



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Тягові електромеханічні перетворювачі

### Шифр та назва спеціальності

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Електромеханіка

### Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору студенту

### Семестр

6(4)

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Любарський Борис Григорович

[Borys.Liubarskyi@kpi.edu.ua](mailto:Borys.Liubarskyi@kpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри "Електричний транспорт та тепловозобудування" НТУ «ХПІ»

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 23 років. Автор та співавтор понад 200 наукових та методичних публікацій. Курси: «Моделювання систем та пристроїв електричного транспорту», «Тягові електромеханічні перетворювачі», «Тягові статичні перетворювачі»,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](https://web.kpi.kharkov.ua/ett/sklad/)

<https://web.kpi.kharkov.ua/ett/sklad/>

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу розглядаються питання загальних принципів роботи та конструкції тягових електромеханічних перетворювачів електричного транспорту.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати фахівців спеціальності, які володіють теоретичними знаннями та практичними навичками аналізу тягових електромеханічних перетворювачів електротранспорту.

### Формат занять

Лекції. Підсумковий контроль – залік.

## Компетентності

ЗК1. Здатність застосовувати знання і розуміння на практиці у спосіб, який вказує на професійний підхід розв'язання проблем у галузі електричної інженерії.

ФК 4. Здатність використовувати професійні знання з основ електромеханіки: електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного транспорту для вирішення практичних задач в електромеханіці.

ФК 6. Здатність використовувати знання з основ електромеханіки: теорії електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу для вирішення практичних задач в електромеханіці.

ФК 8. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електромеханічних систем.

ФК 9. Здатність визначати і забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи електромеханічного устаткування.

ФК 13. Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

ФК 14. Здатність розробляти прості конструкції електроенергетичних і електротехнічних об'єктів та оцінити механічну міцність розроблених конструкцій.

ФКс 15. Здатність визначати та вибирати технологічні процеси, необхідні для електромашинобудівного виробництва, знати властивості конструкційних матеріалів, основи вибору та прийняття технологічних рішень при проектуванні та виготовленні електричних машин

ФКс 21. Здатність до визначення конструктивних особливостей, принципу дії, характеристик спеціальних типів електричних машин

ФКс 22. Здатність визначати та застосовувати способи та системи охолодження електричних машин, виконувати теплові, гідравлічні та вентиляційні розрахунки електричних машин

ФКс 43. Здатність провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в режимах тяги, вибігу та гальмування поїздів

## Результати навчання

ПРН 1. Знаходити необхідну інформацію в інформаційному просторі.

ПРНс 43. Знати та вміти визначати тип, особливості конструкції, характеристики, особливості роботи спеціальних типів електричних машин

ПРНс 44. Знати та вміти визначати способи та системи охолодження електричних машин, виконувати теплові та вентиляційні розрахунки електричних машин

ПРНс 61. Вміти збирати та інтерпретувати необхідні дані і на цій основі висувати та захищати аргументи стосовно характеристик електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць, а також тенденцій їх розвитку, зокрема із застосуванням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій.

ПРНс 62. Вміти обґрунтовувати прийняті рішення в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт, пов'язаних з проектуванням, створенням, експлуатацією і ремонтом електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в межах свого роду занять на рівні фахівця з кваліфікацією першого циклу вищої освіти.

ПРНс 63. Вміти провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць в режимах тяги, вибігу та гальмування електропоїздів.

ПРНс 64. Вміти вибирати та застосовувати сучасні технічні засоби для вимірювання параметрів електрорухомого складу, систем електропостачання та інфраструктури електрифікованих залізниць і процесів, які в них відбуваються, аналізувати результати вимірів та застосовувати для контролю та керування.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 36(24) год., практичні роботи – 0(12) год., самостійна робота – 54 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи електроніки», «Теорія автоматичного керування», «Основи електропривода»

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На лекціях акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Характеристики і властивості колекторних тягових електродвигунів

Вступ. Типи тягових двигунів, їх основні параметри та умови роботи. Втрати і ККД. Характеристики й експлуатаційні властивості тягових двигунів різних систем збудження. Вплив насичення магнітної системи на характеристики тягових двигунів. Особливості роботи тягових двигунів у режимі електричного гальмування.

#### Тема 2. Принципи регулювання режимів роботи тягових двигунів

Необхідність застосування режиму ослабленого збудження та його межі. Регульовальні властивості тягових двигунів.

#### Тема 3. Особливості комутації тягових двигунів постійного струму

Специфіка роботи і вимоги до струмознімання. Механічні причини іскріння. Щітки та їх характеристики. Комутація в усталених режимах. Зона комутації, вибір ширини щітки і полюсного перекриття. Дугоутворення на колекторі. Коловий вогонь і причини його виникнення. Потенціальна діаграма.

#### Тема 4. Робота тягових двигунів у перехідних режимах

Характеристика перехідних процесів і вихрові струми в магнітопроводах. Буксування колісної пари. Раптове коротке замикання. Обрив живлення. Раптове вмикання.

#### Тема 5. Тягові двигуни пульсуючого струму

Особливості живлення і загальна характеристика двигунів. Пульсація магнітного потоку. Магнітні потоки в зоні комутації. Особливості комутації двигунів. Особливості потенціальних умов на колекторі. Пульсаційні втрати у двигунах пульсуючого струму. Особливості обертаючого моменту двигунів пульсуючого струму.

#### Тема 6. Конструкція колекторних тягових двигунів

Особливості роботи, що впливають на конструктивний розвиток тягових двигунів. Вплив тягових передач на конструкцію тягових двигунів. Якорі та їх осердя. Обмотки якорів. Колектори. Вали і підшипникові вузли. Остови. Полюси і їх обмотки. Щіткотримачі й траверси.

#### Тема 7. Вентильні тягові двигуни

Принцип дії вентильного тягового двигуна. Вентильний двигун як сукупність синхронної машини і перетворювача частоти і фаз. Пуск вентильного тягового двигуна. Характерні особливості конструкції.

#### Тема 8. Асинхронні тягові двигуни.

Загальні положення. Створення обертового магнітного поля. Основні параметри і закон частотного регулювання. Регулювання швидкості й сили тяги. Формування тягових характеристик. Електромагнітні процеси в частотнорегульованому асинхронному тяговому двигуні. Вибір основних параметрів двигуна.

#### Тема 9. Допоміжні електромеханічні перетворювачі.

Загальні положення. Допоміжні машини електровозів постійного струму. Допоміжні машини електровозів змінного струму. Розщеплювач фаз. Електромашинні перетворювачі й генератори управління. Подільник напруги.

#### Тема 10. Вентильна тягових електромеханічних перетворювачів.

Системи вентиляції. Робота тиску. Характеристики вентиляційних систем. Вентилятори системи самовентиляції і їхні характеристики. Принципи розрахунків вентиляційної системи тягових електричних машин.

**Тема 11. Нагрівання та охолодження тягових електромеханічних перетворювачів.**

Нагрівостійкість ізоляції. Перегрів і його визначення. Основні положення теорії нагрівання. Метод теплових схем і визначення перегріву обмотки.

**Тема 12. Тягові трансформатори електрорухомого складу.**

Призначення тягових трансформаторів і умови їх роботи. Будова тягових трансформаторів. Система регулювання напруги тягових трансформаторів. Охолодження тягових трансформаторів. Особливості трансформаторів електрорухомого складу з асинхронними тяговими двигунами.

## **Теми практичних занять**

Практичні роботи з курсу передбачені лише для студентів скороченої форми навчання.

**Тема 1. Розрахунки електромеханічних характеристик двигунів постійного (пульсуючого) струму.**

**Тема 2. Розрахунок тягових характеристик асинхронного тягового двигуна.**

**Тема 3. Визначення потужності двигуна вентилятора охолодження тягових двигунів електровозу.**

**Тема 4. Визначення перегріву обмотки тягового двигуна**

## **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні роботи з курсу не передбачені.

## **Самостійна робота**

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу

## **Література та навчальні матеріали**

«Основна література»

1. Безрученко В.М., Варченко В.К., Чумак В.В. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 252 с.
2. Видмиш АА, Ярошенко ЛВ. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1./Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2020.
3. Основи електропривода виробничих машин та комплексів [текст]: навч. посіб. / В.Е. Воскобойник, В.А. Бородай, Р.О. Боровик, О.Ю. Нестерова – Д.: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – 254 с
4. Лазарев Ю. Ф. Л17 Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с
5. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навчальний посібник / © М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, І.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича О.Ю. Лозинського. - К.: «Либідь», 2005 – 680 с.

«Додаткова література»

1. Бобирь Д. В., Грищенко М. А., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги : підручник / Під ред. к-та техн. наук, доц. В. Н. Сердюка; УДУНТ; ННІ «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». – Дніпро, 2022. – 385 с.
2. Голодний І. М., Лавріненко Ю. М., Козирський В. В., Червінський Л. С., Абдураманов Д. А., Торопов А. В., Санченко О. В. Регульований електропривод : підручник. Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 2015. 509 с.
3. MATLAB. URL: <https://www.mathworks.com/>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: усна відповідь.

Поточне оцінювання: 2 модульні тести та розрахункове завдання (по 20%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри  
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП  
Олена ЮР'ЄВА