

Затверджено на засіданні кафедри  
електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
Протокол №1 від 29.08. 2024



## АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДАМИ МЕТРОПОЛІТЕНІВ 2024/2025нр

Рівень вищої освіти - **перший (бакалаврський)**  
Галузь знань - **27 «Транспорт»**  
Спеціальність - **273 «Залізничний транспорт»**  
Освітня програма - **«Електровози та електропоїзди»**

Лектори: **Яцько Сергій Іванович** (кандидат технічних наук, доцент)

Контакти: тел.: +38(057) 730-10-76; e-mail: ua.yatsko@ gmail.com

**Години прийому та консультацій:** 13.00-15.00 понеділок, вівторок, Розміщення  
кафедри: м. Харків, майдан Фейсрбаха, 7, корпус 2-й, аудиторія 2.232.

Підключення до конференції ZOOM: ідентифікатор конференції 429 535 1928; код  
доступу 933643

Веб-сторінки курсу: <http://kart.edu.ua/kafedra-etem-ua/perelik-osnovnikh-distsiplin-kafedri-aset-ua>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>; <http://lib.kart.edu.ua>

До автоматизованих систем керування електропоїздів метрополітену відносяться як системи керування рухомим складом, так і зовнішні системи забезпечення його руху, наприклад системи автоматичного регулювання швидкості АЛС-АРШ (шляхові та станційні пристрої), системи автоведення і т.і.

Розвиток автоматизації систем керування електропоїздів метрополітену дозволяє підвищити безпеку руху поїздів, забезпечити точність дотримання графіку руху, знизити енергоспоживання, а також підвищити комфорт пасажирів та поліпшити умови експлуатації рухомого складу.

Процес автоматизації систем керування електропоїздів метрополітену бере свій початок від дати побудови кожного з метрополітенів великих міст, отримав свої особливості протягом розвитку, і триває донині. Від найпростіших систем ручного керування електропоїздами з реостатно-контакторною системою керування і двигунами постійного струму до сьогоденних вагонів з тяговим електроприводом з двигунами

змінного струму на базі мікропроцесорних пристроїв, - системи керування продовжують змінюватися і удосконалюватися.

Автоматизація тягового електроприводу рухомого складу на сучасному рівні дозволяє полегшити умови роботи машиніста, надаючи йому зручні інструменти для забезпечення якісних і точних характеристик розгону та гальмування составу.

Автоматизація систем АЛС-АРШ шляхом переведення їх на мікропроцесорну основу, з доповненням функціями діагностики та самодіагностики, реєстрацією параметрів руху - підвищує надійність роботи обладнання та безпеку руху, зменшує кількість позапланових відмов та простоїв, що особливо актуально в жорстких умовах дотримання графіку руху поїздів метрополітену.

Автоматизація приладів і обладнання вагонів метрополітену зменшує обсяги необхідних обслуговувань і ремонтів, трудовитрати і витрати запчастин, комплектуючих, матеріалів. Модульний принцип виконання такого обладнання дозволяє забезпечувати його попереджувальну заміну, не очікуючи раптового виходу з ладу під час експлуатації.

Завершальним етапом забезпечення автоматичного ведення поїздів є впровадження системи автоведення. Така система передбачає встановлення бортового і шляхового обладнання, що дозволяє здійснювати процес руху поїздів автоматично, без участі машиніста. Це дозволяє суттєво зменшити вплив людського фактору на збереження безпеки руху, точно позиціонувати розташування, процес розгону-гальмування поїздів.

### **Чому ви маєте обрати цей курс?**

В метрополітенах українських міст (м. Київ, м. Харків, м. Дніпро) та на виробничо-ремонтних підприємствах (напр. ПАТ «КВБЗ», «Електроважмаш») як ніколи затребуваними є спеціалісти, які будуть володіти знаннями та навичками, необхідними для проведення модернізації існуючого рухомого складу, складання технічних вимог до нового рухомого складу, працювати з новими технологіями.

Від здобувачів очікується: бажання до креативного мислення, пошуку нових ідей та їх реалізації.

Половина змісту курсу присвячена ознайомленню з існуючими та перспективними автоматизованими системами керування електропоїздами метрополітену. На практичних заняттях пропонується освоїти практичні навички роботи з мікропроцесорною технікою спільно з засобами імітаційного моделювання автоматизованих систем керування електропоїздів метрополітену.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з найбільш 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 автоматизовані системи керування електропоїздами метрополітену - від найпростіших до сучасних систем, що застосовуються в метрополітенах України.

Курс складається з однієї щотижневої лекції і одного щотижневого практичного заняття. Він супроводжується груповими та індивідуальними заняттями, 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 виробництв, інноваційні підприємства, використання у власних розробках та дослідженнях, тощо.

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДАМИ****МЕТРОПОЛІТЕНІВ / схема курсу**

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

Практичні заняття курсу передбачають виконання проектів з розробки власної автоматизованої системи керування електропоїздом метрополітену (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=3820>), 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, яким чином можливе використання отриманих знань при розробці автоматизованих систем керування для здійснення оновлення та удосконалення рухомого складу метрополітенів в Україні та світі.

Приклади питань для обговорення:

- 1) Які найбільш перспективні автоматизовані системи керування електропоїздів метрополітену з технічної, економічної та соціальної точок зору?
- 2) Як спроектувати на налаштувати автоматизовану систему керування електропоїздів метрополітену, здатну забезпечити задані характеристики та критерії надійності, безпеки руху та енергоефективності?
- 3) Яким чином та на якій матеріально-технічній базі реалізувати конкретну систему автоматизованого керування електропоїздами метрополітену? З якими проблемами при розробці та експлуатації можна стикнутися?
- 4) Якими будуть ваші рекомендації та ваше бачення перспективних напрямків при проектуванні та впровадженні автоматизованих систем керування електропоїздів метрополітену?

## Теми курсу



## Лекції та практичні заняття

Список основних лекцій курсу наведений нижче.

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
1	2	<u>Тема 1. Функції систем керування електропоїздами метрополітенів.</u> Функції системи керування електропоїздами метрополітенів. Режими руху електропоїздами метрополітенів. Реалізація задач керування електропоїздами метрополітенів.	1	Принципи улаштування автоматизованих систем керування електропоїздів метрополітенів.
2	2	<u>Тема 2. Принципи керування тяговими машинами вагонів.</u> Тягові електричні машини. Класифікація електропоїздами метрополітенів за тяговими двигунами. Класифікація систем керування електропоїздами метрополітенів за типами перетворювачів. Принципи автоматичного пуску електропоїздів метрополітенів.		
3	4	<u>Тема 3. Електропоїзди метрополітенів з колекторними тяговими двигунами</u>	2	Проектування автоматизованої системи

		<p><u>постійного струму і реостатно-контакторною системою керування.</u></p> <p>Принципи регулювання швидкості і сили тяги колекторних тягових двигунів постійного струму вагонів типу Еж3, Ем-508Т, серії 81-717/714 та їх модифікацій.</p> <p>Схема електрична принципова вагонів типу Еж3, Ем-508Т, серії 81-717/714 та їх модифікацій. Регулювання сили тяги і швидкості електропоїздів метрополітенів за рахунок зміни напруги на тягових електродвигунах. Умови плавного реостатного пуску. Способи перегрупування тягових електродвигунів. Системи керування збудженням тягових електродвигунів. Електричне гальмування вагонів типу Еж3, Ем-508Т, серії 81-717/714 та їх модифікацій.</p>		керування електропоїзду метрополітену серії 81-818/714.
4	2	<p><u>Тема 4. Електропоїзди метрополітенів з колекторними тяговими двигунами постійного струму і тиристорно-імпульсною системою керування.</u></p> <p>Принципи регулювання швидкості і сили тяги колекторних тягових двигунів постійного струму вагонів моделей 81-718/719, 81-718.2/719.2 з тиристорно-імпульсною системою керування. Схема електрична принципова вагонів моделей 81-718/719, 81-718.2/719.2. Регулювання сили тяги і швидкості електропоїздів метрополітенів за рахунок плавної зміни напруги на тягових електродвигунах. Частотне та широтно-імпульсне регулювання тяговим приводом вагонів з тиристорно-імпульсною системою керування. Електричне гальмування вагонів моделей 81-718/719, 81-718.2/719.2.</p>	2	Проектування імпульсної системи керування електропоїзду метрополітену моделі 81-718/719.
5	4	<p><u>Тема 5. Системи керування електротранспортом з тяговими асинхронними двигунами.</u></p> <p>Порівняння показників асинхронних і колекторних тягових двигунів.</p> <p>Характеристики асинхронних тягових двигунів при частотному регулюванні.</p> <p>Структурні схеми силових кіл електротранспорту з тяговим асинхронним електроприводом. Робота асинхронного тягового двигуна з інвертором напруги.</p> <p>Принципи керування електротранспортом з асинхронними тяговими двигунами.</p> <p>Принципи регулювання швидкості і сили тяги вагонів моделей 81-7036/7037 з тяговим асинхронним електроприводом. Схема</p>	2	Проектування системи керування електропоїзду метрополітену з тяговим асинхронним електроприводом моделі 81-7036/7037.

		електрична принципова вагонів моделей 81-7036/7037. Електричне гальмування вагонів моделей 81-7036/7037.		
6	2	<u>Тема 6. Системи керування електротранспортом з синхронними двигунами з постійними магнітами.</u> Перспективні системи тягового електроприводу електропоїздів метрополітену з синхронними двигунами з постійними магнітами. Режими роботи і характеристики тягового електроприводу електропоїздів метрополітену з синхронними двигунами з постійними магнітами. Схеми силових кіл і система керування тягового електроприводу електропоїздів метрополітену з синхронними двигунами з постійними магнітами. Перспективи застосування синхронних двигунів з постійними магнітами на електропоїздах метрополітену.	2	Проектування системи керування чотириквadrантним перетворювачем. Проектування системи керування електротранспорту з синхронними двигунами з постійними магнітами PMSM.
7	2	<u>Тема 7 Система автоматичного регулювання швидкості.</u> Принципи улаштування пристроїв інтервального регулювання руху поїздів в метрополітенах. Системи автоматичного регулювання швидкості електропоїздів метрополітену АЛС-АРС на базі релейно-контакторної апаратури («МАРС», «Днепр»). Системи автоматичного регулювання швидкості електропоїздів метрополітену АЛС-АРС на базі мікропроцесорної техніки («БАРС», «ЛОТ»). Нові системи і елементи автоматики.		
8	2	<u>Тема 8. Система автоведення поїздів метрополітену.</u> Системи автоматичного керування рухом поїздів. Комплексна система автоматичного керування рухом поїздів метрополітену.	1	Проектування системи автоведення електропоїздів метрополітену.

## ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

**Методи контролю:** Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf> ).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів I і II за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.



Максимальна кількість балів за модуль		
Поточний контроль	Модульний контроль (Тести)	Сума балів за модуль
До 60	До 40	До 100
Поточний контроль		
Відвідування занять. Активність на заняттях (Лекціях, практичних).		30
Виконання індивідуального завдання		30
Підсумок		до 60

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної 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
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<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
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

## КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

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 залучення 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: <http://do.kart.edu.ua/>