



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Моделювання систем та пристроїв залізничного транспорту

Шифр та назва спеціальності
273 Залізничний транспорт

Інститут
ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма
Локомотиви та локомотивне господарство

Кафедра
Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

Рівень освіти
Магістр

Тип дисципліни
Дисципліна профільної підготовки

Семестр
1

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Любарський Борис Григорович

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 моделювання систем та пристроїв електричного транспорту.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати фахівців спеціальності, які володіють теоретичними знаннями та практичними навичками моделювання систем та пристроїв електричного транспорту.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, виконання курсового проєкту. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.
- K06. Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики
- K09. Здатність керувати проектами та критично оцінювати їх результати
- K13. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K15. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K16. Здатність застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, зокрема при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K17. Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.
- K18. Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K22. Здатність досліджувати, аналізувати, застосовувати, науково обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та застосування технологічних заходів для реалізації новітніх технологій у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту

Результати навчання

- ПР01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.
- ПР02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.
- ПР03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- ПР05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.
- ПР06. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- ПР10. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.
- ПР12. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР20. Використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.
- ПР21. Збирати та інтерпретувати необхідні дані, визначати сучасний стан та тенденції розвитку показників та характеристик електротехнічного обладнання у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту, зокрема із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з профільних дисциплін, які викладаються на бакалаврському рівні ОП "Електромеханіка"»

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних та лабораторних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Загальні принципи моделювання

Вступ. Визначення поняття моделі. Співвідношення між моделлю й об'єктом. Вимоги до моделі. Функції моделі. Класифікація моделей. Структура моделей. Методологічні основи формалізації функціонування складної системи. Характеристики і поводження систем. Форми представлення динамічних об'єктів. Моделювання елементів чистого запізнювання.

Тема 2. Аналогове і цифрове моделювання.

Принципи аналогового моделювання. Загальна методика рішення завдань. Попередній аналіз задач і способи приведення рівнянь до виду, зручному для розв'язання. Точність і похибка отриманих рішень. Типовий алгоритм і структура програми для розв'язання систем диференціальних рівнянь.

Тема 3. Моделювання нелінійності електромеханічних систем

Основні нелінійності електромеханічних систем. Інтерполяція і апроксимація нелінійностей.

Тема 4. Математичне моделювання електричних машин постійного струму

Загальні положення та допущення. Моделювання двигуна постійного струму при регулюванні магнітного потоку. Нормування систем диференціальних рівнянь. Підготовка даних для моделювання двигуна постійного струму.

Тема 5. Математичне моделювання асинхронних машин.

Розрахунок параметрів АД за вхідними даними. Механічна характеристика АД і її апроксимація. Лінеаризована модель АД.

Тема 6. Математичне моделювання синхронних машин

Лінеаризована модель синхронного двигуна. Моделювання синхронної машини у 3-фазній системі координат. Моделювання синхронної машини в ортогональній системі координат.

Тема 7. Математичне моделювання замкнених систем автоматичного керування тяговим електроприводом

Моделювання систем автоматичного керування з загальним суматором. Моделювання систем підпорядкованого керування.

Тема 8. Ідентифікація параметрів електроприводів

Апроксимація перехідних характеристик елементарними динамічними ланками. Методи апроксимації передатною функцією з запізнюванням. Параметричний метод.

Тема 9. Імітаційне моделювання

Загальні положення методу. Формування значень випадкових величин. Моделювання дискретних розподілів і дискретних випадкових величин.

Тема 10. Моделювання руху електрорухомого складу за ділянкою шляху

Загальні положення методу. Вибір режимів роботи тягового приводу. Моделювання вирішення тягової задачі.

Теми практичних занять

Тема 1. Моделювання компонентів електромеханічних систем.

Тема 2. Моделювання системи тиристорний перетворювач - двигун

Тема 3. Моделювання системи перетворювач частоти - асинхронний двигун при векторному керуванні.

Тема 4. Моделювання системи перетворювач частоти - асинхронний двигун при прямому керуванні моментом.

Тема 5. Моделювання системи інвертор струму - асинхронний двигун

Тема 6. Моделювання системи перетворювач частоти - синхронний двигун.

Тема 7. Моделювання теплових процесів у асинхронних тягових двигунах.

Тема 8. Моделювання елементів систем нахилу кузовів електрорухомого складу.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Моделювання руху швидкісного електропоїзду на ділянці шляху з заданим профілем та графіком руху.

Тема 2. Моделювання руху вантажного електровозу з составом на ділянці шляху з заданим профілем та графіком руху.

Тема 3. Моделювання руху пасажирського електровозу з составом на ділянці шляху з заданим профілем та графіком руху.

Тема 4. Моделювання режимів роботи тягової підстанції та контактної мережі постійного струму.

Самостійна робота

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

Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1. Моделювання електромеханічних систем: підручник / Чорний О. П., Луговой А. В., Родькін Д. Й. – Кременчук, 2001. – 410 с.
2. Інтегрування у технічних розрахунках транспортних систем з використанням комп'ютерної математики: навчальний посібник / О. М. Дубініна, Б. Г. Любарський, Б. Х. Єріцян, Є. С. Рябов. – Харків: Друкарня Мадрид, 2020. – 231 с. ISBN 978-617-7845-26-2
3. Толочко О. І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.
4. 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.
5. Лазарев Ю. Ф. Л17 Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – 421 с
6. 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. Andreas Steimel. Electric Traction – Motive Power and Energie Supply. Basics and Practical Experience. Oldenburg Industrieverlag München, 2008. - 334p.
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 ОПП
Дмитро ЯКУНІН

Гарант ОНП
В'ячеслав МАСЛІЄВ