

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ



## СИЛАБУС

із дисципліни

### «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

на I–II семестр 2020–2021 навчального року

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 «Електрична інженерія», 27 «Транспорт»

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,  
273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма – Електричний транспорт, 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-ua?id=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-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в галузі електричних машин; їх дослідження, конструювання, вибір, ремонт та експлуатація, а також застосування в електроприводах, електричному транспорті, електропобутовій техніці, електромеханічних системах і комплексах).

**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 електричних машин і трансформаторів, конструкцію, параметри й типи електричних машин різного призначення; з урахуванням характеристик, параметрів та умов електричних машин і трансформаторів застосовувати та експлуатувати їх на тягових підстанціях, в електроприводах та на залізничному транспорті).

**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 електромеханічних систем і ресурсозбереження засобами електроприводу та електромеханічних систем).

## **ЧОМУ СЛІД ОБРАТИ САМЕ ЦЕЙ КУРС?**

Якщо Вас цікавлять питання теорії, характеристик та конструктивного виконання електричних машин і трансформаторів, їх застосування на електричному транспорті та в промисловості, 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 **змістових модулів**:

1. Загальні питання теорії машин постійного струму.
2. Двигуни постійного струму та трансформатори.
3. Загальні питання теорії машин змінного струму.
4. Синхронні машини, мікродвигуни, тахогенератори.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **210 годин / 7 кредитів ECTS**.

### ОГЛЯД І СХЕМА КУРСУ

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

Курс складається з лекційних та лабораторних занять. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та розробки курсової роботи з розрахунку тягового двигуна для електричного рухомого складу. У межах курсу передбачено проведення екскурсій на підприємства локомотивного господарства та метрополітену.

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

Лабораторні заняття курсу передбачають виконання групових завдань із питань роботи машин постійного та змінного струму і трансформаторів (групи від 3 до 5 осіб) і презентацію та захист курсової роботи наприкінці курсу.

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

### **МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ**

- «Фізика»
- «Вища математика»
- «Теоретичні основи електротехніки»
- «Прикладна механіка»
- «Теоретична механіка»
- «Електротехнічні матеріали та ТВН»

**Базується на дисциплінах**



**«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»**



**Забезпечує дисципліни**

- «Тяговий електропривод»
- «Тягові електричні машини»
- «Тягові та трансформаторні підстанції»
- «Системи електропостачання ЕРС»
- «Системи швидкісного залізничного транспорту»
- «Технологія виробництва електрообладнання»

### **ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

I семестр

Тиждень	Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема лабораторних занять
1	4	Тема 1. Загальні відомості про електричні машини. Електротехнічні матеріали для електричних машин, їх основні характеристики. Машини постійного струму (МПС), устрій та		

		принцип дії.		
2	2	Тема 2. Магнітне коло МПС. Особливості будови. Магнітна характеристика.		
3	4	Тема 3. Типи обмоток якорів. Елементи та електричні схеми обмоток. ЕРС обмотки якоря.	2	ЛР-1. Дослідження генератора з незалежним збудженням.
4	2	Тема 4. Реакція якорів в МПС. Облік дії реакції якоря.		
5	4	Тема 5. Потенціальні умови на колекторі МПС. Компенсаційна обмотка.	2	ЛР-2. Дослідження генератора з паралельним збудженням.
6	2	Тема 6. Комутація МПС та її види. Засоби поліпшення комутації.		
7	4	Тема 7. Типи генераторів постійного струму. Характеристики генераторів постійного струму з незалежним збудженням.	4	ЛР-3. Дослідження двигуна з послідовним збудженням.
Модульний контроль знань				
8	2	Тема 8. Умови самозбудження генераторів. Генератори з паралельним, змішаним та послідовним збудженням.		
9	4	Тема 9. Двигуни постійного струму. Характеристики двигунів. Способи пуску двигунів постійного струму.		
10	2	Тема 10. Регулювання частоти обертання двигунів постійного струму. Гальмування двигунів постійного струму.		
11	4	Тема 11. Втрати потужності та ККД електричних машин. Нагрівання та охолодження електричних машин.	3	ЛР-4. Дослідження двигуна з паралельним

				збудженням.
12	2	Тема 12. Трансформатори. Устрій, принцип дії, охолодження трансформатора. Основні рівняння робочих режимів трансформатора.		
13	4	Тема 13. Приведений трансформатор. Схеми заміщення. Режими ХХ та КЗ трансформатора.	4	ЛР-5. Розподіл втрат потужності в двигуні постійного струму.
14	2	Тема 14. Векторна діаграма трансформатора. Зовнішні характеристики.		
15	4	Тема 15. Паралельна робота трансформаторів, розподіл навантаження. Схеми та групи з'єднань обмоток трансформатора. Перехідні процеси в трансформаторах.		
Модульний контроль знань				
Залік з дисципліни				

## II семестр

Тижден	Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема лабораторних занять
21	2	Тема 1. Загальні питання теорії електричних машин змінного струму. Обмотки змінного струму, принципи їх побудови.		
22	2	Тема 2. Створення рухомого магнітного поля багатозазними обмотками.	4	ЛР-1. Дослідження трифазного трансформатора.
23	2	Тема 3. Обмотувальні коефіцієнти. ЕРС та МРС обмоток. Принципи побудови трифазних обмоток.		

24	2	Тема 4. Принцип дії та устрій асинхронних машин. Основні рівняння. Схеми заміщення.		
25	2	Тема 5. Електромагнітний момент асинхронного двигуна, його залежність від ковзання.	2	ЛР-2. Позначення виводів обмоток трифазного трансформатора.
26	2	Тема 6. Режими роботи асинхронних машин.		
27	2	Тема 7. Способи пуску асинхронних машин. Двоклітковий та глибокопазний двигун.	2	ЛР-3. Дослідження режиму динамічного гальмування.
28	2	Тема 8. Конструкція, принцип дії та галузі використання синхронних машин. Реакція якоря в синхронних машинах. Векторні діаграми. Параметри обмотки статора.		
Модульний контроль				
29	2	Тема 9. Характеристики синхронних генераторів. Паралельна робота синхронних генераторів. Кутові та U-подібні характеристики генераторів.	4	ЛР-4. Дослідження асинхронного трифазного двигуна.
30	2	Тема 10. Синхронні двигуни. Кутові та U-подібні характеристики синхронних двигунів. Синхронний компенсатор.		
31	2	Тема 11. Мікродвигуни постійного струму. Конструктивні особливості. Мікродвигуни з дисковим якорем. Безконтактні двигуни. Універсальний колекторний двигун.	4	ЛР-5. Дослідження асинхронного однофазного конденсаторного двигуна.
32	2	Тема 12. Синхронні мікродвигуни з постійними магнітами. Реактивні та шагові двигуни.		

33	2	Тема 13. Тахогенератори постійного струму, синхронні та асинхронні. Конструкція, вимоги до тахогенераторів, особливості роботи.	3	ЛР-6. Захист лабораторних робіт.
34	2	Тема 14. Системи синхронного зв'язку. Індикаторний та трансформаторний режими роботи. Застосування сельсинів.		
35	2	Тема 15. Лінійні синхронні двигуни.		
Модульний контроль				
Іспит з дисципліни				

## **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

### **Основна література**

1. Калиниченко С.П., Карпенко Н.П. Машини постійного струму: Конспект лекцій. – Х.: УкрДАЗТ, 2012. – Ч.1. – 69 с.
2. Карпенко Н.П., Нерубацький В.П. Методичні вказівки «Розрахунок трифазного силового масляного трансформатора» до виконання курсової роботи з дисципліни «Електричні машини». – Х.: УкрДУЗТ, 2014. – 50 с.
3. Карпенко Н.П., Нерубацький В.П. Методичні вказівки «Розрахунок тягового двигуна» до виконання курсової роботи з дисципліни «Електричні машини». – Х.: УкрДУЗТ, 2015. – 38 с.
4. Карпенко Н.П., Нерубацький В.П. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Електричні машини». – Х.: УкрДУЗТ, 2015. – 16 с.
5. Карпенко Н.П., Нерубацький В.П. Лабораторний практикум з дисципліни «Електричні машини». – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.
6. Вольдек О.И. Электрические машины. – М.: Энергоатомиздат, 1974. – 840 с.
7. Токарев Б.Ф. Электрические машины. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 700 с.
8. Винокуров В.А., Попов Д.А. Электрические машины железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 511 с.



9. Находкин М.Д. Проектирование тяговых электрических машин. – М.: Транспорт, 1976. – 624 с.

10. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

#### **Додаткова література**

1. Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. – М.: Академия, 2006. – 320 с.

2. Калинин В. К. Электровозы и электропоезда. – М.: Транспорт, 1991. – 480 с.

### **ВИМОГИ ВИКЛАДАЧА**

Вивчення навчальної дисципліни «Електричні машини» потребує:

- виконання завдань згідно з навчальним планом (курсова робота, індивідуальні завдання, самостійна робота тощо);
- підготовки до лабораторних занять;
- роботи з інформаційними джерелами.

Підготовка до лабораторних занять передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни, питаннями, які пропонуються на заняття з відповідної теми; вивчення методичного матеріалу; оформлення попереднього звіту до лабораторної роботи.

На лабораторних 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, захист курсової роботи, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, залік, 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.

Максимальна кількість балів за модуль		
Поточний контроль	Модульний контроль (Тести)	Сума балів за модуль
До 60	До 40	До 100
Поточний контроль		I, II семестр
Відвідування занять, активність на заняттях (лекціях, лабораторних)		10
Виконання індивідуального завдання (КР)		30
Складання лабораторних робіт у термін		20
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, 2) 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> – 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 залік та іспит проводиться за допомогою комп'ютерного тестування або за результатами відповідей за питаннями залікових та екзаменаційних білетів.

## **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

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

1. Знати теорію роботи та характеристики електричних машин і трансформаторів, конструкцію, параметри і типи електричних машин різного призначення.

2. Знати особливості роботи режимів роботи тягових електродвигунів, можливості та способи регулювання електрорухомого складу, його захисту в аварійних режимах.

3. Уміти з урахуванням характеристик, параметрів та умов електричних машин і трансформаторів застосовувати та експлуатувати їх на тягових підстанціях, в електроприводах та на залізничному транспорті.

4. Уміти експериментально визначати характеристики електричних машин і трансформаторів.

5. Уміти розраховувати двигуни і трансформатори та правильно обирати їх тип та потужність для застосування на електричному транспорті та в електромеханічних системах і комплексах.

## **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>