



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Теорія автоматичного керування

Шифр та назва спеціальності

273 Залізничний транспорт

Спеціалізація

-

Освітня програма

Локомотиви і локомотивне господарство

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

5

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричний транспорт та тепловозобудування (125)

Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору студента профільної підготовки

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 рухомим 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 загальних принципів побудови систем автоматичного керування та методів дослідження процесів в цих системах.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати фахівців спеціальності, які володіють теоретичними знаннями та практичними навичками аналізу і синтезу систем автоматичного керування для рухомого складу залізниць.

Формат занять

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

Компетентності

ЗК 3. Навики використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 5. Здатність розробляти та управляти проектами.

СК 1. Дотримання у професійній діяльності вимог нормативно-правових, законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації залізниць України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничного транспорту та їх систем

СК 2. Здатність розрізняти об'єкти залізничного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їхньої конструкції, параметрів та характеристик

СК 3. Здатність проведення вимірного експерименту з визначення параметрів та характеристик об'єктів залізничного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів

СК 6. Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів залізничного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць; розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції

СК 11. Здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів

СК 13. Здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу

Результати навчання

РН 4 Здійснювати професійну діяльність використовуючи інформаційні технології, «Інформаційні бази даних», системи навігації, Internetресурси та сучасні програмні засоби

РН 13 Ідентифікувати об'єкти залізничного транспорту, їх системи, елементи, характеристики та параметри з урахуванням спеціалізації

РН 14 Визначати параметри об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірювального експерименту з оцінкою його результатів

РН 17 Знати особливості та вміти розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів залізничного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції

РН 22 Розробляти проектно-конструкторську та технологічну документацію зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів використовуючи спеціалізовані сучасні програмні засоби

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи - 16 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»

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

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основні поняття та визначення. Поняття про автоматичне регулювання та керування. Основні поняття та визначення теорії автоматичного керування. Вхідні та вихідні змінні. Зворотній зв'язок та його призначення.	2
Тема 2. Принцип побудови автоматичних систем. Принципи регулювання за відхиленням вихідної координати, за збуренням та комбіноване регулювання. Керуючий автоматичний пристрій та регулятор. Визначення автоматичної системи. Функціональні схеми систем та класифікація основних елементів автоматичних систем за їх призначенням. Мета керування. Показники мети керування та їх аналітичне формулювання. Поняття про алгоритм керування	2
Тема 3. Математичні моделі динаміки автоматичних систем Типові динамічні ланки. Передатні та частотні функції неперервних типових ланок. Частотні характеристики типових ланок. Передатні функції розімкнутих та замкнутих систем. Поняття про частотні характеристики систем. Амплітудно-фазові та логарифмічні частотні характеристики	2
Тема 4. Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем Основні поняття та визначення стійкості автоматичних систем. Зв'язок стійкості з коренями характеристичного рівняння замкнутої системи. Алгебраїчні критерії стійкості Рауса та Гурвіца. Критерій Михайлова. Метод D-розбиття за одним параметром та визначення критичного параметру підсилення системи. Вплив параметрів на стійкість автоматичних систем. Критерій Найквіста. Визначення запасів стійкості системи. Оцінка стійкості систем за логарифмічними частотними характеристиками	2
Тема 5. Показники якості перехідних процесів. Синтез коригувальних пристроїв Показники якості перехідних процесів при впливі ступінчатої вхідної дії: час перехідного процесу, коливання, перегулювання, характер перехідного процесу. Типові коригувальні пристрої та їх реалізація. Місце включення коригувальних пристроїв. Розрахунок типу та параметрів коригувальних пристроїв. Синтез послідовних коригувальних пристроїв за логарифмічними частотними характеристиками. Основні закони регулювання та типові регулятори. Визначення параметрів регуляторів за умови мінімуму узагальнених інтегральних оцінок	2
Тема 6. Випадкові процеси у лінійних автоматичних системах	2

Випадковий процес. Математичне сподівання та кореляційна функція випадкового процесу. Стаціонарний випадковий процес. Визначення характеристик випадкового процесу з досліду. Поняття про спектральну щільність стаціонарного випадкового процесу та її зв'язок із кореляційною функцією, «Білий шум». Проходження випадкового сигналу через лінійну систему.

Тема 7. Загальна характеристика нелінійних систем. Математичні моделі нелінійних систем. 2

Визначення та класифікація нелінійних систем. Типові нелінійні елементи, їх характеристики та математичні моделі. Нелінійні системи з лінеаризованими і суттєво нелійними елементами. Задачі та особливості дослідження нелінійних систем. Нелінійні диференційні та диференційно-різницеві рівняння і особливості динаміки нелінійних систем. Математична модель нелінійних систем в формі рівнянь стану. Структурні схеми нелінійних систем та їх перетворення.

Тема 8. Аналіз динаміки нелінійних систем. 2

Методи дослідження та розрахунків нелінійних систем. Поняття про стійкість нелінійних систем. Методи О.М. Ляпунова. Дослідження абсолютної стійкості нелінійних систем. Автоколивання. Метод гармонічної лінеаризації. Частотні характеристики нелінійних систем. Логарифмічні характеристики нелінійних систем

Тема 9. Корекція нелінійних систем 2

Задачі та способи корекції нелінійних систем. Методи розрахунку коригувальних пристроїв нелінійних систем.

Тема 10. Випадкові процеси у нелінійних системах автоматичного керування 2

Проходження випадкового сигналу через нелінійний елемент. Статична лінеаризація нелінійних елементів. Оцінка точності нелінійних систем при впливі випадкових дій.

Тема 11. Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем 2

Загальна характеристика імпульсних систем. Визначення та класифікація імпульсних систем. Імпульсні системи з одним та декількома імпульсними елементами. Імпульсні системи з амплітудноімпульсною, широтноімпульсною, кодоімпульсною та комбінованою модуляцією. Задачі дослідження імпульсних систем.

Тема 12. Математичні моделі імпульсних систем. Аналіз динаміки лінійних імпульсних систем 2

Особливості дослідження динаміки імпульсних систем. Диференційно-різницеві стани. Особливості математичних моделей імпульсних елементів, дискретних пристроїв та екстраполяторів. Передатні функції імпульсних систем. Стійкість дискретних систем. Поняття стійкості. Необхідна та достатня умови стійкості цифрових систем. Критерії стійкості імпульсних систем. Алгебраїчні критерії стійкості та особливості їх застосування.

Тема 13. Оцінка стійкості імпульсних систем 2

Оцінка стійкості цифрових систем за логарифмічними псевдо-частотними частотними характеристиками. Запаси стійкості. Застосування ЕОМ для дослідження стійкості та побудови областей стійкості цифрових систем

Тема 14. Основи теорії цифрових систем автоматичного керування 2

Квантування за рівнем. Квантування за часом. Умови не спотворення інформації при квантуванні за часом. Побудова дискретної математичної моделі об'єкта керування за відомою неперервною моделлю. Передавальна

функція приведенного дискретного об'єкту керування. Стійкість цифрових систем автоматичного керування.

Тема 15. Оцінка якості цифрових систем автоматичного керування 2

Оцінка якості цифрових систем автоматичного керування за видом перехідного процесу. Стандартні форми перехідних процесів.

Тема 16. Багатовимірні системи. Оптимальні системи. Адаптивні системи 2

Метод змінних стану. Завдання оптимального керування. Динамічне програмування. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів. Загальні відомості про адаптивні системи керування. Системи екстремального керування. Адаптивні спостерігачі.

Загальна кількість годин 32

Лабораторні заняття

За наявності

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання систем автоматичного керування. Моделювання типових ланок	2	1
Тема 2. Визначення часових характеристик систем автоматичного керування Визначення частотних характеристик систем автоматичного керування	2	1
Тема 3. Визначення стійкості систем автоматичного керування Визначення параметрів коригувальних ланок систем автоматичного керування	2	1
Тема 4. Моделювання та дослідження нелінійних систем автоматичного керування Моделювання та дослідження типових нелінійностей	2	1
Тема 5. Моделювання та дослідження імпульсних систем автоматичного керування Визначення характеристик імпульсних систем автоматичного керування	2	1
Тема 6. Моделювання цифрових систем автоматичного керування. Визначення характеристик цифрових систем автоматичного керування	2	1
Тема 7. Визначення параметрів регулятора цифрової системи автоматичного керування. Моделювання адаптивної системи автоматичного керування	2	1
Тема 8. Дослідження системи екстремального керування. Дослідження багатовимірних систем	2	1
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i=8$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункове завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Робота з системою Matlab. Робота з пакетом програм візуального програмування SIMULINK Ознайомлення з системою комп'ютерної математики Matlab. Робоче середовище MatLab. Арифметичні обчислення. Елементарні математичні функції. Спеціальні математичні функції. Операції з векторами. Операції з матрицями. Бібліотека SIMULINK. Побудова блок-схем. Моделювання складних систем та процесів використанням SIMULINK	15
Тема 2. Дослідження систем автоматичного керування у SIMULINK Моделювання систем автоматичного керування у Simulink. Дослідження перехідних процесів. Визначення показників якості систем автоматичного керування. Корекція систем автоматичного керування.	15
Тема 3. Рухомий склад як об'єкт автоматичного керування Моделювання рухомого складу як системи автоматичного керування. Передатні функції обладнання рухомого складу. Динамічні характеристики рухомого складу. Розрахунок регуляторів	15
Тема 4. Багатовимірні системи керування Визначення теорії багатовимірних систем і методика їх описування. Керованість і спостережуваність багатовимірних систем та об'єктів. Спостерігачі багатовимірних об'єктів керування	15
Загальна кількість годин	60

Тематика індивідуальних завдань

Теми індивідуального завдання

Розрахункове завдання передбачає проведення розрахунків та оформлення звіту (пояснювальної записки) згідно варіанту завдання. Завдання виконується протягом початкових тижнів семестру та подається на перевірку до закінчення тижня. Обсяг розрахункового завдання - 15-20 сторінок А4. Оформлення звіту - згідно актуальних вимог до текстових документів.

Тема 1. Синтез регулятора системи автоматичного керування

Задачею індивідуального завдання є регулятора системи автоматичного керування. Вибір структури та параметрів регулятора виконується, виходячи з умови отримання необхідних параметрів перехідних процесів в замкнутому колі системи автоматичного керування, для якої здійснюється синтез автоматичного регулятора. Розрахунок включає аналітичне визначення параметрів регулятора та експериментальну перевірку роботи скоригованої системи у Simulink

Загальна кількість годин

18

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

Основна література

1. Аблесімов О. К. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник / О. К. Аблесімов – К. : «Освіта України», 2019. – 270 с
2. Лістровий С. В., Мірошник М. А., Клименко Л. А. Теорія автоматичного керування, штучний інтелект і автоматизація процесу прийняття рішення: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 120 с
3. Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: Навч. посіб. / —К.: НУХТ, 2014. — 274 с.
4. Хісматулін В. Ш., Сосунов О. О., Сотник В. О. Теорія оптимальних систем автоматичного керування: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 229 с.
5. Основи теорії цифрових систем автоматичного керування: LTI моделі для систем SISO та MIMO [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.О. Кравчук, О. І. Лисенко, В. С. Явіся, В. І. Новіков. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 196 с.
6. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навч.посібник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева; Харків. нац. ун-т міськ.госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 150 с.
7. Лазарев Ю. Ф. Л17 Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с
8. Теорія цифрових автоматичних систем колісних та гусеничних транспортних засобів: навчальний посібник для студентів спеціальності «Галузеве машинобудування» / Є. Є. Александров, Т. Є. Александрова, І. В. Костяник, М. П. Холодов. – Харків : ХНАДУ, 2022. – 108 с.
9. Моделювання систем управління в SIMULINK : навч. посібник / [В. О. Богомолів, О. Г. Гурко, В. І. Клименко, Д. М. Леонт'єв, О. М. Красюк] ; М-во освіти і науки України. Харків ХНАДУ, 2018. - 220 с.
10. Навчальний посібник з дисципліни "Теорія автоматичного керування" : у 2 ч. Ч. 1 / А. П. Гуров, С. І. Ольшевський, О. О. Черно, Л. І. Бугрім. – Миколаїв : НУК, 2018. – 111 с.

Додаткова література

1. Математичні методи та особливості чисельних розрахунків динаміки електроприводів з асинхронними двигунами: монографія / О.П.Чорний, О.І. Толочко, В.К. Титюк. – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2016. – 300 с
2. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: Навчальний посібник. – Київ: НТУ «КПІ», 2016. – 150 с.
3. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології» / Д.О. Півторак, Ю.Ф. Лазарев, С.Л. Лакоза ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 207 с.
4. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с
5. MATLAB, Simulink, Simpowersystem. Основи програмування: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з дисципліни «Пакети прикладних програм», ч. I, спеціалізація "Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії" / О. І. Толочко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8241 кБ). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 226 с

Інформаційні ресурси

1. MATLAB. URL: <https://www.mathworks.com/>

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
0,7	0,0	0,3	0,0

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:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де: Π – 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 – доводиться 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
Багіш ЄРІЦЯН