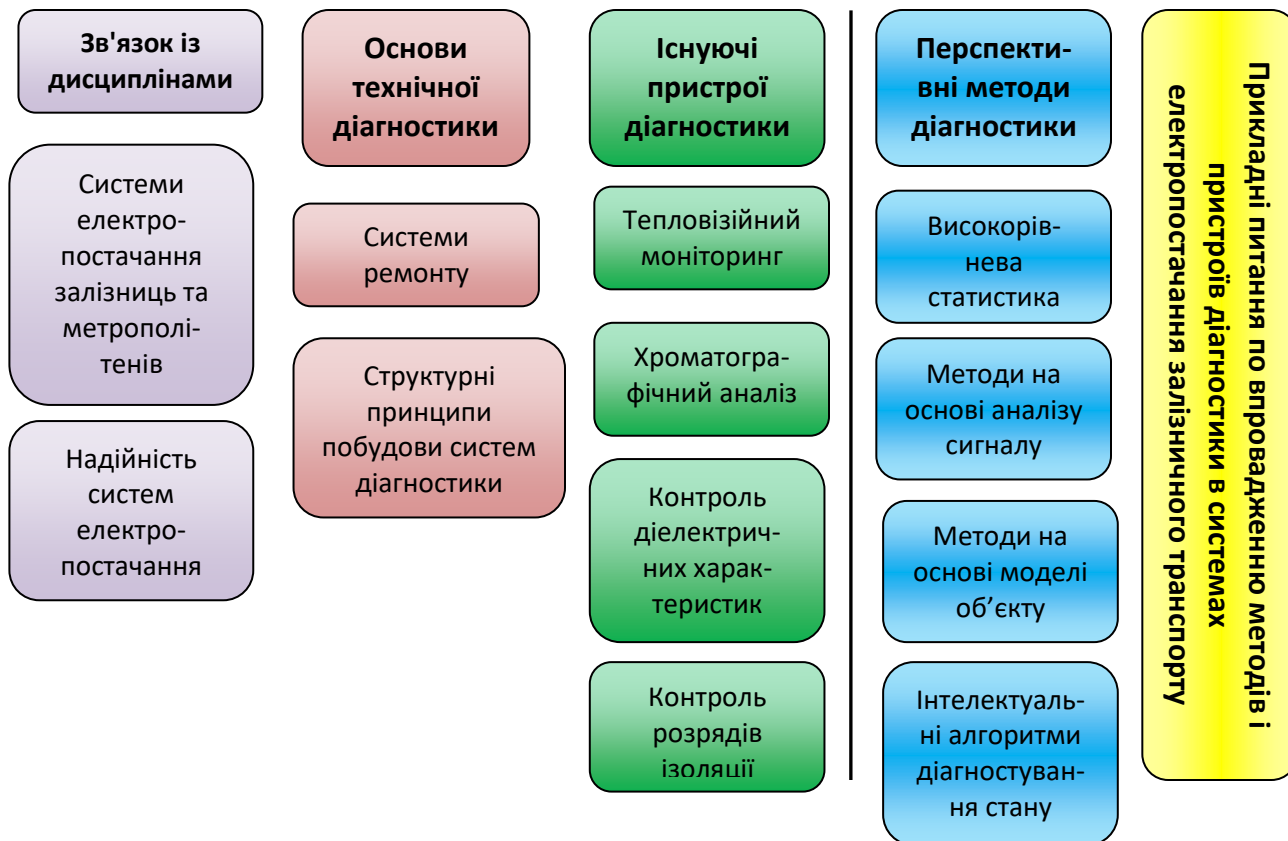
Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=3819>), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Під час обговорення пропонується критично поміркувати над тим, як чином можливе використання пристроїв та методів діагностики систем електропостачання для покращення структури енергетичних системи в Україні та світі та як пристосовувати підходи, що вивчаються, до потреб залізничного транспорту.

Приклади питань для обговорення:

- 1) Які потенційні економічні та технічні наслідки використання методів та пристроїв діагностики в системах електропостачання?
- 2) Які засоби, методи та пристосування діагностики дозволяють запобігати передаварійним та аварійним режимам на ранніх етапах розвитку несправностей (відмов)?
- 3) Яким чином покращити енергоефективність і надійність систем електропостачання методами діагностування? Які економічні та соціальні наслідки будуть при застосуванні прийнятих рішень?
- 4) Якими будуть ваші рекомендації та ваше бачення застосування методів та пристроїв діагностування при проектуванні і модернізації систем електропостачання?

## Теми курсу



## Лекції та лабораторних занять

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних занять
1	4	<u>Тема 1. Основи технічної діагностики</u>	2	Тепловізійні обстеження як метод неруйнівного контролю
2	2	<u>Тема 2. Експлуатаційна надійність електрообладнання тягових підстанцій</u>		
3	2	<u>Тема 3. Техніко-технологічні підходи до побудови системи технічного діагностування</u>	2	Системи моніторингу стану обладнання електричних мереж
4	2	<u>Тема 4. Тепловізійний моніторинг</u>		
5	2	<u>Тема 5. Метод хроматографічного контролю маслонаповненого обладнання</u>	4	Системи моніторингу силових трансформаторів, методом розчинених газів
6	2	<u>Тема 6. Метод контролю діелектричних характеристик ізоляції</u>		
7	2	<u>Тема 7. Метод контролю розрядів в ізоляції високовольтного обладнання</u>		
8	2	<u>Тема 8. Статистичні методи розпізнавання та прийняття рішення</u>	4	Дослідження перехідних процесів при аварійних режимах в системі тягового електропостачання
9	2	<u>Тема 9. Методи розпізнавання кривих</u>		
10	2	<u>Тема 10. Прикладні питання технічної діагностики</u>		
11	2	<u>Тема 11. Сучасні методи та алгоритми прийняття рішення про технічний стан системи</u>	3	Дослідження системи діагностування та прийняття рішення про технічний стан системи
12	2	<u>Тема 12. Методи на основі аналізу сигналу</u>		
13	2	<u>Тема 13. Методи на основі моделі системи</u>		

## Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тепловізійні обстеження як метод неруйнівного контролю	2
2	Системи моніторингу стану обладнання електричних мереж	2
3	Системи моніторингу силових трансформаторів, методом розчинених газів	4
4	Дослідження перехідних процесів при аварійних режимах в системі тягового електропостачання	4
5	Дослідження системи діагностування та прийняття рішення про технічний стан системи	3

## Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

### Завдання на самостійну роботу:

- Студентам пропонується обрати один з 8 варіантів тем для створення власного проекту впродовж семестру. За вчасне та вірне виконання завдання нараховується **20 балів до поточного модульного контролю**. За вчасне та частково вірне виконання – від 15 до 25 балів. За невиконане завдання бали не нараховуються. Необхідний обсяг виконання завдання складає 50% на перший модульний контроль і 100% на другий модульний контроль. Перебіг поточного виконання завдання та питання для обговорення надсилаються на e-mail викладача або перевіряються ним особисто.

№	Теми проектів
1	Діагностика ізоляторів ЛЕП.
2	Діагностика силових трансформаторів.
3	Діагностика трансформаторів напруги і струму.
4	Діагностика розрядників.
5	Діагностика вимикачів.
6	Діагностика швидкодіючих вимикачів.
7	Мережі Smart Grid.
8	Технології штучного інтелекту в діагностиці.

#### Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується 2 бали. **Максимальна сума становить 10 балів.**

#### Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити студентів до дискусії, розширити можливості навчання для себе та навчитись використанню засобів діагностики для потреб систем електропостачання. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. **Максимальна сума становить 10 балів.**

#### Лабораторні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та захистом виконаного завдання (до 5 балів). Ступінь залученості визначається участю у процесі виконання лабораторних робіт. **Максимальна сума становить 30 балів.**

#### Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,5 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

#### Залік:

- Студент отримує залік за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача.

## Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

## Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=3819>