



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Моделювання електромеханічних систем

Шифр та назва спеціальності

G3 – Електрична інженерія

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G3.03 – Електричний транспорт

Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

Освітня програма

Електромеханіка

Тип дисципліни

Обов'язкова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Любарський Борис Григорович**

Borys.Liubarskyi@khpj.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. Дисципліни: «Моделювання систем та пристроїв електричного транспорту», «Тягові електромеханічні перетворювачі», «Тягові статичні перетворювачі»,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

<https://web.kpi.kharkov.ua/ett/ppsua/ppslbg/>

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються питання загальних принципів моделювання систем та пристроїв залізничного 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 залізничного транспорту.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

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.
- K14. Знання і розуміння сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва, технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації електроенергетичного, електротехнічного і електромеханічного устаткування та обладнання.
- 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.
- K21. Здатність 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.

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. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- ПР04. Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.
- 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.
- ПР15. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР18. 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.

ПР19. 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 освіти за рівнем бакалавр за спеціальності J7 Залізничний транспорт

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
Тема 1. Вступ... Загальні принципи моделювання	4
Тема 2. Визначення поняття моделі. Співвідношення між моделлю й об'єктом.	4
Тема 3. Методологічні основи формалізації функціонування складної системи Характеристики і поводження систем	4
Тема 4. Моделювання компонентів . Форми представлення динамічних об'єктом	4
Тема 5. Аналогове і цифрове моделювання. Принципи аналогового моделювання. Загальна методика рішення завдань на АОМ	4
Тема 6. Моделювання на АОМ систем з оптимізаційними контурами Чисельні методи розв'язання систем диференційних рівнянь на ЦОМ	4
Тема 7. Моделювання нелінійності електромеханічних систем Інтерполяція і апроксимація нелінійностей	4
Тема 8. Апроксимація нелінійностей Метод найменших квадратів. Апроксимація ортогональними функціями	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Нормування систем диференціальних рівнянь Підготовка даних для моделювання тяговимх двигунів постійного струму	4	1
Тема 2. Лінеаризована модель синхронного генератора Підготовка даних для лінеаризованої модель синхронного тягового генератора	4	1
Тема 3. Рівняння асинхронного тягового двигуна в ортогональній системі координат Розробка моделі дво- та три- фазного асинхронного тягового двигуна	4	1
Тема 4. Моделювання тиристорних перетворювачів по миттєвих значеннях випрямленої ЕРС Моделювання з обліком однонаправленості вентиляного ланцюга	4	1
Загальна кількість годин	16	4

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання двигуна постійного струму Моделювання тягового двигуна постійного струму при регулюванні магнітного потоку	4	1
Тема 2. Моделювання асинхронного двигуна у 3-фазній системі координат Моделювання тягового асинхронного двигуна. Метод зображуючих векторів ...	4	1
Тема 3. Моделювання системи автономний інвертор напруги - асинхронний двигун Моделювання тягового приводу на змінного струму на основі автономний інвертор напруги - асинхронний двигун	4	1
Тема 3. Моделювання електропривода змінного струму з автономним джерелом живлення Рівняння синхронного генератора дизель- генераторної установки ...	4	1
Загальна кількість годин	16	4

Самостійна робота

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

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Характеристики і поведження систем ...	15
Тема 2. Точність і похибка отриманих рішень	15
Тема 3. Моделювання нелінійності електромеханічних систем. Кускова інтерполяція кубічними багаточленами	10
Тема 4. Моделювання нелінійності кубічними сплайнами	10
Загальна кількість годин	50

Тематика індивідуальних завдань

За наявності

Курсова проект.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Моделювання режимів роботи тягового приводу вантажного електровозу на ділянці шляху с заданим профілем та графіком руху

Дипломний проект складається з завдання на проектування. Описання програмного комплексу щодо моделювання режимів роботи тягового приводу, результатів моделювання, аналізу результатів, висновків та списку джерел інформації.

Тема 2. Моделювання режимів роботи тягового приводу пасажирського електровозу на ділянці шляху с заданим профілем та графіком руху

Дипломний проект складається з завдання на проектування. Описання програмного комплексу щодо моделювання режимів роботи тягового приводу, результатів моделювання, аналізу результатів, висновків та списку джерел інформації.

Тема 3. Моделювання режимів роботи тягового приводу електропоїзду тепловозу на ділянці шляху с заданим профілем та графіком руху

Дипломний проект складається з завдання на проектування. Описання програмного комплексу щодо моделювання режимів роботи тягового приводу, результатів моделювання, аналізу результатів, висновків та списку джерел інформації.

Загальна кількість годин

36

Неформальна освіта

Онлайн освіта за сайтами).

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

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

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Список джерел інформації та матеріалів, оформлений згідно зі стандартом. Можна виділити розділи списку. Наприклад, «Основна література», «Додаткова література» тощо.

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. Моделювання електромеханічних систем: Підручник/ Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.- Кременчук, 2001. -410 С..
3. 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. MATLAB. URL: <https://www.mathworks.com/>
2. 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>
3. 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>
4. 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>
5. Petrenko O. Determination of railway rolling stock optimal movement modes/ O. Petrenko, B. Liubarskyi, V. Pliugin // *Електротехніка і Електромеханіка*. – 2017. – №6. – С. 27-31

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
 Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

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 (Π, K, I, \dots) 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 ОПІ
Сергій ВИРОВЕЦЬ

Гарант ОПН
Андрій ЄГОРОВ