



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Моделювання процесів роботи рухомого складу залізниць

### Шифр та назва спеціальності

G3 Електрична інженерія

### Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Спеціалізація

G3.04 Електричний транспорт

### Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

### Освітня програма

Електромеханіка

### Тип дисципліни

Вибіркова

### Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

### Форма навчання

Денна

### Семестр

7 (5)

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Любарський Борис Григорович

[Borys.Liubarskyi@khpі.edu.ua](mailto:Borys.Liubarskyi@khpі.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 – 24(24) год., практичні роботи – 24(24) 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

### Навчальні заняття

#### Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
<b>Тема 1. Основи чисельних методів</b> Вступ. Основні види чисельних методів. Чисельні методи вирішення диференціальних рівнянь.	4
<b>Тема 2. Основи роботи в системі комп'ютерної математики MATLAB.</b> Основні принципи побудови системи комп'ютерної математики MATLAB. Матричні розрахунки.	4
<b>Тема 3. Розрахунки електричних, магнітних і механічних процесів з підтримкою системою комп'ютерної математики MATLAB.</b> Моделювання електричних та магнітних ланцюгів за допомогою MATLAB. Розрахунки механічних процесів в MATLAB.	4
<b>Тема 4. Загальні відомості про систему скінчено-елементного аналізу FEMM.</b> Загальні відомості. Улаштування предпроцесору та постпроцесору. Мова скрипту Lua	4
<b>Тема 5. Моделювання режимів роботи тягового вантажного електрорухомого складу з асинхронним приводом.</b>	4
<b>Тема 6. Моделювання режимів роботи тягового трамвайного вагону з асинхронним приводом.</b>	4
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>24</b>

### Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>a</i>
<b>Тема 1. Моделювання перехідних процесів у електричних ланках контактної мережі постійного струму за допомогою MATLAB.</b>	4	1

<b>Тема 2</b> Моделювання перехідних процесів у електричних ланках контактної мережі змінного струму за допомогою MATLAB.	4	1
<b>Тема 3.</b> Моделювання магнітного поля тягових двигунів постійного струму.	4	1
<b>Тема 4.</b> Моделювання магнітного поля синхронних тягових двигунів.	4	1
<b>Тема 5.</b> Моделювання магнітного поля асинхронних тягових двигунів.	4	1
<b>Тема 6.</b> Моделювання теплових процесів в системі комп'ютерної математики MATLAB за допомогою методу еквівалентних теплових схем заміщення.	4	1
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>24</b>	<b>8</b>

### Самостійна робота

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

### Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
<b>Тема 1.</b> Моделювання теплових процесів у тяговому обладнанні. Складання теплової схеми заміщення. Моделювання нагріву та охолодження.	36
<b>Тема 2.</b> Моделювання процесів руху електрорухомого складу Постановка задачі моделювання. Введення обмежень за швидкістю руху та зчепленню. Основні режими роботи тягового приводу.	36
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>72</b>

### Неформальна освіта

Онлайн освіта за сайтами.

### Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. <https://www.mathworks.com/>.
2. <http://scilab.org>
3. <https://cloud.scilab.in>
4. <https://xcos.scilab.in>

### Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

## 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.

## 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.

## Інформаційні ресурси

1. 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>
2. 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>

## Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх видів навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників  $k$ :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), $k_1$	Контрольні роботи (за наявності), $k_2$	Індивідуальне завдання (за наявності), $k_3$	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), $k_4$
0,4	0,3	0,2	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де:  $П$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль  
 $I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання  
 $K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи  
 $Пк$  – оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де:  $a_i$  - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де:  $b_i$  - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, К, І, ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

### 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

Здобувач вищої освіти 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

30.08.2025

**Завідувач кафедри**  
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

30.08.2025

**Гарант ОП**  
Олена ЮР'ЄВА