



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Моделювання процесів роботи рухомого складу залізниць

### 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

Дисципліни вільного вибору студента профільної підготовки

### Семестр

6(4)

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Любарський Борис Григорович

[Borys.Liubarskyi@khp.edu.ua](mailto:Borys.Liubarskyi@khp.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 моделювання процесів роботи електричного рухомого складу залізниць.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати фахівців спеціальності, які володіють теоретичними знаннями та практичними навичками моделювання процесів роботи електричного рухомого складу залізниць.

### Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота. Підсумковий контроль – екзамен.

## 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 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 16(16) год., практичні роботи – 32(32) год., самостійна робота – 72 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. Основи чисельних методів

Вступ. Основні види чисельних методів. Чисельні методи вирішення диференціальних рівнянь.

#### Тема 2. Основи роботи в системі комп'ютерної математики MATLAB.

Основні принципи побудови системі комп'ютерної математики MATLAB. Матричні розрахунки.

#### Тема 3. Розрахунки електричних, магнітних і механічних процесів з підтримкою системою комп'ютерної математики MATLAB.

Моделювання електричних та магнітних ланцюгів за допомогою MATLAB. Розрахунки механічних процесів в MATLAB.

#### Тема 4. Загальні відомості про систему скінчено-елементного аналізу FEMM.

Загальні відомості. Улаштування предпроцесору та постпроцесору. Мова скрипту Lua.

#### Тема 5. Моделювання теплових процесів у тяговому обладнанні

Складання теплової схеми заміщення. Моделювання нагріву та охолодження.

#### Тема 6. Моделювання процесів руху електрорухомого складу

Постановка задачі моделювання. Введення обмежень за швидкістю руху та зчепленню. Основні режими роботи тягового приводу.

### Теми практичних занять

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

#### Тема 1. Моделювання перехідних процесів у електричних ланках контактної мережі постійного струму за допомогою MATLAB.

#### Тема 2. Моделювання перехідних процесів у електричних ланках контактної мережі змінного струму за допомогою MATLAB.

#### Тема 3. Моделювання магнітного поля тягових двигунів постійного струму.

#### Тема 4. Моделювання магнітного поля синхронних тягових двигунів.

#### Тема 5. Моделювання магнітного поля асинхронних тягових двигунів.

#### Тема 6. Моделювання теплових процесів в системі комп'ютерної математики MATLAB за допомогою методу еквівалентних теплових схем заміщення.

#### Тема 7. Моделювання режимів роботи тягового вантажного електрорухомого складу з асинхронним приводом.

#### Тема 8. Моделювання режимів роботи тягового трамвайного вагону з асинхронним приводом.

### 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. Інтегрування у технічних розрахунках транспортних систем з використанням комп'ютерної математики: навчальний посібник / О. М. Дубініна, Б. Г. Любарський, Б. Х. Єрціян, Є. С. Рябов. – Харків: Друкарня Мадрид, 2020. – 231 с. ISBN 978-617-7845-26-2
2. Мілих В. І. Електромагнітні поля, параметри та процеси в електротехнічних пристроях : підручник / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2020. 396 с.
3. Мілих В. І. Розрахунки магнітних полів в електротехнічних пристроях : навчальний посібник для практичних занять / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2021. 123 с.
4. Толочко О. І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.
5. Любарський Б.Г. Основи електричної тяги, режими роботи електрорухомого складу постійного струму з асинхронним тяговим двигуном. Для студентів спеціальності 6.050702 електричний транспорт усіх форм навчання : Навч.-метод. посібн. / Любарський Б.Г., Овер'янова Л.В., Якунін Д.І., Демидов О.В. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – 205 с.
6. Лазарев Ю. Ф. Л17 Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с
7. Любарський Б. Г. Моделювання об'єктів електричного транспорту / Б. Г. Любарський, О. М. Дубініна – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – 223 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/>
4. Goolak, S.; Liubarskyi, B.; Riabov, I.; Lukoševičius, V.; Keršys, A.; Kilikevičius, S. Analysis of the Efficiency of Traction Drive Control Systems of Electric Locomotives with Asynchronous Traction Motors. Energies 2023, 16, 3689. <https://doi.org/10.3390/en16093689>
5. Goolak, S.; Liubarskyi, B.; Lukoševičius, V.; Keršys, R.; Keršys, A. Operational Diagnostics System for Asymmetric Emergency Modes in Traction Drives with Direct Torque Control. Appl. Sci. 2023, 13, 5457. <https://doi.org/10.3390/app13095457>
6. Goolak, S., Liubarskyi, B., Riabov, I., Chepurna, N., & Pohosov, O. (2023). Simulation of a direct torque control system in the presence of winding asymmetry in induction motor. Engineering Research Express. Retrieved from <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/2631-8695/acde46>
7. Petrenko O. Determination of railway rolling stock optimal movement modes/ O. Petrenko, B. Liubarskiy, V. Pliugin // Електротехніка і Електромеханіка. – 2017. – №6. – С. 27-31

## 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