

## **Рекомендовано**

на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

протокол № 9 від 04.07.2022 р.

# **СИЛАБУС**

## **з дисципліни «Електромагнітні процеси в пристроях автоматики»**

Семестр та рік навчання: <i>навчання</i>	<i>III, IV семестр, другий рік (скорочена форма)</i>
Освітній рівень:	<i>перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 – Автоматизація та приладобудування 27 – Транспорт</i>
Шифр та назва спеціальності	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології 273 Залізничний транспорт</i>

Лекції, практичні заняття згідно розкладу [http://rasp,kart.edu.ua](http://rasp.kart.edu.ua)

Команда викладачів:

Лектор, керівник групових занять: *Кошевий Сергій Васильович*, доцент кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів (АТ)

Контакти лектора: Е-mail: [ksv.xiit@gmail.com](mailto:ksv.xiit@gmail.com) [ksv@kart.edu.ua](mailto:ksv@kart.edu.ua)  
моб. тел.: 050-69-041-69 097-396-51-64

Годин прийому та консультацій: кожен четвер, 14.10 – 15.30

Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 2 поверх, 222 аудиторія.

Веб-сторінки курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

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

## 1. Анотація навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Електромагнітні процеси в пристроях автоматики» (ЕМППА) є надання теоретичних і практичних знань про:

- основні закони, поняття та визначення теорії електромагнітних кіл;
- основні закони, співвідношення та величини в лінійних та нелінійних колах постійного струму, синусоїдального однофазного та трифазного струму, магнітних колах;
- перехідні процеси в електричних колах постійного та змінного струму;
- реактивні двополюсники та загальну теорію чотириполюсників;
- електричні кола з розподіленими параметрами, кола з частотною селекцією сигналів (електричні фільтри), коригуючі електричні кола (коректори амплітуди, фази);
- електромагнітні процеси в пристроях та електричних колах перегінних систем інтервального регулювання руху поїздів;
- електромагнітні процеси в електричних колах з розподіленими параметрами: рейкових колах, кабельних лініях;
- електромагнітні процеси в пристроях сигнального авторегулювання, каналах зв'язку між колійними та бортовими пристроями;
- електромагнітні процеси в пристроях та електричних колах станційних систем автоматики.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни є освоєння теоретичних знань та практичних навичок:

- аналізу електромагнітних процесів: в пристроях та електричних колах перегінних систем інтервального регулювання руху поїздів; в електричних колах з розподіленими параметрами (рейкових колах, кабельних лініях); пристроях сигнального авторегулювання, каналах зв'язку між колійними та бортовими пристроями; пристроях та електричних колах станційних систем автоматики.
- основних принципів побудови, схемотехнічної реалізації, принципів роботи, налаштування та використання схемних вузлів та пристроїв залізничної автоматики;
- особливостей проектування, основних принципів побудови, етапів «життєвого циклу» та стадій розроблення, режимів роботи, шляхів досягнення функціональної безпеки та надійності систем інтервального регулювання руху поїздів (ІРПП) на перегонах, локомотивних систем сигнального авторегулювання (САР), технічних засобів автоматики на залізничних переїздах (автоматичної переїзної сигналізації – АПС), станційних системах автоматики.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні **компетенції** студентів:

**Інтегральна** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

### Загальні компетенції

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

### Фахові компетенції

- K11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.
- K12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки, мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.
- K13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
- K14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- K15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов, налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.
- K18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

## 2. Чому ви маєте обрати цей курс?

Останнім часом автоматичні системи керування дозволяють досить легко перебудовувати обладнання на виробництво нової продукції – *гнучкі виробничі модулі*. Вершиною автоматизованого виробництва є *промислові роботи*. Тобто автоматизація пронизала виробництво зверху донизу. Людський досвід і інтелект використовується лише там, де його не може замінити електроніка.

Безперебійний та безпечний рух поїздів на мережі залізниць забезпечує технічний комплекс залізничної автоматики (ЗА), яким обладнуються дільниці, станції та перегони. Рівень технічного оснащення (категорія) останніх визначається класом залізничних дільниць. Тому на теперішній час *володіння знаннями з методології основ функціонування, проектування, експлуатації та технічного утримання засобів ЗА з метою забезпечення заданих рівнів їх надійності та безпеки є актуальним*.

Дисципліна базується на знаннях, отриманих при вивченні фундаментальних, загально-інженерних та професійно-орієнтованих дисциплін з фаху.

### Електромагнітні процеси в пристроях автоматики / схема курсу

<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Практичні заняття	
	Самостійна робота на ПЕОМ над теоретичною частиною курсу з використанням елементів дистанційного навчання	
	Довідковий матеріал	
	Фільми та презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Індивідуальні консультації	
	On-line обговорення (форум у соціальних мережах)	
	Залік (1 семестр) / Екзамен (2 семестр)	

Вивчення в лекційному курсі ЕМППА теоретичних основ технічних засобів ЗА доповнюється практичними заняттями та лабораторними роботами, мета яких

– ознайомлення з методами досліджень і характеристиками схемних рішень побудови надійних та безпечних технічних засобів ЗА, аналіз режимів їх роботи. Метою практичних занять є набуття на першому етапі – практичних навичок аналізу та моделювання технологічних процесів будь-якого виробництва, на другому етапі – аналіз функціонування, моделювання роботи та виконання інженерних розрахунків основних схемних вузлів станційних, перегінних та локомотивних систем ЗА.

Команда викладачів буде готова надати будь-яку допомогу з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто – у робочий час.

### **3. Опис навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна «Електромагнітні процеси в пристроях автоматики», на вивчення якої відводиться 210 годин / 7,0 кредити ECTS протягом двох семестрів (3 курс, 5, 6 навчальні семестри – денна повна форма навчання, 2 курс, 3, 4 семестри – денна скорочена форма навчання) на першому етапі дає студентам глибоке розуміння: основних законів, понять та визначень теорії електромагнітних кіл; співвідношень та величин в лінійних та нелінійних колах постійного струму, синусоїдального однофазного та трифазного струму; магнітних колах; перехідних процесів в електричних колах постійного та змінного струму; реактивних двополюсників та загальної теорії чотириполюсників; електричних кіл з розподіленими параметрами; кіл з частотною селекцією сигналів (електричні фільтри); коригуючих електричних кіл (коректори амплітуди, фази). На підставі отриманих теоретичних знань на другому етапі вивчення дисципліни студенти засвоюють та оволодівають розумінням тих електромагнітних процесів, що відбуваються в пристроях та електричних колах перегінних систем ІРРП, електричних колах з розподіленими параметрами (рейкових колах, кабельних лініях), колійних та бортових пристроях сигнального авторегулювання, каналах зв'язку між колійними та бортовими пристроями, пристроях та електричних колах станційних систем автоматики. Розуміння теоретичних основ тих процесів, що відбуваються в електричних колах систем ЗА дозволяє студентам аналізувати режими роботи пристроїв ЗА, ефективно усувати відмови пристроїв та їх окремих складових, розраховувати параметри елементів та режими роботи окремих складових систем з метою їх стійкого, надійного та безпечного функціонування.

Навчальний курс складається з 60 годин лекцій, 60 годин практичних занять протягом двох семестрів (1 семестр – 30 годин лекцій, 15 годин – практичних занять, 2 семестр – 30 годин лекцій, 45 годин – практичних занять). Навчальний курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями. Види контролю – два модульні тестові завдання та залік – перший семестр, два модульні тестові завдання та екзамен – другий семестр. Розроблений веб-ресурс курсу, який розміщений на платформі Moodle за посиланням [do.edu.kart.ua](http://do.edu.kart.ua). Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання шляхом обговорень в аудиторії під час практичних занять.

**Міждисциплінарні зв'язки** навчальної дисципліни ЕМППА – на рис. 1.

Програма навчальної дисципліни складається із змістових модулів:

**Змістовий модуль 1.** Основні закони, визначення та співвідношення теорії електромагнітних кіл. Моделювання як складова загальнонаукового методу досліджень. Представлення електромагнітних процесів у вигляді розрахункових електричних схем заміщення.

**Змістовий модуль 2.** Електромагнітні процеси в пристроях перегінних систем інтервального регулювання руху поїздів.

**Змістовий модуль 3.** Електромагнітні процеси в локомотивних пристроях сигнального авторегулювання.

**Змістовий модуль 4.** Електромагнітні процеси в пристроях станційних систем автоматики.

Практичні заняття курсу ЕМППА передбачають дослідження, аналіз та складання розрахункових електричних схем заміщення елементів та складових систем ЗА та процесів, що в них відбуваються, проведення моделювання та розрахунків режимів роботи у середовищі програмних додатків.



Рисунок 1 – Схема міждисциплінарних зав'язків навчальної дисципліни «Електромагнітні процеси в пристроях автоматики»

Дисципліна фіналізується контрольними заходами (двічі за семестр по закінченні двох навчальних модулів – проходження тестового контролю визначення якості навчання та залік і екзамен наприкінці відповідно першого та другого семестру). Вивчення дисципліни супроводжується посиланнями на суміжні дисципліни, що доповнюють тему, та формує у студентів інноваційну, інформаційну та комунікативну компетентності.

#### 4. Ресурси курсу

Інформація про курс ЕМППА розміщена на сайті Університету <http://do.kart.edu.ua/> (включаючи необхідні методичні матеріали, презентації, фільми, тестові завдання за окремими змістовими модулями та правила оцінювання курсу) у розділі «Дистанційне навчання». Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку лекції або практичного заняття. Під час обговорення пропонується проведення аналізу з питань:

- основних законів, визначень та співвідношень теорії електромагнітних кіл;
- моделювання як складової загальнонаукового методу досліджень;
- представлення електромагнітних процесів у вигляді розрахункових електричних схем заміщення;
- електромагнітних процесів в пристроях перегінних систем ІРРП, електричних колах з розподіленими параметрами, локомотивних пристроях САР, пристроях станційних систем автоматики.

Приклади питань для обговорення:

- моделювання, класифікація моделей, обґрунтування вибору методу моделювання;
- використання законів Ома та Кірхгофа при розрахунках режимів роботи електричних кіл перегінних систем залізничної автоматики;
- закони комутації; аналіз функціонування електричних схем з урахуванням перехідних процесів;
- аналіз функціонування конденсаторного, індуктивного, релейного дешифраторів при зміні параметрів джерела живлення та параметрів їх елементів;
- електромагнітні процеси в електричних колах з розподіленими параметрами;
- класифікація рейкових кіл (РК), принципи їх побудови, особливості використання; правила побудови чотириполюсної електричної схеми заміщення РК та методика розрахунку їх режимів роботи;
- електричні схеми заміщення тональних РК (ТРК), причини виникнення в них зон додаткового шунтування безстикових ТРК з боку приймального та живлячого кінців;
- аналіз впливу на довжину зони додаткового шунтування довжини рейкової лінії та її первинних електричних параметрів, носійної частоти сигнального струму;
- принцип квазістаціонарності струму та магнітного потоку в рейковій лінії; аналіз умов та якості функціонування автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) при проходженні поїздом горловини станції;
- аналіз роботи АЛС при проходженні поїздом ізолюючих стиків, зони стрілочного переводу, залишених в міжколійї рейок;
- способи перетворення цифрових кодових сигналів стаціонарних (колійних) пристроїв кодування в аналогові сигнали каналу зв'язку з їх подальшим відтворенням у цифрову форму локомотивними пристроями сигнального авторегулювання;
- методи та технічні засоби визначення швидкості руху, пройденого шляху та поточної координати поїзда в сучасних системах авторегулювання;
- аналіз функціонування робочого та контрольного кіл двопрвідної схеми керування стрілочним електроприводом;
- аналіз функціонування робочого та контрольного кіл п'ятипрвідної схеми керування стрілочним електроприводом;

– аналіз принципів функціонування індукторних та індукційних точкових колійних датчиків.

Студенти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми навчальної дисципліни поза лекціями.

## **5. Розподіл лекцій на змістові модулі**

**Змістовий модуль 1. Основні закони, визначення та співвідношення теорії електромагнітних кіл. Моделювання як складова загальнонаукового методу досліджень. Представлення електромагнітних процесів у вигляді розрахункових електричних схем заміщення.**

**Тема 1.1.** Предмет та задачі дисципліни. Основні закони, поняття та визначення теорії електромагнітних кіл. Характеристика активних та пасивних елементів електричного кола.

**Тема 1.2.** Лінійні електричні кола постійного струму та однофазні змінного струму. Основні закони, співвідношення та величини. Зображення синусоїдальної функції комплексним числом. Методи розрахунку електричних кіл постійного та однофазного змінного струму.

**Тема 1.3.** Нелінійні електричні кола постійного та змінного струму. Магнітні кола. Основні співвідношення та величини, що характеризують магнітне коло.

**Тема 1.4.** Трифазні електричні кола. Періодичні несинусоїдальні струми в лінійних електричних колах

**Тема 1.5.** Перехідні процеси в лінійних та нелінійних електричних колах.

**Тема 1.6.** Реактивні двополюсники, аналіз їх частотних характеристик з використанням теореми Фостера. Чотиріполюсники, види загасання в чотиріполюсниках. Електричні кола з розподіленими параметрами

**Тема 1.7.** Амплітудні та фазові спотворення у трактах передачі інформації. Електричні кола зі спеціальними частотними характеристиками, електричні фільтри. Корируючі електричні кола (амплітудні, частотні коректори).

**Тема 1.8.** Загальнонаукові методи досліджень. Моделювання. Класифікація моделей. Обґрунтування вибору методу моделювання.

**Змістовий модуль 2. Електромагнітні процеси в пристроях перегінних систем інтервального регулювання руху поїздів**

**Тема 2.1.** Використання законів Ома та Кірхгофа при розрахунках режимів роботи електричних кіл перегінних систем залізничної автоматики: контролю справності електричного кола живлення лампи світлофора у холодному та гарячому стані, кіл зміни напрямку руху та контролю перегону у 2-х та 4-х провідній схемах зміни напрямку руху поїздів по колії перегону.

**Тема 2.2.** Дослідження та регулювання режимів роботи лінійного кола системи АБТ, схеми контролю жил кабелю в ТРК системи АБТЦ.

**Тема 2.3.** Розрахунок електричних схем з урахуванням перехідних процесів. Фізичний принцип роботи електромагнітного реле: тригерний ефект; способи регулювання в реле часових параметрів на спрацювання та знеструмлення. Конденсаторний, індуктивний, релейний дешифратори, аналіз впливу на їх функціонування зміни параметрів джерела живлення, параметрів або виходу з ладу їх окремих елементів.

**Тема 2.4.** Електромагнітні процеси в електричних колах з розподіленими параметрами.

**Тема 2.5.** Класифікація рейкових кіл (РК), принципи їх побудови, особливості

використання. Правила побудови чотириполюсної електричної схеми заміщення РК та методика розрахунку їх режимів роботи.

**Тема 2.6.** Особливості розрахунку перегінних тональних РК (ТРК) різної конфігурації та станційних розгалужених РК. Електричні схеми заміщення ТРК. Причини виникнення зон додаткового шунтування безстикових ТРК з боку приймального та живлячого кінців. Дослідження впливу на довжину зони додаткового шунтування довжини та первинних електричних параметрів рейкової лінії, носійної частоти сигнального струму.

**Тема 2.7.** Трансформатор як пристрій узгодження. Розрахунок параметрів кабельних та повітряних ліній з використанням чотириполюсної схеми заміщення.

### **Змістовий модуль 3. Електромагнітні процеси в локомотивних пристроях сигнального авторегулювання**

**Тема 3.1.** Призначення систем сигнального авторегулювання (САР). Способи організації каналу зв'язку між стаціонарними (колійними) та локомотивними пристроями САР.

**Тема 3.2.** Загальні відомості про електромагнітну сумісність пристроїв САР. Причини виникнення та класифікація джерел завад, що негативно впливають на роботу системи САР. Поняття про адитивні та мультиплікативні завади.

**Тема 3.3.** Аналіз можливих причин зміни вхідного опору рейкової лінії відносно живлячого кінця та розрахунок розподілення кодового струму АЛС вздовж рейкової лінії при русі поїзда від вхідного до вихідного (живлячого) кінця блок-ділянки.

**Тема 3.4.** Принцип квазістаціонарності струму та магнітного потоку в рейковій лінії. Аналіз умов та якості функціонування АЛС при проходженні поїздом горловини станції. Розрахункові електричні схеми заміщення каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями АЛС при проходженні голови поїзда ізольованих стиків, зони стрілочного перевалу, залишених в міжколійї рейок.

**Тема 3.4.** Частотні характеристики фільтра локомотивного ФЛ25/75 та фільтра 50 Гц підсилювача УК25/50.

**Тема 3.5.** Поняття аналогового та дискретного сигналів. Сутність виділення огинаючої носійної частоти кодового струму та обробки сигнальної інформації для її подальшого декодування.

**Тема 3.6.** Перетворення цифрових кодових сигналів стаціонарних (колійних) пристроїв кодування в аналогові сигнали індуктивного каналу зв'язку між рейковою лінією та бортовими приймальними пристроями САР, їх подальше відтворення у цифрову форму локомотивними пристроями дешифрації.

**Тема 3.7.** Фізичні принципи та технічні засоби визначення швидкості руху, пройденого шляху, поточної координати та місця зупинки голови поїзда в сучасних системах САР.

### **Змістовий модуль 4. Електромагнітні процеси в пристроях станційних систем автоматики**

**Тема 4.1.** Класифікація пристроїв, їх призначення, режими функціонування. Дослідження законів електромагнітної індукції на прикладі електромагнітних реле ЗА різних типів: постійного та змінного струму, нейтрального, поляризованого, фазочутливого. Оптоелектронні та герконові реле.

**Тема 4.2.** Дослідження робочого та контрольного кола двопрвідної схеми керування стрілочним електроприводом.



**Тема 4.3.** Аналіз функціонування вентиляного кола двопровідної схеми керування стрілочним електроприводом. Вплив зміни ємності розподільного конденсатора на режими роботи стрілочного контрольного трансформатора.

**Тема 4.4.** Векторна діаграма режимів роботи стрілочного контрольного трансформатора.

**Тема 4.5.** Режими роботи, механічна (навантажувальна) та швидкісна характеристики електродвигунів постійного струму з послідовним, паралельним та незалежним збудженням. Вибір способу включення двигуна постійного струму відповідно до умов використання.

**Тема 4.6.** Дослідження робочого та контрольного кола п'ятипровідної схеми керування стрілочним електроприводом.

**Тема 4.7.** Поняття пульсуючого та обертаючого магнітного поля. Дослідження та векторні діаграми обертаючого магнітного поля асинхронного електродвигуна в різних режимах функціонування. Дослідження несинусоїдальних струмів фазоконтрольного блоку п'ятипровідної схеми керування стрілочним електроприводом.

**Тема 4.8.** Класифікація точкових колійних датчиків за фізичним принципом дії та призначенням. Використання явища електромагнітної індукції в точкових колійних датчиках різного принципу дії: генераторних та параметричних; індукторних, індукційних, радіочастотних.

## 6. Практичні заняття

№з/п	Назва теми практичних занять
ПЗ 1	Активні та пасивні елементи електричного кола. Поняття про розрахункову електричну схему заміщення, Властивості пасивних елементів в колах змінного струму, їх зображення у комплексній формі. Використання законів Ома та Кірхгофа для аналізу та розрахунку окремих електричних кіл ЗА.
ПЗ 2	Нелінійні елементи на прикладах ЗА, їх характеристика та поведінка в електричних колах. Магнітні кола, аналогія величин, що характеризують магнітне та електричне коло. Використання законів Ома та Кірхгофа для розрахунку магнітних кіл.
ПЗ 3	Аналіз поведінки пасивних елементів електричного кола постійного та змінного струму з урахуванням перехідних процесів. Сутність зображення елементів кола в операторній формі.
ПЗ 4	Побудова частотних характеристик багатоелементних реактивних дво полюсників. Поняття про чотириполюсник, його схеми заміщення, основні параметри. Аналіз частотних властивостей реактивних чотириполюсних схем з різними схемами заміщення.
ПЗ 5	Проведення розрахунків та моделювання у середовищі програмних додатків.
ПЗ 6	Розрахунок електричних параметрів схем контролю перегону та зміни напрямку руху в основному та допоміжному режимах функціонування 2-х та 4-х провідній схемах зміни напрямку руху поїздів по колії перегону.
ПЗ 7	Розрахунок зони додаткового шунтування безстиківих ТРК з боку приймального та живлячого кінців залежно від довжини та первинних електричних параметрів рейкової лінії, носійної частоти сигнального струму.
ПЗ 8	Представлення електричного кола з елементами із зосередженими та розподіленими параметрами у вигляді чотириполюсної розрахункової

	електричної схеми заміщення. Складання розрахункової схеми заміщення тракту передачі інформації у вигляді рейкового кола, кабельної лінії.
ПЗ 9	Способи організації каналу зв'язку між стаціонарними (колійними) та локомотивними пристроями САР. Причини виникнення та класифікація джерел завад, що негативно впливають на роботу системи САР. Поняття про адитивні та мультиплікативні завади.
ПЗ 10	Аналіз можливих причин зміни вхідного опору рейкової лінії відносно живлячого кінця та розрахунок розподілення кодового струму АЛС вздовж рейкової лінії при русі поїзда від вхідного до вихідного (живлячого) кінця блок-ділянки.
ПЗ 11	Принцип квазістаціонарності струму та магнітного потоку в рейковій лінії. Аналіз умов та якості функціонування АЛС при проходженні поїздом горловини станції. Складання розрахункової електричної схеми заміщення каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями АЛС при проходженні голови поїзда ізолюючих стиків, зони стрілочного перевodu, залишених в міжколійї рейок.
ПЗ 12	Дослідження частотних характеристик фільтра локомотивного ФЛ25/75 та смугового фільтра 50 Гц підсилювача УК25/50.
ПЗ 13	Поняття аналогового та дискретного сигналів. Сутність виділення огинаючої носійної частоти кодового струму та обробки сигнальної інформації для її подальшого декодування (на прикладі ТРК та багатозначних систем АЛС).
ПЗ 14	Способи перетворення цифрових кодових сигналів стаціонарних (колійних) пристроїв кодування в аналогові сигнали індуктивного каналу зв'язку між рейковою лінією та бортовими приймальними пристроями САР, їх подальше відтворення у цифрову форму локомотивними пристроями дешифрації.
ПЗ 15	Фізичні принципи та технічні засоби визначення швидкості руху, пройденого шляху, поточної координати та місця зупинки голови поїзда в сучасних системах САР.
ПЗ 16	Дослідження законів електромагнітної індукції на прикладі електромагнітних реле ЗА різних типів: постійного та змінного струму, нейтрального, поляризованого, фазочутливого. Оптиелектронні та герконові реле.
ПЗ 17	Дослідження робочого та контрольного кола двопровідної схеми керування стрілочним електроприводом. Аналіз функціонування вентильного кола двопровідної схеми керування стрілочним електроприводом. Вплив зміни ємності розподільного конденсатора на режими роботи стрілочного контрольного трансформатора. Векторна діаграма режимів роботи стрілочного контрольного трансформатора.
ПЗ 18	Режими роботи, механічна (навантажувальна) та швидкісна характеристики електродвигунів постійного струму з послідовним, паралельним та незалежним збудженням. Вибір способу включення двигуна постійного струму відповідно до умов використання.
ПЗ 19	Поняття пульсуючого та обертаючого магнітного поля. Дослідження та векторні діаграми обертаючого магнітного поля асинхронного електродвигуна в різних режимах функціонування. Дослідження

	робочого та контрольного кола п'ятипровідної схеми керування стрілочним електроприводом. Дослідження несинусоїдальних струмів фазоконтрольного блоку п'ятипровідної схеми керування стрілочним електроприводом.
ПЗ 20	Використання явища електромагнітної індукції в точкових колійних датчиках різного принципу дії: генераторних та параметричних; індукторних, індукційних, радіочастотних

## 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Вивчення лекційного матеріалу по електронному конспекту лекцій, підручникам, навчальним посібникам, курсу дистанційного навчання.
2	Підготовка до проходження модульних тестових завдань здачі заліку (1 навчальний семестр) або екзамену (другий навчальний семестр).

## 8. Заплановані результати навчання (ПР)

ПР02	Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.
ПР04	Розуміти сутність процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і вміти обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивості.
ПР07	Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.
ПР08	Знати фізичні принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування, знаходження та усунення в них збоїв та відмов.
ПР011	Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.
ПР012	Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**Основними завданнями** вивчення дисципліни є освоєння теоретичних знань та практичних навичок:

– аналізу електромагнітних процесів: в пристроях та електричних колах перегінних систем інтервального регулювання руху поїздів; в електричних колах з розподіленими параметрами (рейкових колах, кабельних лініях); пристроях сигнального авторегулювання, каналах зв'язку між колійними та бортовими

пристроями; пристроях та електричних колах станційних систем автоматики.

- основних принципів побудови, схемотехнічної реалізації, принципів роботи, налаштування та використання схемних вузлів та пристроїв залізничної автоматики;

- особливостей проектування, основних принципів побудови, етапів «життєвого циклу» та стадій розроблення, режимів роботи, шляхів досягнення функціональної безпеки та надійності систем ІРРП на перегонах, локомотивних систем сигнального авторегулювання (САР), технічних засобів автоматики на залізничних переїздах (автоматичної переїзної сигналізації – АПС), станційних системах автоматики.

***знати:***

- основні закони, поняття та визначення теорії електромагнітних кіл;
- основні закони, співвідношення та величини в лінійних та нелінійних колах постійного струму, синусоїдального однофазного та трифазного струму, магнітних колах;

- функціонування електричних кіл постійного та змінного струму з урахуванням перехідних процесів;

- загальні властивості та частотні характеристики реактивних двополюсників;

- загальну теорію чотиріполюсників, основні властивості реактивних чотиріполюсників з частотною селекцією сигналів, коригуючі електричні кола (коректори амплітуди, фази);

- особливості функціонування, основні властивості та параметри електричних кіл з розподіленими параметрами;

***вміти:***

- аналізувати електромагнітні процеси в пристроях та електричних колах перегінних систем ІРРП, електричних колах з розподіленими параметрами (РК, кабельних лініях), пристроях САР, каналах зв'язку між колійними та бортовими пристроями, пристроях та електричних колах станційних систем автоматики.

- формалізувати та скласти алгоритм функціонування окремих технологічних процесів, будувати структурно-функціональні схеми типових систем ЗА і конструювати окремі елементи і вузли, у тому числі з використанням обчислювальної техніки;

- раціонально і правильно вибрати ефективні методи аналізу, розрахунку режимів роботи та параметрів елементів систем ІРРП, синтезу основних підсистем і функціональних вузлів систем ІРРП;

***мати уявлення:***

- про тенденції, шляхи та перспективи розвитку систем ІРРП на перегонах на найближчу і віддалену перспективу;

- про основні фізичні принципи побудови, схемотехнічної реалізації, режимів роботи, налаштування та поточного використання схемних вузлів та пристроїв ЗА;

- особливостей проектування, етапів «життєвого циклу» та стадій розроблення, шляхів досягнення надійності та функціональної безпеки систем ЗА

- про технологію роботи вітчизняних і закордонних перспективних систем ЗА з широким застосуванням сучасних інформаційних технологій, комп'ютерної і мікропроцесорної техніки.

## 9. Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента оцінка, що виставляється за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно – 5, добре – 4, задовільно – 3, незадовільно – 2) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

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

Відвідування лекцій. Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50 % лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума становить 20 балів.**

Практичні заняття. Оцінюються за відвідуваннями занять. **Максимальна сума становить 25 балів.**

Ступінь залучення. Мета участі в курсі – залучити студента до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх партнерів, дати студенту ще один спосіб перевірити свої теоретичні та практичні знання з питань розуміння теоретичних основ тих процесів, що відбуваються в електричних колах систем залізничної автоматики (ЗА), аналізу режимів роботи пристроїв ЗА, ефективного усунення відмов пристроїв та їх окремих складових, розрахування параметрів елементів та режимі роботи окремих складових систем з метою їх надійного та безпечного функціонування. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності відповідей студента. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім студентам рівні та справедливі можливості для підвищення власного залучення. **Максимальна сума становить 15 балів.**

Підсумковий модульний тест. **Максимальна сума становить 40 балів.**

Підсумкова модульна оцінка. Студент отримує підсумкову оцінку на підставі поточного контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент, становить **100** (до **60 балів** поточного контролю та до **40 балів** під час підсумкового модульного тестування). Якщо студент не погоджується з підсумковою оцінкою, він має можливість підвищити її на

екзамені, відповівши усно або письмово на питання екзаменаційного білета (<http://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=1454>).

## **10 Засоби діагностики успішності навчання**

1. Усний поточний опит на лекціях, практичних заняттях.
2. Система контролю рівня знань методом тестування на ПЕОМ під час роботи над курсом з використанням елементів дистанційного навчання.
3. Система контролю рівня знань методом тестування на ПЕОМ під час підсумкового модульного контролю.
4. Усна або письмова відповідь на питання екзаменаційного білета по теоретичним питанням і завданням на екзамені (за необхідністю з ініціативи студента при умові отримання підсумкової оцінки B, D, FX за системою ECTS).

## **11. Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ 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.

## **12. 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/> (назва курсу – «Електромагнітні процеси в пристроях автоматики» (ЕМППА), кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, факультет інформаційно-керуючих систем та технологій).

## **Рекомендована література**

### ***Основна***

1. Соболев Ю.В., Бабаев М.М., Давиденко М.Г. Теория электрических и магнитных кил. Харків: ХФВ “Транспорт України”, 2002.
2. Каллер М.Я., Соболев Ю.В., Богданов А.Г. Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. -М.: Транспорт, 1987.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. –

- М.: Высшая школа; М.: Гардарики, 2000.
4. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. – М.: Транспорт, 1995.-320с.
  5. Бойник А.Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах: [Текст] / А.Б. Бойник, С.В. Кошевой, С.В. Панченко, В.А. Сотник – Учебное пособие. Харьков: УкрГАЗТ 2005. – 256 с.
  6. Виноградова В.Ю. и др. Перегонные системы автоматики. – М.: Маршрут, 2005.-235 с.
  7. Казаков А.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов: [Текст] / А.А. Казаков, В.Д. Бубнов, Е.А. Казаков – М.: Транспорт, 1995.-320 с.
  8. Кравцов Ю.А. Системы железнодорожной автоматики: [Текст] Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.
  9. Леонов А.А. Техническое обслуживание автоматической локомотивной сигнализации. - М.: Транспорт. 1982.-254 с.
  10. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999.–332с.
  11. Лисенков В.М. Теория автоматических систем интервального регулирования. – М.: Транспорт, 1987.-150 с.
  12. Котляренко Н.Ф. Путевая блокировка и авторегулировка: [Текст] / Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков, Ю.В. Соболев, И.З. Скрыпин – М.: Транспорт, 1983. – 408с.
  13. Астрахан В.И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У): Учебное пособие: [Текст] / В.И. Астрахан, В.И. Зорин, Г.К. Кисельгоф и др. Под ред. В.И. Зорина и В.И. Астрахана. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2008. – 177 с.

### *Додаткова*

1. Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом МТУ від 20 грудня 1996 р. № 411, із змінами та доповненнями, внесеними наказами МТУ від 8 червня 1998 р. № 226, 23 липня 1999 р. № 386, від 19 березня 2002 р. № 179.
2. Інструкція з сигналізації на залізницях України.– ЦШ 0001, Київ: Міністерство транспорту України, 2008.
3. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України.– ЦД 0001, Київ: Міністерство транспорту України, 1995.
4. Періодична науково-технічна література.

### *Інформаційні ресурси*

- 1 НТБ УкрДАЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).
- 2 Медіатека УкрДАЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).
- 3 ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18).
- 4 Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4).
- 5 Інформаційні ресурси в Інтернеті
  - <http://metod.kart.edu.ua/>
  - <http://do.kart.edu.ua/>
  - <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>