

# УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

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



## СИЛАБУС із дисципліни «ТЯГОВІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ» на 2023–2024 навчальний рік

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Галузь знань – 27 «Транспорт»

Спеціальність – 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма – «Електровози та електропоїзди»

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

### КОМАНДА ВИКЛАДАЧІВ

Лектор: **Карпенко Надія Петрівна** (кандидат технічних наук, доцент)

Веб-сторінка: <http://kart.edu.ua/kafedra-etem-ua/kolectuv-kafedru-aset-uaid=2703>

Контакти: тел.: +38 (057) 730-10-76; e-mail: [kanape1909@gmail.com](mailto:kanape1909@gmail.com)

Консультації: щопонеділка та щовівторка з 12.40 до 14.00.

Розміщення кафедри: м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7, корпус 2-й, аудиторія 2.232.

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

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

<http://lib.kart.edu.ua>; <http://electrolibrary.info/bestbooks/invertad.htm>

## КОМПЕТЕНТНОСТІ КУРСУ

Курс має на меті сформувати та розвинути такі компетентності студентів:

**1. Ціннісно-сміслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в галузі тягових електричних машин; їх дослідження, конструювання, вибір, ремонт та експлуатація, а також застосування на електрорухомому складі).

**2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в галузі електричного рухомого складу).

**3. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування в студента зацікавленості про теорію роботи та характеристики тягових електричних машин і тягових трансформаторів, конструкцію, параметри й типи тягових двигунів; з урахуванням характеристик, параметрів та умов експлуатації тягових двигунів, їх вплив на продуктивність електрорухомого складу).

**4. Інформаційну компетентність** (розвиток умінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в галузі основних характеристик та техніко-економічних показників сучасного електричного рухомого складу, норм і вимог безпеки руху, що висуваються до електричних тягових двигунів рухомого складу).

**5. Комунікативну компетентність** (розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в галузі математичного моделювання електромеханічних процесів у електричних тягових двигунах рухомого складу та вміння презентувати власний проект і кваліфіковано вести дискусію в досліджуваній сфері).

**6. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи духовного й інтелектуального саморозвитку; підтримка постійного бажання до самовдосконалення та самопізнання шляхом постійного пошуку нетрадиційних підходів до підвищення ефективності існуючого та електрорухомого складу, що проектується).

## ЧОМУ СЛІД ОБРАТИ САМЕ ЦЕЙ КУРС?

Якщо Вас цікавлять питання теорії, характеристик та конструктивного виконання тягових електричних машин і трансформаторів, їх застосування на залізничному транспорті та в метрополітенах, то **Вам потрібен саме цей курс!**

Від здобувачів вищої освіти очікується лише одне – **бажання навчатися!**

Сумлінно поставившись до вивчення цього курсу, Ви станете фахівцем з питань особливостей режимів роботи електричних тягових двигунів, можливостей та способів регулювання електрорухомого складу та його захисту в аварійних режимах, а команда викладачів в процесі Вашого навчання надасть Вам будь-яку консультативну допомогу з курсу навчальної дисципліни особисто чи електронною поштою в зазначений час консультації.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **основних розділів:**

1. Колекторні тягові двигуни.
2. Безколекторні тягові двигуни.
3. Перехідні процеси в тягових двигунах, конструкція ТЕД, його вентиляція та охолодження.
4. Допоміжні тягові електричні машини.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **120 годин / 4 кредити ECTS.**

## ОГЛЯД І СХЕМА КУРСУ

Вивчення цього курсу (упродовж семестру, із вересня до грудня) дає студентам глибоке розуміння теорії, характеристик, конструктивного виконання тягових електричних машин і трансформаторів, висвітлює фізику явищ і процесів, що відбуваються в них, та їх практичне застосування на залізничному транспорті та в метрополітені.

Курс складається з лекційних та практичних занять. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. У межах курсу передбачено проведення екскурсій на підприємства локомотивного господарства та метрополітену.

<b>Поміркуй</b>	Лекційні заняття	<b>Виконай</b>
	Практичні заняття	
	Індивідуальні завдання	
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Екскурсії	
	Індивідуальні консультації	
Іспит		

Практичні заняття курсу передбачають виконання групових завдань із питань випробування тягових двигунів (групи від 3 до 5 осіб) і презентацію.

Виконання завдання супроводжується використанням знань, умінь і навичок суміжних дисциплін, що доповнює теми та формує в студента інформаційну та комунікативну компетентності.

### **МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ**

- «Електричні машини»
- «Технологія виготовлення електрообладнання систем електричної тяги»
- «Теорія електроприводу»
- «Електротехнічні матеріали та ТВН»
- «Технічна експлуатація електрорухомого складу»

**Базується на дисциплінах**



**«Тягові електричні машини»**



**Забезпечує дисципліни**

- «Новітні технології в системах автоматизованого тягового електроприводу»
- «Особливості конструкції та динаміки швидкісного транспорту»
- «Сучасні методи обслуговування та ремонту електрорухомого складу»

## ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
1	2	Тема 1. Розвиток тягового електроприводу. Особливості роботи тягових двигунів. Магнітна характеристика ТЕД.		
2	2	Тема 2. ККД та втрати. Робочі характеристики ТЕД. Експлуатаційні властивості тягових двигунів різних систем збудження.	2	ПР-1. Визначення меж темної комутації. Нейтральне положення щіток на колекторі.
3	2	Тема 3. Регулювання режимів роботи ТЕД. Характеристика ТЕД в режимі електричного гальмування. Застосування режиму ослабленого збудження та його межі.		
4	2	Тема 4. Особливості струмоз'єму в ТЕД постійного струму. Комутація ТЕД, допоміжні полюси та їх регулювання.	2	ПР-2. Технологія ремонту та модернізація ТЕД діючих електровозів.
5	2	Тема 5. Дугоутворення на колекторі, причини виникнення колового вогню. Потенціальна стійкість ТЕД та засоби її підвищення.		
6	2	Тема 6. ТЕД пульсуючого струму, особливості роботи, комутація та засоби її поліпшення. Особливості роботи ТЕД при імпульсному регулюванні напруги та збудження.	2	ПР-3. Методи випробування ТЕД. Електричні схеми навантаження.
7	2	Тема 7. Асинхронні ТЕД. Особливості конструкції, характеристики. Вибір основних параметрів асинхронних тягових двигунів.		
Модульний контроль				
8	2	Тема 8. Вентильні тягові двигуни, особливості конструкції. Особливості тягових лінійних двигунів.	2	ПР-4. Особливості вимірювання опору обмоток якорів ТЕД. Випробування на нагрів у різних режимах роботи.
9	2	Тема 9. Перехідні процеси в ТЕД. Захист ТЕД у перехідних режимах. Вплив вихрових струмів. Рівняння перехідних процесів. Раптове вмикання двигуна.		

10	2	Тема 10. Конструкція ТЕД. Фактори, що впливають на конструктивний розвиток тягових двигунів. Визначення основних розмірів якорів та роторів.	2	ПР-5. Методи визначення температури активних частин ТЕД. Метод опору.
11	2	Тема 11. Вентиляція ТЕД. Системи вентиляції. Фільтрація повітря. Аеродинамічні характеристики.		
12	2	Тема 12. Теорія нагріву ТЕД. Термічна стійкість ізоляції. Визначення сітки нагріву та охолодження ТЕД.	2	ПР-6. Отримання швидкісних характеристик, визначення втрат та ККД.
13	2	Тема 13. Призначення допоміжних машин постійного та змінного струмів. Особливості конструкції.		
14	2	Тема 14. Поділювач напруги. Розчеплювач фаз.	3	ПР-7. Методи випробування асинхронних ТЕД. Режим XX та КЗ
15	2	Тема 15. Тягові трансформатори. Будова, розрахунок, охолодження, регулювання напруги.		
Модульний контроль				
Іспит з дисципліни				

#### Виконання самостійних робіт

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	45	
Підготовка до практичних робіт	30	
Самостійна робота студента	75	

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

### Основна література

1 Карпенко Н.П., Нерубацький В.П. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Тягові електричні машини». – Х.: УкрДУЗТ, 2015. – 21 с.

2. Басов Г.Г., Яцько С.І. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. – Х.: «Апекс+», 2005. – 248 с.

3. Безрученко В.М., Варченко В.К., Чумак В.В. Тягові електричні машини електрорухомого складу. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2003. – 252 с.

4. Калиниченко Ю.С., Кузнецов А.І. Тягові електричні машини. Двигуни постійного струму. – Х.: ХНАМГ, 2004. – 218 с.

5. Флора В.Д. Тягові електричні двигуни. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 263 с.

#### **Додаткова література**

1. Безрученко В.М. Електричні машини. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – 108 с.

### **ВИМОГИ ВИКЛАДАЧА**

Вивчення навчальної дисципліни «Тягові електричні машини» потребує:

– виконання завдань згідно з навчальним планом (індивідуальні завдання, самостійна робота тощо);

– підготовки до практичних занять;

– роботи з інформаційними джерелами.

Підготовка до практичних занять передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни, питаннями, які пропонуються на заняття з відповідної теми; вивчення методичного матеріалу; оформлення звіту з індивідуального завдання.

На практичних заняттях присутність здобувачів вищої освіти є обов'язковою, важливою також є їхня участь в обговоренні всіх питань теми. Пропущені заняття мають бути відпрацьовані. Це ж стосується й студентів, які не виконали завдання або засвідчили відсутність знань з основних питань теми.

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися навчальної етики, поважно ставитися до учасників процесу навчання, бути зваженим, уважним та дотримуватися дисципліни й часових (строкових) параметрів навчального процесу.

### **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 модульної оцінки за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

### Формування оцінки за 100-бальною шкалою

Максимальна кількість балів	
Вид контролю	Сума балів
Поточний контроль:	до 60
1) тестування за темами	до 30
2) практичні заняття	до 15
3) активність на заняттях, підготовка доповіді	до 15
Модульний контроль	до 40

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

Визначення назви за національною 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> – загалом 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

Семестровий іспит проводиться за допомогою комп'ютерного тестування або за результатами відповідей за питаннями екзаменаційних білетів.



## **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

У результаті вивчення курсу «Тягові електричні машини» здобувач вищої освіти повинен:

1. Знати призначення, будову, принцип дії та характеристики тягових електричних машин та перспективи їх розвитку.
2. Знати фізичні процеси, що відбуваються в тягових машинах, та вплив властивостей і характеристик тягових машин на продуктивність електрорухомого складу.
3. Знати взаємні зв'язки тягових електричних машин з електричним та механічним обладнанням рухомого складу та організацією електроживлення.
4. Уміти організувати експлуатацію, технічне обслуговування і ремонт тягових електричних машин із застосуванням сучасних технологій та передового досвіду.
5. Уміти проводити аналіз особливостей поведінки і відмов тягових електричних машин.
6. Уміти проводити різноманітні випробування та надавати заключення щодо рівня їх працездатності.
7. Уміти виконувати розрахунки характеристик та режимів тягових машин у конкретних умовах експлуатації.
8. Уміти володіти методами розрахунків і проектування тягових електричних машин, методами оцінки показників якості тягових машин із використанням сучасних інформаційних технологій, діагностичних комплексів і систем менеджменту якості.

## **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 здобувачі вищої освіти 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, повинна бути зазначена ступінь їх залученості до роботи.

## **ІНТЕГРАЦІЯ СТУДЕНТІВ ІЗ ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності та 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>