

**Український державний університет залізничного транспорту**



## **СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ**

# **ПЕРЕДАЧІ ПОТУЖНОСТІ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНЕ УПРАВЛІННЯ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ**

**I семестр 2023 -2024 навчального року**

Другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність 273 "Залізничний транспорт"  
Освітньо-професійна програма  
“Локомотиви та локомотивне господарство”  
“Високошвидкісний рухомий склад”

Лекції, практичні заняття згідно розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

<b>Лектор:</b> Пузир Володимир Григорович, д.т.н. професор кафедри ЕРРС, каб 2.247 <b>Контакти:</b> <a href="mailto:puzyr@kart.edu.ua">puzyr@kart.edu.ua</a>
<b>Практичні та лабораторні заняття:</b> Пузир Володимир Григорович, д.т.н. професор кафедри ЕРРС <b>Години прийому та консультацій:</b> 13.00-14.00 вівторок - четвер
<b>Веб-сторінки курсу:</b> Веб сторінка курсу: <a href="https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=11120">https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=11120</a> Додаткові інформаційні матеріали: <a href="http://metod.kart.edu.ua">http://metod.kart.edu.ua</a> Форум: <a href="http://errs.ukrainianforum.net">errs.ukrainianforum.net</a>

Зараз людство переживає глобальну інформаційну революцію. Комп'ютерні технології, які зароджувались для вирішення складних, але порівняно вузьких за профілем обчислювальних задач, дуже швидко прогресували до нинішнього рівня, коли без крихітних, але надзвичайно працьовитих електронних помічників ми не уявляємо свого оточення. Дійсно, вони зараз завжди поруч з нами – від дитячої іграшки до авіалайнера. Це – мікропроцесори. І сучасний рухомий склад залізниць дедалі більше насичується різноманітними бортовими системами на основі мікропроцесорного управління.

Той, хто вивчатиме цей курс, матиме змогу отримати уявлення про те, за якими принципами будуються мікропроцесорні системи управління, про їх структуру і внутрішні компоненти. Крім того, досить цікаво буде познайомитись з фізичними явищами, покладеними в основу функціонування чутливих елементів, зазирнути всередину мікропроцесорного чіпа та дізнатись як його створювали. Курс має на меті сформуванню та розвинути компетентності студентів згідно стандарту вищої освіти України за галуззю знань 27:

**1. Інтегральна компетентність** здобуття навичок у розрахунках параметрів основних елементів електричних передач потужності автономного та електричного тягового рухомого складу; опанування

студентами знань у області автоматичного управління тяговим рухомим складом, двигунами внутрішнього згоряння тепловозів та передачами потужності локомотивів на базі сучасних мікропроцесорних засобів управління, а також ознайомленні з внутрішньою будовою мікропроцесорної техніки, її елементами та основами програмування;

## **2. Загальні компетентності:**

ЗК 01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

- розуміння принципів побудови силових схем у передачах потужності тягового рухомого складу;

- знання основних параметрів компонентів електричних кіл ТРС.

ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

- отримання базових понять про взаємодію компонентів мікропроцесорних систем управління;

- розуміння принципів перетворення інформаційних сигналів у автоматичних пристроях;

ЗК 07. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

- розуміння принципів пошуку несправностей у електричних колах передач потужності тягового рухомого складу;

- вміння аналізувати причинно-наслідкові зв'язки у роботі електричних кіл ТРС.

## **3. Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

ФК 02. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем в галузі високошвидкісного транспорту:

- здатність оцінювати комплексність дії різноманітних чинників у електричних колах рухомого складу;

- розуміння системних взаємозв'язків між елементами різних типів передач потужності тягового рухомого складу.

ФК 05. Здатність вирішувати наукові та виробничі проблеми у сфері залізничного транспорту, демонструючи розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту:

- вміння аналізувати взаємодії між службами та підрозділами залізничного транспорту та виділяти найбільш важливі проблеми інженерного характеру;

- здатність пропонувати та обґрунтовувати рішення виробничих задач інженерного характеру.

ФК 08. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору матеріалів, обладнання та заходів для реалізації новітніх технологій на високошвидкісному транспорті:

- вміння надавати економічну оцінку інженерним рішенням, що пропонуються у сфері залізничного транспорту;

- вміння здійснювати цілеспрямований інформаційний пошук нових технологій, матеріалів, обладнання для сфери швидкісного транспорту.

### **Актуальність дисципліни**

Управління сучасним рухомим складом, особливо у швидкісному рухові, потребує обробки значної кількості інформації. Вона може бути як візуальною, призначеною для машиніста, так і електричною, тобто існувати лише у вигляді певних електричних сигналів. Мікропроцесорні системи, що застосовуються на локомотивах якраз і дають змогу опрацьовувати ці потоки інформації, покладаючи на себе функції автоматизації управління багатьма процесами на борту локомотива та даючи змогу людині зосереджувати увагу безпосередньо на веденні поїзда.

Для того, щоб зрозуміти – як саме функціонує бортова система управління сучасним локомотивом, як можливо одночасно здійснювати стеження за багатьма процесами у його енергетичному колі – доцільно прослухати цей курс.

Від здобувачів очікується: базове розуміння механіки, електротехніки, конструкції локомотивів.

Команда викладачів і наші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з усіх аспектів курсу по електронній пошті, на форумі ([errs.ukrainianforum.net](http://errs.ukrainianforum.net)) і особисто - у робочий час.

### **Огляд курсу**

Дисципліна **передачі потужності та мікропроцесорне управління тяговим рухомим складом** викладається протягом першого семестру навчального року з вересня по грудень. За цей час студенти мають можливість опанувати основні принципи функціонування передач потужності на сучасному рухомому складі, ознайомитися з їх апаратними реалізаціями, отримати теоретичні знання щодо будови мікропроцесорних систем управління.

У рамках викладання дисципліни слухачі мають змогу щотижня зустрічатись з провідним лектором під час лекції та відвідати одне практичне заняття і виконати одну лабораторну роботу. Лекційний матеріал супроводжується мультимедійними презентаціями та відеоматеріалами. На практичних заняттях та під час виконання лабораторних робіт є змога здобути навички аналізу електричних кіл локомотива, оцінити параметри окремих елементів передачі потужності, познайомитись з функціонуванням локомотива на прикладі тренажера машиніста. Виконання лабораторних робіт потребує поєднання знань та навичок із суміжних дисципліни, що

доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

### **Інформаційні ресурси дисципліни**

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/mat-po-fak-ua/mat-fak-meh-ua>), включно навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання.

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «(<http://do.kart.edu.ua>)» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати підчас підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Під час аудиторної зустрічі лектор може звертатись до слухачів із пропозицією виказати свою думку щодо проблем, які розглядаються, поставити запитання для дискусій та мозкових штурмів – така активність сприяє більш глибокому розумінню та засвоєнню матеріалу курсу!

SmartMicro - це онлайн-форум для цього курсу. Тут студенти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми, пов'язані з викладанням курсу у більш широкому сенсі, отримувати швидкі відповіді від викладачів та додаткову інформацію. Є також можливість відповідати на питання своїх однолітків! SmartMicro є місцем, де студенти і викладачі можуть публікувати «гарячі новини» для обміну думками та інформацією.

Щоб зареєструватися, виберіть вкладку «форуми» в [errs.ukrainianforum.net](http://errs.ukrainianforum.net), потім оберіть SmartMicro та «приєднатися як студент» ([errs.ukrainianforum.net](http://errs.ukrainianforum.net))

*Приєднуйтесь до нашого форуму – ми матимемо змогу спілкуватись значно більше.*

### **Теми навчальної дисципліни**

Загальний обсяг лекційного матеріалу з дисципліни розподілено на два модулі, які складаються з таких тем

**Модуль 1.** Передачі потужності автономного тягового рухомого складу. Загальні поняття та термінологія мікропроцесорного управління, завдання та можливості автоматизації тягового рухомого складу, функції управління ТРС, що можуть бути автоматизовані.

Тема 1. Роль дисципліни у підготовці фахівця у сфері локомотивного господарства, високошвидкісного рухомого складу. Розкриття сутності понять управління та регулювання. Задачі автоматичного управління тяговим рухомим складом.

Тема 2. Поняття системи автоматичного управління (САУ) та регулювання (САР). Функціональні схеми систем управління та регулювання. Об'єкт регулювання та регулятор як елементи САР. Класифікація САР. Принципи побудови та види систем автоматичного управління. Статичні та динамічні характеристики. Принципи регулювання. Зворотній зв'язок.

Тема 3. Локомотив як об'єкт автоматичного управління та регулювання. Задачі управління та регулювання локомотивів різного типу та призначення. Характеристики локомотивів та їх обладнання, що підлягають автоматичному регулюванню. Необхідність автоматичного регулювання. Автоматичне регулювання збудження тягових генераторів. Принципи керування тяговими електродвигунами постійного та змінного струму

Тема 4. Автоматичне регулювання двигунів автономного рухомого складу. Перехідні процеси. Формування характеристик двигунів. Регулювання струму двигунів та швидкості локомотивів. Автоматичний пуск та розгін локомотива. Автономні системи автоведення поїздів.

Тема 5. Робота передач потужності в режимі електричного гальмування. Умови механічної та електричної стійкості динамічних гальмівних систем. Робочі характеристики та обмеження у застосуванні електричного гальмування. Автоматизація роботи електричного гальмування.

Тема 6. Електричні схеми тепловозів та дизель-поїздів із застосуванням мікропроцесорних систем. Побудова та компоновка силових електричних кіл тепловозів та кіл збудження тягових генераторів.

Тема 7. Перспективи розвитку електричних передач потужності автономного тягового рухомого складу. Застосування мікропроцесорних систем в як в удосконаленні існуючих поколінь ТРС, так і у перспективних типах.

**Модуль 2.** Електричний рухомий склад (ЕРС) залізниць. Системи управління, автоматизація керування ЕРС. Внутрішня будова автоматичних систем ТРС, їх компоненти. Етапи розвитку мікропроцесорів, їх будова, основні показники функціонування. Програмування мікропроцесорних систем



Тема 8. Функції систем керування ЕРС. Класифікація ЕРС за родом струму живлення, типами тягових електричних двигунів, типами перетворювачів. Показники якості систем керування ЕРС.

Тема 9. Елементи автоматики тягового рухомого складу. Класифікація та принцип роботи датчиків. Виконуючі пристрої у системах управління. Автоматизація управління ЕРС.

Тема 10. Забезпечення взаємодії силових високовольтних кіл та сигнальних кіл мікропроцесорних систем. Гальванічне роз'єднання кіл, способи роз'єднання. Оптронні та електромагнітні перетворювачі.

Тема 11. Мікропроцесорне управління роботою допоміжного обладнання електрорухомого складу. Зниження витрат електроенергії на нетягові потреби у ЕРС.

Тема 12. Етапи розвитку ЕОМ. Класифікація мікропроцесорів. Структура процесорних елементів. Загальні принципи побудови мікропроцесорних пристроїв управління. Мікропроцесорний контролер.

Тема 13. Сучасний ЕРС вітчизняних та закордонних залізниць із системами мікропроцесорного керування.

Тема 14. Програмне забезпечення мікропроцесорних пристроїв управління ТРС. Класифікація програмних засобів мікропроцесорних систем управління. Система команд та директив асемблера. Режими адресації. Представлення даних та операції з ними.

Тема 15. Перспективи розвитку передач потужності ТРС із застосуванням мікропроцесорних систем для реалізації високошвидкісного пасажирського руху.

### Лекції та практичні заняття

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
1	2	Роль дисципліни у підготовці фахівця у сфері локомотивного господарства, високошвидкісного рухомого складу. Розкриття сутності понять управління та регулювання. Задачі автоматичного управління тяговим рухомим складом	2	Визначення основних параметрів елементів електричних передач потужності тепловозів та дизель-поїздів
2	2	Поняття системи автоматичного управління (САУ) та регулювання (САР). Функціональні схеми систем управління та регулювання. Об'єкт регулювання та регулятор як елементи САР. Класифікація САР. Принципи побудови та види систем автоматичного управління. Статичні та динамічні характеристики.	2	Розрахунок параметрів тягових генераторів і тягових електродвигунів тепловозів в залежності від роду їх роботи. Вибір схем з'єднання генераторів і двигунів.

		Принципи регулювання. Зворотній зв'язок.		
3	2	Локомотив як об'єкт автоматичного управління та регулювання. Задачі управління та регулювання локомотивів різного типу та призначення. Характеристики локомотивів та їх обладнання, що підлягають автоматичному регулюванню. Необхідність автоматичного регулювання. Автоматичне регулювання збудження тягових генераторів. Принципи керування тяговими електродвигунами постійного та змінного струму	2	Вивчення схем силових електричних кіл тепловозів 1 – 4 поколінь.
4	2	Автоматичне регулювання двигунів автономного рухомого складу. Перехідні процеси. Формування характеристик двигунів. Регулювання струму двигунів та швидкості локомотивів. Автоматичний пуск та розгін локомотива. Автономні системи автоведення поїздів.	2	Вивчення електричних схем управління тепловозами із релейною та мікропроцесорною системами керування.
5	2	Робота передач потужності в режимі електричного гальмування. Умови механічної та електричної стійкості динамічних гальмівних систем. Робочі характеристики та обмеження у застосуванні електричного гальмування. Автоматизація роботи електричного гальмування.	2	Вивчення і розрахунок елементів керування тяговими електродвигунами ЕРС постійного струму.
6	2	Електричні схеми тепловозів та дизель-поїздів із застосуванням мікропроцесорних систем. Побудова та компоновка силових електричних кіл тепловозів та кіл збудження тягових генераторів.	2	Вивчення електричних схем силових високовольтних кіл електровозів ВЛ11М і 2ЕЛ4.
7	2	Перспективи розвитку електричних передач потужності автономного тягового рухомого складу. Застосування мікропроцесорних систем в як в удосконаленні існуючих поколінь ТРС, так і у перспективних типах.	2	Принципи регулювання тяговими електродвигунами ЕРС змінного та постійно-змінного струму із ступінчастим та плавним регулюванням.
<b>Модульний контроль №1</b>				
8	2	Функції систем керування ЕРС. Класифікація ЕРС за родом струму живлення, типами тягових електричних двигунів, типами перетворювачів. Показники якості систем керування ЕРС.	2	Вивчення систем керування і діагностування автономного тягового рухомого складу на прикладі дизель-поїздів ДЕЛ-02, тепловозів ТЕП150 і ТЕМ103.



9	2	Елементи автоматики тягового рухомого складу. Класифікація та принцип роботи датчиків. Виконуючі пристрої у системах управління. Автоматизація управління ЕРС	2	Вивчення структури і принципів роботи мікропроцесорної системи управління і діагностики електровозів 2ЕЛ5, 2ЕС5К
10	2	Елементи автоматики тягового рухомого складу. Класифікація та принцип роботи датчиків. Виконуючі пристрої у системах управління. Автоматизація управління ЕРС	2	Вивчення структури і принципів роботи мікропроцесорної системи управління і діагностики електровозів ДС3
11	2	Мікропроцесорне управління роботою допоміжного обладнання електрорухомого складу. Зниження витрат електроенергії на нетягові потреби у ЕРС.	2	Вивчення структури і принципів роботи мікропроцесорної системи управління електропоїздів ЕкР1, HRSC1, EJ675
12	2	Етапи розвитку ЕОМ. Класифікація мікропроцесорів. Структура процесорних елементів. Загальні принципи побудови мікропроцесорних пристроїв управління. Мікропроцесорний контролер.	2	Вивчення базових елементів та пристроїв мікропроцесорних систем
13	2	Сучасний ЕРС вітчизняних та закордонних залізниць із системами мікропроцесорного керування.	2	Вивчення цифрових логічних елементів та пристроїв мікропроцесорних систем
14	2	Програмне забезпечення мікропроцесорних пристроїв управління ТРС. Класифікація програмних засобів мікропроцесорних систем управління. Система команд та директив асемблера. Режими адресації. Представлення даних та операції з ними.	2	Вивчення схем приведення електричних сигналів кіл управління в мікропроцесорних системах
15	2	Перспективи розвитку передач потужності ТРС із застосуванням мікропроцесорних систем для реалізації високошвидкісного пасажирського руху		Вимірювання температури за допомогою аналогових та цифрових датчиків температури
Модульний контроль №2				
Іспит с дисципліни				

## Правила оцінювання

Методи контролю: Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), іспит. Під час оцінювання результатів навчання застосовується нормативний документ «Положення про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ» (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentuvnz/polojennya-12-2015.pdf>) .

#### Відвідування лекцій:

Бали за цю складову не 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 15 балів на модуль.**

#### Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та відсотком виконання індивідуального завдання (до 15 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі дискусійного клубу та форуму з дисципліни. **Максимальна сума становить 25 балів.**

#### Лабораторні роботи:

Оцінюються за ступенем підготовки до роботи (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та виконанням роботи (до 15 балів). **Максимальна сума становить 20 балів на модуль.**

#### Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (20 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

#### Іспит:

Студент отримує підсумкову оцінку 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 підсумковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх під час іспиту, відповівши на питання білета.

#### Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання з перетворень енергії у передачі потужності сучасного локомотива та можливостей управління цими перетвореннями.

Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім студентам рівні та справедливі можливості для підвищення власної компетентності шляхом активної участі у дискусійному спілкуванні.

### **Команда викладачів:**

**Пузир Володимир Григорович** (<https://kart.edu.ua/staff/puzir-volodimir-grigorovich>) – професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу в УкрДУЗТ. Напрямки наукової діяльності: застосування електронних компонентів в управлінні локомотивами; вдосконалення та створення засобів діагностування, випробувального обладнання та засобів допускового контролю; процеси у людино-машинних системах.

### **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 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: <http://do.kart.edu.ua/>

Опанування курсу «Передачі потужності та мікропроцесорне управління тяговим рухомих складом» дасть слухачу змогу досягнути наступних результатів:

- знання і розуміння сучасних методів наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів для потреб інженерного застосування у сфері експлуатації та обслуговування тягового рухомого складу;

- вміння розробляти та пропонувати нові технічні рішення для вдосконалення конструкції тягового рухомого складу та застосовувати нові технології його обслуговування та ремонту;

- здатність розробляти технології обслуговування та ремонту рухомого складу з максимальним енергозбереженням та обґрунтовувати необхідність їхнього впровадження;

- знання та здатність застосовувати необхідні методи досліджень об'єктів високошвидкісного транспорту та локомотивного господарства, моделювати їх властивості та процеси, що стосуються створення, експлуатації та ремонту.