



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Шифр та назва спеціальності
124 – Системний аналіз

Інститут
ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних
технологій

Освітня програма
Системний аналіз і управління.

Кафедра
Системного аналізу та інформаційно-
аналітичних технологій (322)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Нормативна, професійна

Семестр
7

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Александрова Тетяна Євгенівна
Tetiana.Aleksandrova@khipi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 22 роки. Автор понад 90 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: "Теорія автоматичного керування", "Конфліктно-керовані системи", "Інноваційне підприємництво та управління стартап проектами", "Економіка та організація виробництва програмних продуктів", "Економіка, стандартизація та управління якістю у видавничо-поліграфічній діяльності", "Рекламні технології та інтернет маркетинг".

[Докладніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Предметом дисципліни є питання, пов'язані з аналізом лінійних неперервних та дискретних динамічних систем з постійними параметрами, а також синтезом систем автоматичного керування динамічними об'єктами.

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання дисципліни є вивчення студентами класичних методів і принципів аналізу лінійних безперервних та дискретних динамічних систем з постійними параметрами, засвоєння основ теорії автоматичного керування і методів структурного та параметричного синтезу керуючих пристроїв.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, курсова робота, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль - іспит.

Компетентності

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК11. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК12. Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК3. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів.

СК6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних.

СК7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.

Результати навчання

РН3. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.

РН6. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.

РН8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.

РН12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.

РН13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.

РН14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год.: лекції – 32 год., лабораторні заняття – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Наукові основи дисципліни складають математичний аналіз, диференціальні та різницеві рівняння, чисельні методи.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться з використанням мультимедійних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через OneDrive кафедри.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Основні поняття теорії автоматичного керування

Стисла історія розвитку систем автоматичного керування.

Термінологія теорії автоматичного керування.

Основні задачі теорії автоматичного керування.

Структура системи керування.

Загальна класифікація систем керування.

Тема 2. Модель безперервної динамічної системи (ДС) у змінних «вхід-вихід»

Поняття динамічної системи (ДС). Типові динамічні моделі.

Математична модель безперервної ДС у змінних «вхід-вихід».

Перетворення Лапласа та його властивості.

Передавальна функція динамічної системи.

Поняття перехідного та сталого процесів у ДС.

Поняття вагової функції ДС.

Реакція динамічної системи на типові дії.

Обчислення вагової функції ДС.

Тема 3. Частотні характеристики ДС

Проходження гармонійних сигналів через ДС.

Властивості частотної характеристики (ЧХ) ДС.

Логарифмічні ЧХ.

Годограф частотної характеристики.

Тема 4. Модель безперервної ДС у просторі станів

Модель ДС у просторі станів.

Поняття матричної передавальної функції (МПФ) ДС.

Способи обчислення параметрів МПФ.

Властивість інваріантності передавальної функції.

Реалізація ДС у вигляді канонічної нормальної форми.

Реалізація ДС у вигляді канонічної діагональної форми.

Фундаментальна матриця системи та її властивості.

Перехідна матриця системи та її властивості.

Формула Коші.

Тема 5. Якість перехідних процесів у ДС

Поняття стійкості динамічної системи.

Алгебраїчні критерії стійкості ДС.

Частотні критерії стійкості ДС.

Показники якості перехідних процесів.

Кореневі методи обчислення показників якості.

Характеристики точності систем автоматичного керування.

Обчислення усталених похибок.

Коефіцієнти похибок.

Тема 6. Аналіз дискретних ДС

Поняття про цифрові системи автоматичного керування.

Класифікація дискретних систем.

Математичний опис імпульсного модулятора.

Z-перетворення та його властивості.

Моделі дискретних систем у змінних «вхід-вихід».

Модель дискретної ДС у просторі станів.

Поняття про стійкість дискретних систем.

Тема 7. Побудова законів керування ДС

Постановка типових задач керування.

Основні принципи автоматичного керування.

Загальна класифікація законів керування.

Закон програмного керування.

Побудова та умови застосування систем програмного керування.

Закон керування за збуренням.
Побудова та умови застосування керування за збуренням.
Закон керування за відхиленням.
Принципи застосування та обчислення параметрів регулятора за відхиленням.
Постановка задачі синтезу системи керування зі зворотним зв'язком.
Принципи вибору «зразкової» передавальної функції замкненої системи.
Алгоритм розв'язання задачі синтезу системи керування зі зворотним зв'язком.

Тема 8. Основи теорії інваріантних систем

Поняття про інваріантність динамічної системи.
Шляхи досягнення абсолютної інваріантності.
Система керування з регулятором, який форсує.
Система керування з регулятором, який компенсує.

Тема 9. Керованість та спостережуваність ДС

Поняття про керованість динамічної системи.
Алгебраїчний критерій керованості ДС.
Канонічна форма спостережуваності ДС.
Постановка задачі модального керування.
Розв'язання задачі модального керування.
Умови розв'язуваності задачі модального керування.
Поняття про спостережуваність ДС.
Алгебраїчний критерій спостережуваності ДС.
Канонічна форма спостережуваності ДС.

Тема 10. Принципи побудови динамічних спостерігачів

Постановка задачі оцінювання стану ДС.
Поняття про динамічний спостерігач.
Умови розв'язуваності задачі синтезу динамічного спостерігача.
Математичні моделі ДС з запізненням.
Стійкість ДС з запізненням.
Критерій стійкості для систем з запізненням.
Сучасні методи та напрями розвитку теорії автоматичного керування.

Теми практичних занять

Практичне заняття 1

Побудова моделей ДС.

Практичне заняття 2

Побудова часових характеристик ДС.

Практичне заняття 3

Побудова частотних характеристик ДС.

Практичне заняття 4

Визначення стійкості динамічних систем.

Практичне заняття 5

Побудова системи керування за відхиленням.

Практичне заняття 6

Побудова системи керування з компенсатором збурень.

Практичне заняття 7

Побудова модального регулятора та системи з модальним регулятором.

Практичне заняття 8

Побудова замкненої системи зі спостерігачем у контурі керування.

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота 1

Формування та перетворення моделей ДС.

Лабораторна робота 2

Дослідження часових характеристик ДС.

Лабораторна робота 3

Дослідження частотних характеристик ДС.

Лабораторна робота 4

Дослідження стійкості динамічних систем.

Лабораторна робота 5

Побудова та дослідження системи керування за відхиленням.

Лабораторна робота 6

Побудова та дослідження системи керування з компенсатором збурень.

Лабораторна робота 7

Побудова модального регулятора та дослідження системи з модальним регулятором.

Лабораторна робота 8

Побудова замкненої системи зі спостерігачем у контурі керування.

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає поглиблене опанування наступних тем:

1. Математичні моделі типових динамічних ланцюгів.
2. Частотні оцінки якості перехідних процесів у динамічних системах.
3. Теорема Котельникова-Шеннона. Ефект поглинання частот.
4. Відновлення безперервних сигналів за решітчастими функціями. Типи екстраполяторів.
5. Критерії стійкості дискретних стаціонарних динамічних систем.
6. Синтез цифрового регулятора за еталонною моделлю.
7. ПІД-регулятори та методи настроювання їх параметрів.
8. Математичні моделі типових динамічних ланцюгів.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Новицький І.В. Сучасна теорія керування: навч. посіб. / І.В. Новицький, С.А. Ус, м-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с.
2. Бахрушин В.Є. Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
3. Гоголюк П. Ф., Гречин Т. М. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 280 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теорія управління» для студентів напрямку «Прикладна математика» / Уклад. Л.М. Любчик, Ю.І. Дорофєєв. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 28 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теорія управління» для студентів спеціальностей «Прикладна математика», «Системний аналіз», «Інформатика» / Укл. Ю.І. Дорофєєв, О.В. Костюк, Л.М. Любчик. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 36 с.
6. Теорія керування для інформатиків : підручник / Ю. В. Крак, А. В. Шатирко. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 175 с.
7. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
8. Гурко О.Г. Аналіз та синтез систем автоматичного управління у MATLAB: Навчальний посібник / О.Г. Гурко, І.Ф. Єрмоєнко. Харків, ХНАДУ, 2012. – 284 с.
9. Моделювання систем управління в SIMULINK : навч. посібник / [В. О. Богомолів, О. Г. Гурко, В. І. Клименко, Д. М. Леонтєв, О. М. Красюк] ; М-во освіти і науки України. Харків : ХНАДУ, 2018. - 220 с. - ISBN 978-966-303-693-9 (Режим доступу: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/2533>).
10. 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.

Додаткова література

1. Bazaraa M. S. Nonlinear programming : theory and algorithms / M. S. Bazaraa, H. D. Sherali, C. M. Shetty. – 3-d edition. – USA, Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Inc., 2006. – 853 p.
2. Fletcher R. Practical methods of optimization / R. Fletcher. – 2-d edition. – UK, Chichester : John Wiley & Sons Ltd, 2000. – 436 p.
3. Luenberger D. G. Linear and nonlinear programming / D.G. Luenberger, Y. Yinyu. – 3-d edition. – USA, New York : Springer, 2008. – 546 p.
4. Лозинський О.Ю. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем: навч.посібник / О.Ю. Лозинський, А.О. Лозинський, Я.Ю. Марущак, Я.С. Паранчук, В.Б. Цяпа. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 392 с.
5. Nise N.S. Control System Engineering / N.S. Nise. 8th edition. John Wiley & Sons, 2015. – 944p. System Modeling: Control Tutorials for MATLAB&Simulink. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS>.
6. Engineering Media [Electronic resource]. – Access mode: <https://engineeringmedia.com> 4. MATLAB and Simulink Videos. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.mathworks.com/videos.htm>.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- практичні завдання: 15 % семестрової оцінки;
- лабораторні роботи: 15 % семестрової оцінки;
- поточні контрольні роботи: 10 % семестрової оцінки;
- курсова робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 40 % семестрової оцінки.

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 «ХП»: 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 «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Юрій ДОРОФЄЄВ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Юрій ДОРОФЄЄВ