



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Системи керування рухомих складом залізниць

Шифр та назва спеціальності

141 Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка

Спеціалізація

-

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

8

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

Тип дисципліни

Вибіркова, профільна підготовка

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Рябов Євген Сергійович

yevhen.riabov@kpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, доцент кафедри "Електричний транспорт та тепловозобудування" НТУ «ХПІ»

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 15 років. Автор та співавтор понад 50 наукових та методичних публікацій. Курси: «Теорія автоматичного керування», «Системи керування рухомих складом залізниць», «Електроприводи електрорухомого складу», «Проектування систем та пристроїв електричного транспорту», «Розрахунки та конструювання рухомого складу залізничного транспорту»

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

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

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються питання управління рухом та оптимізації руху рухомого складу залізниць.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати фахівців спеціальності, які володіють теоретичними знаннями із улаштування систем керування неавтономного рухомого складу, їх експлуатації та обслуговування, уміють проводити розрахунки для забезпечення енергооптимальних режимів руху

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, виконання розрахунково завдання. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K07. Здатність працювати в команді.

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K24. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання, проектування та аналізу режимів роботи електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.

K25. Здатність визначати та обґрунтовувати технічні рішення, створювати технологічні процеси, необхідні для виробництва, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць

Результати навчання

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР20. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР23. Знати властивості, способи отримання, основи вибору матеріалів, які використовуються в конструкціях електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

ПР24. Знати та використовувати пакети прикладних програм для проведення практичних розрахунків електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.

ПР27. Знати принципи структурної та функціональної організації електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

ПР28. Уміти користуватись технічною документацією, яка супроводжує процеси проектування, виробництва, експлуатації, обслуговування, випробування, контролю, ремонту електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 30 год., практичні заняття – 20 год., самостійна робота – 70 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 практичних та лабораторних заняттях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Моделювання руху поїзда. Рівняння руху поїзда. Моделювання опору руху поїзда на ділянці колії. Сили тяги та гальмування. Моделювання процесу гальмування поїзда	4
Тема 2. Оптимальне керування рухом поїзда з безперервним управлінням тягою і гальмуванням. Методи вирішення задач оптимального управління рухом поїзда. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Використання принципу максимуму. Вибір оптимальних режимів управління.	4
Тема 3. Визначення оптимальної траєкторії руху Структура оптимальної траєкторії і допустимі перемикання оптимальних режимів. Якість оптимальної траєкторії. Визначення оптимальної траєкторії руху для електрорухомого складу.	4
Тема 4. Оптимальне керування рухом поїзда з дискретним керуванням тягою і гальмуванням. Постановка завдання оптимального управління. Використання принципу максимуму для вирішення завдання оптимального управління без рекуперативного гальма. Оптимальні режими управління.	4
Тема 5. Визначення оптимальних режимів ведення поїздів з використанням чисельних методів оптимізації Використання чисельних методів оптимізації для визначення оптимальних режимів ведення поїздів. Визначення методом динамічного програмування оптимальних режимів ведення поїздів з дискретним управлінням силою тяги.	4
Тема 6. Визначення оптимальних режимів ведення поїздів з використанням чисельних методів оптимізації Визначення енергооптимальних режимів ведення поїздів магістральних залізниць з використанням чисельних методів оптимізації.	4
Тема 7. Оптимальний розподіл часу ходу по перегонах	4

Аналітичний метод оптимального розподілу дільничного часу ходу поїзда на часи ходу по перегонах. Оптимальний розподіл дільничного часу ходу на часи ходу по перегонах методом динамічного програмування

Тема 8. Оптимізація пропускної здатності лінії по системам забезпечення та умовам безпеки руху 2

Потенційна оцінка мінімального інтервалу попутного прямування поїздів. Визначення мінімального інтервалу попутного прямування поїздів по системам забезпечення безпеки при фіксованих блокділянках. Особливості забезпечення безпеки швидкісного руху. Визначення пропускної спроможності швидкісної ділянки колії

Загальна кількість годин 30

Практичні заняття

За наявності

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання руху поїзда	2	1
Тема 2. Постановки задачі оптимального управління рухом поїзду	2	1
Тема 3. Критерії оптимальності руху	2	1
Тема 4. Визначення оптимальної траєкторії руху для електрорухомого складу з безперервним управлінням	2	1
Тема 5. Використання принципу максимуму для вирішення завдання оптимального управління без рекуперативного гальма	2	1
Тема 6. Використання чисельних методів оптимізації для визначення оптимальних режимів ведення поїздів	2	1
Тема 7. Визначення енергооптимальних режимів ведення поїздів магістральних залізниць Цифрові системи автоматичного керування	2	1
Тема 8. Аналітичний метод оптимального розподілу дільничного часу ходу поїзда на часи ходу по перегонах	2	1
Тема 9. Оптимальний розподіл дільничного часу ходу на часи ходу по перегонах методом динамічного програмування	2	1
Тема 10. Потенційна оцінка мінімального інтервалу попутного прямування поїздів	2	1
Тема 16. Визначення параметрів бортового накопичувача енергії	2	1
Загальна кількість годин	20	$\sum_{i=1}^n a_i=10$

Самостійна робота

Курс передбачає виконання розрахункового завдання.

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

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Організація руху поїздів на АТ "Укрзалізниця"	10
Тема 2. Організація руху поїздів на промисловому транспорті	10
Тема 3. Оптимальне керування тяговим енергопостачанням	10
Тема 4. Енергооптимальне керування на ділянках швидкісного руху	10
Загальна кількість годин	40

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання передбачає виконання розрахункового завдання згідно варіанту завдання. Розрахункове завдання виконується протягом початкових тижнів семестру та подається на перевірку до залікового тижня. Обсяг розрахункового завдання - 20-25 сторінок А4. Оформлення звіту - згідно актуальних вимог до текстових документів.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розрахунок енергооптимальної траєкторії руху поїзда на заданому маршруті Виконати розрахунки енергооптимальної траєкторії руху поїзда на заданому маршруті	
Загальна кількість годин	30

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Курс «Моделювання процесів і систем з в MATLAB Simulink»
<https://www.mipk.kharkiv.edu/archives/348>

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. Комп'ютерне моделювання залізничних транспортних засобів : метод. вказівки до виконання практичних робіт, курсового та дипломного проектування / М. Капіца, Я. Калівода, Л. Недужа, О.

- Очкасов, Д. Черняев. – Дніпро : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2018. – 59 с.
2. Гетьман, Г. К. Теорія електричної тяги [Текст] : підручник у 2 т. Т. 1 / Г. К. Гетьман. — Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2014. — 580 с.
3. Гетьман, Г. К. Теорія електричної тяги : підручник у 2 т. Т. 2. / Г. К. Гетьман. – Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2015. – 492 с
4. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
5. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.

Додаткова література

1. Диспетчерське керування рухом поїздів на швидкісних та високошвидкісних магістралях: Навч. посібник / С. В. Панченко, Т. В. Бутько, А. В. Прохорченко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 153 с
2. Логвінова Н. О. Оптимізація ходової швидкості руху вантажних поїздів на залізничному напрямку в умовах енергооптимального графіка руху поїздів. Електрифікація транспорту. 2015. № 9. С. 102–107.
3. Бриксін В. О. Моделі та методи автоматизованого керування рухом поїзда на основі адаптивної корекції швидкості [Електронний ресурс] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.13.03 / Володимир Олександрович Бриксін ; [наук. керівник Порошин С. М.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2016. – 20 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронний репозитарій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (eNTUKhPIIR) <https://repository.kpi.kharkov.ua/home>
2. Електронний репозитарій ННІ "Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту" (ДІІТ) <https://crust.ust.edu.ua/communities/8d575a47-fb8e-453d-a4e0-4b915ba8b644/search>

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 вид 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
0,5	0	0,3	0,2

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

29.08.2025

Завідувач кафедри
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

29.08.2025

Гарант ОП
Олена ЮР'ЄВА