

Робоча програма дисципліни «Теорія керування»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

3

Модулi

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Теорія керування

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 90 годин / 3 кредити ЄКТС

Модулів: 3 змістовних блоки

Лекції: 15 год. | **Лабораторні:** 15 год.

Практичні: 15 год. | **СРС:** 45 год.

Призначення дисципліни

Дисципліна «Теорія керування» формує у студентів системне розуміння принципів побудови, аналізу та синтезу систем автоматичного керування. Курс охоплює математичні моделі динамічних систем, методи дослідження стійкості, показники якості перехідних процесів та методи синтезу регуляторів для неперервних і дискретних систем.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує формування фахових компетентностей у сфері проектування інтелектуальних та вбудованих систем керування.

Загальні компетентності

Математичне мислення

Здатність застосовувати математичний апарат (диференціальні рівняння, перетворення Лапласа, Z-перетворення) для формалізації задач аналізу та синтезу систем керування, формулювати та обґрунтовувати висновки.

Інженерна комунікація

Здатність до усної та письмової комунікації у фаховому середовищі: коректно пояснювати результати моделювання, оформлювати звіти з лабораторних робіт, представляти рішення інженерних задач у вигляді технічних документів.

Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та організовувати виконання розрахункових і дослідницьких завдань у визначені строки, зокрема під час роботи з програмними середовищами MATLAB/Simulink.

Командна робота

Відповідальність, ініціативність та готовність до командної роботи під час виконання лабораторних досліджень, аналізу реальних систем керування та захисту інженерних рішень.

Студент повинен вміти: використовувати математичний апарат для побудови моделей; аналізувати динамічні характеристики систем; проектувати регулятори за заданими вимогами; застосовувати програмні засоби для моделювання; коректно інтерпретувати та представляти результати досліджень.

Фахові компетентності

Математичне моделювання динамічних систем

Здатність будувати математичні моделі динамічних об'єктів керування: складати диференціальні рівняння, отримувати передатні функції та рівняння простору стану. Вміння застосовувати лінеаризацію нелінійних моделей.

Аналіз систем керування

Здатність аналізувати стійкість систем керування за критеріями Гурвіца, Найквіста, Михайлова; визначати показники якості перехідних процесів; будувати частотні характеристики (АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ) та інтерпретувати їх результати.

Синтез регуляторів

Знання методів синтезу регуляторів: проектування ПІД-регуляторів, корегувальних пристроїв, синтез у просторі стану. Розуміння принципів забезпечення заданих показників якості та робастності систем керування.

Комп'ютерне моделювання систем

Використання сучасних програмних засобів (MATLAB/Simulink, Python Control Systems Library) для моделювання, аналізу та налаштування систем керування; верифікація результатів теоретичного аналізу за допомогою числового моделювання.

Результати навчання

01

Побудова математичних моделей

Складати диференціальні рівняння динамічних об'єктів, отримувати передатні функції та зображення у просторі стану, застосовувати перетворення Лапласа та Z-перетворення для опису систем керування.

03

Синтез та проектування регуляторів

Проектувати регулятори (П, ПІ, ПД, ПІД) методами коренів та частотними методами; застосовувати методи синтезу у просторі стану; забезпечувати задані показники якості та робастність системи.

02

Аналіз стійкості та якості

Досліджувати стійкість систем керування за алгебраїчними та частотними критеріями; визначати показники якості перехідного процесу (час регулювання, перерегулювання, статична похибка) та запаси стійкості.

04

Комп'ютерне дослідження систем

Моделювати системи керування у середовищах MATLAB/Simulink; аналізувати результати числового моделювання; верифікувати теоретичні розрахунки та приймати обґрунтовані інженерні рішення з вибору структури регулятора.

Математичні основи та моделювання динамічних систем

1

Тема 1.1

Вступ до теорії керування. Класифікація систем. Типові ланки САК

2

Тема 1.2

Передатні функції та структурні схеми систем керування

3

Тема 1.3

Часові та частотні характеристики динамічних систем

4

Тема 1.4

Простір стану: рівняння стану, зв'язок із передатною функцією

Вступ. Класифікація систем керування. Типові ланки

Лекційний матеріал (2 год.)

Лекція 1: Предмет і задачі теорії керування. Поняття об'єкта керування, регулятора, зворотного зв'язку. Класифікація САК: за принципом дії (розімкнені та замкнені), за характером сигналів (неперервні та дискретні), за видом рівнянь (лінійні та нелінійні). Основні характеристики систем: точність, швидкодія, стійкість.

Типові ланки: Підсилювальна, інтегрувальна, диференціювальна, аперіодична, коливальна, ланка чистого запізнення — математичний опис, фізична реалізація, приклади в комп'ютерних системах.

Ключові питання лекції

- Принцип зворотного зв'язку та його роль у системах автоматичного керування
- Класифікація динамічних ланок та їх передатні функції
- Основні вимоги до систем керування: стійкість, точність, якість
- Приклади систем керування в комп'ютерній інженерії

Практичне заняття (1 год.) та Лабораторна робота (1 год.)

Практика: Розпізнавання та математичний опис типових ланок за структурними схемами реальних технічних об'єктів. Побудова спрощених структурних схем систем автоматичного керування комп'ютером, сервоприводом, термостатом.

Лабораторна робота 1: Ознайомлення з середовищем MATLAB/Simulink. Моделювання типових ланок: отримання перехідних характеристик, визначення параметрів ланок за графіками.

Самостійна робота (5 год.)

- Опрацювання: Приймак Б. І. «Теорія автоматичного керування. Лінійні системи» (КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023) — розділ «Вступ»
- Підготовка до лабораторної роботи: опрацювання методичних вказівок MATLAB/Simulink
- Складання таблиці «Типові динамічні ланки: передатна функція, часова та частотна характеристика»



Очікуваний результат: студент вміє класифікувати системи керування, описувати типові динамічні ланки та будувати структурні схеми нескладних систем.

Передатні функції та структурні схеми

1

Диференціальне рівняння

Запис рівняння об'єкта. Початкові умови. Лінеаризація.

2

Перетворення Лапласа

Зображення сигналів. Теореми. Таблиця стандартних пар.

3

Передатна функція

Визначення $W(s)$. Полюси та нулі. Характеристичне рівняння.

4

Структурна схема

Послідовне, паралельне з'єднання. Правила перетворень. Замкнена система.

Лекційний матеріал (2 год.)

Перетворення Лапласа: визначення, основні теореми, таблиця пар. Передатна функція: визначення, зв'язок із диференціальним рівнянням, полюси та нулі. Структурні схеми: елементи, з'єднання (послідовне, паралельне, зі зворотним зв'язком). Правила перетворень структурних схем. Стандартні передатні функції замкнених систем (по задаючому та збурювальному впливах).

Практика (1 год.), Лабораторна (1 год.) та СРС (5 год.)

Практика: Отримання передатних функцій замкнених систем; перетворення структурних схем; розрахунок передатних функцій за різними входами.

Лабораторна робота 2: Моделювання замкнених систем у Simulink. Дослідження впливу коефіцієнта підсилення на перехідний процес.

СРС: Опрацювання: Дмитренко О. О., Заколюдажний В. В. «Теорія автоматичного керування. Частина 1: комп'ютерний практикум» (КПІ, 2022) — розділ «Передатні функції».

Часові та частотні характеристики. Простір стану

Тема 1.3 — Часові та частотні характеристики (Лекція 3, 2 год.)

Імпульсна та перехідна характеристики. Перехідний процес: показники якості (час регулювання, перерегулювання, статична похибка). Частотні характеристики: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ (логарифмічна амплітудно-частотна характеристика). Побудова ЛАЧХ типових ланок. Принцип суперпозиції для послідовно з'єднаних ланок. Визначення параметрів системи за ЛАЧХ.

Практика (1 год.): Побудова ЛАЧХ та ЛФЧХ розімкненої системи за передатною функцією; розрахунок часових характеристик стандартної другого порядку системи.

Лабораторна робота 3 (1 год.): Отримання та аналіз частотних характеристик у MATLAB (функції `bode`, `freqs`, `nichols`). Порівняння теоретичних і розрахункових ЛАЧХ.

СРС (5 год.): Опрацювання: Толочко О. І. «Математичні методи в електромеханіці та теорії керування» (КПІ, 2023) — розділ «Частотні методи»; розрахункове завдання з побудови частотних характеристик.

Тема 1.4 — Простір стану (Лекція 4, 1 год.)

Рівняння простору стану: матриці A , B , C , D . Вектор стану та вихідний вектор. Зв'язок рівнянь простору стану із передатною функцією. Нормальні форми: керованна канонічна форма, спостережна канонічна форма. Діагональна форма та власні числа матриці системи. Рішення рівняння стану у часовій області: матрична експонента. Приклади запису рівнянь стану для механічних та електричних систем.

Практика (1 год.): Переведення передатної функції у рівняння простору стану та навпаки; аналіз власних чисел матриці системи як умова стійкості.

Лабораторна робота 4 (1 год.): Моделювання систем у просторі стану за допомогою MATLAB (об'єкт `ss`, функції `ss2tf`, `tf2ss`). Верифікація перехідних характеристик.

СРС (5 год.): Опрацювання: Приймак Б. І. «Теорія автоматичного керування. Лінійні системи» (КПІ, 2023) — розділ «Простір стану»; підготовка порівняльної таблиці «Передатна функція vs. Простір стану».

Аналіз стійкості та якості систем керування

Тема 2.1

Стійкість лінійних систем. Алгебраїчні критерії: Рауса-Гурвіца. Граничне значення коефіцієнта підсилення.

Тема 2.2

Частотні критерії стійкості. Критерій Найквіста. Запаси стійкості по амплітуді та фазі.

Тема 2.3

Показники якості перехідних процесів. Метод кореневого годографа. Аналіз у частотній та часовій областях.

Тема 2.4

Стійкість та якість дискретних систем. Z-перетворення. Критерії стійкості дискретних систем.

СТІЙКІСТЬ ЛІНІЙНИХ СИСТЕМ. АЛГЕБРАЇЧНІ КРИТЕРІЇ

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття стійкості за Ляпуновим. Необхідна та достатня умова стійкості лінійних систем (розташування полюсів на комплексній площині). Критерій Рауса: складання таблиці Рауса, умова стійкості, визначення числа нестійких коренів. Критерій Гурвіца: визначники Гурвіца, умова стійкості. Граничний стан стійкості. Вплив коефіцієнта підсилення розімкненої системи на стійкість замкненої.

Ключові питання

- Фізичний зміст стійкості системи керування
- Зв'язок між розташуванням полюсів та поведінкою перехідного процесу
- Застосування критерію Рауса до систем вищого порядку
- Визначення критичного коефіцієнта підсилення
- Особливості аналізу стійкості систем із запізненням

Практичне заняття (1 год.) та Лабораторна робота (1 год.)

Практика: Розв'язання задач на застосування критеріїв Рауса та Гурвіца для систем 3–5-го порядку. Визначення граничного значення коефіцієнта підсилення. Побудова областей стійкості на параметричній площині.

Лабораторна робота 5: Аналіз стійкості у MATLAB: функції `pole`, `roots`, `pzmap`. Дослідження впливу коефіцієнта підсилення на характеристичні корені та перехідний процес замкненої системи.

Самостійна робота (5 год.)

- Опрацювання: Приймак Б. І. «Теорія автоматичного керування. Лінійні системи» (КПІ, 2023) — розділ «Стійкість лінійних систем»
- Розрахункове домашнє завдання: дослідження стійкості системи 4-го порядку двома критеріями
- Підготовка реферату «Методи аналізу стійкості у задачах комп'ютерного керування»



Очікуваний результат: студент вміє застосовувати алгебраїчні критерії стійкості до лінійних систем довільного порядку та визначати критичне значення параметрів.

Частотні критерії стійкості. Критерій Найквіста



Лекційний матеріал (2 год.)

Принцип аргументу та критерій Найквіста у загальному формулюванні. Частота зрізу та частота фазового перетину. Запаси стійкості по амплітуді (в дБ) та по фазі (в градусах) — фізичний зміст та нормовані значення. Визначення запасів стійкості за ЛАЧХ та ЛФЧХ. Критерій Найквіста у логарифмічній формі (критерій Боде). Застосування до систем із запізненням.

Практика (1 год.), Лабораторна (1 год.) та СРС (5 год.)

Практика: Побудова годографа Найквіста для систем 2–3-го порядку; визначення запасів стійкості аналітично та графічно; розбір типових помилок при аналізі систем із нестійкою розімкненою частиною.

Лабораторна робота 6: Аналіз запасів стійкості у MATLAB (функції `margin`, `nyquist`, `bode`). Дослідження впливу запізнення на запаси стійкості.

СРС: Опрацювання: Дмитренко О. О., Заколядажний В. В. «Теорія автоматичного керування. Частина 1» (КПІ, 2022) — «Частотні критерії стійкості»; підготовка аналітичної записки «Порівняння алгебраїчних і частотних критеріїв стійкості».

Метод кореневого годографа. Дискретні системи

Тема 2.3 — Метод кореневого годографа та якість (Лекція 7, 1 год.)

Кореневий годограф (КГ): визначення, правила побудови (початкові та кінцеві точки, асимптоти, точки розгалуження). Зв'язок між розташуванням коренів та показниками якості (перерегулювання $\sigma\%$, час регулювання t_p). Бажані корені та їх розміщення на площині. Вплив нулів та полюсів регулятора на форму КГ. Визначення вимог до регулятора за допомогою кореневого годографа.

Практика (1 год.): Побудова кореневого годографа для систем 2–3-го порядку; визначення коефіцієнта підсилення для заданого перерегулювання та часу регулювання.

Лабораторна (1 год.): Побудова та аналіз КГ у MATLAB (функція `rlocus`). Інтерактивне налаштування коефіцієнта підсилення за допомогою `rlocfind`.

СРС (5 год.): Опрацювання: Приймак Б. І. «Теорія автоматичного керування. Лінійні системи» (КПІ, 2023) — «Кореневий годограф»; розрахункове завдання.

Тема 2.4 — Дискретні системи (Лекція 8, 2 год.)

Дискретизація сигналів: теорема Котельникова-Найквіста. Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Z-перетворення: визначення, таблиця стандартних пар, теореми. Імпульсна передатна функція. Структурна схема цифрової системи керування. Критерії стійкості дискретних систем: аналог критерію Рауса (метод W-перетворення), відображення D-розбиття. Якість перехідних процесів дискретних систем. Вибір кроку квантування.

Практика (1 год.): Перехід від неперервної системи до дискретної; розрахунок Z-передатної функції; аналіз стійкості дискретної системи.

Лабораторна (1 год.): Моделювання цифрових систем у Simulink (блоки Zero-Order Hold, Discrete Transfer Fcn). Дослідження впливу кроку квантування на якість перехідного процесу.

СРС (5 год.): Підготовка аналітичної записки «Неперервні та дискретні системи керування: порівняльний аналіз для задач комп'ютерної інженерії».

Синтез та проектування систем керування

Тема 3.1

Синтез коректувальних пристроїв. ПІД-регулятори: структура, методи налаштування (Зіглера-Нікольса, SIMC). Частотні методи синтезу.

Тема 3.2

Синтез систем у просторі стану. Спостерігачі стану (фільтр Люенбергера). Модальне керування. Принцип розділення.

Тема 3.3

Сучасні методи проектування систем керування: оптимальне керування, робастні регулятори, елементи адаптивного та інтелектуального керування.

Синтез ПІД-регуляторів та коректувальних пристроїв

Лекційний матеріал (2 год.)

Задача синтезу регулятора: постановка, вимоги до якості, обмеження. Коректувальні пристрої: послідовні та паралельні. Пропорційний (П), інтегральний (І), диференціальний (Д) закони керування та їх вплив на показники якості системи. ПІД-регулятор: структура у часовій та частотній областях. Методи налаштування ПІД-регулятора: метод Зіглера-Нікольса (за перехідною характеристикою та за межею стійкості), метод SIMC, метод бажаних полюсів. Практичні аспекти реалізації ПІД-регуляторів: обмеження диференціатора, windup-обмеження інтегратора.

Ключові питання

- Вплив П-, І-, Д-складових на статичну та динамічну точність
- Переваги та обмеження методу Зіглера-Нікольса
- Фізичний зміст налаштувань ПІД-регулятора
- Реалізація ПІД-регулятора у цифровому вигляді
- Практичні прийоми покращення якості ПІД-регулювання

Практичне заняття (1 год.) та Лабораторна робота (1 год.)

Практика: Налаштування ПІД-регулятора для об'єкта першого та другого порядку за методом Зіглера-Нікольса; порівняння різних методів налаштування за показниками якості.

Лабораторна робота 9: Синтез та налаштування ПІД-регулятора у MATLAB/Simulink. Використання функції pidTuner. Дослідження впливу кожного параметра на перехідний процес.

Самостійна робота (5 год.)

- Опрацювання: Лиса О. В. «Теорія автоматичного керування» (ЛНУП, 2023) — розділ «Синтез регуляторів»
- Підготовка реферату: «ПІД-регулятори в системах реального часу: практичні аспекти реалізації»
- Розрахункове завдання: синтез ПІД-регулятора для заданого об'єкта трьома методами з порівнянням результатів



Очікуваний результат: студент вміє синтезувати ПІД-регулятор за заданими вимогами до якості перехідного процесу та налаштовувати його параметри у програмному середовищі.

Синтез у просторі стану. Спостерігачі стану



Керованість та спостережуваність

Матриці керованості та спостережуваності. Критерії Калмана. Фізичний зміст властивостей.



Модальне керування (Pole Placement)

Зворотний зв'язок по вектору стану. Вибір бажаних полюсів. Формула Аккермана. Розрахунок матриці K .



Спостерігач стану Люенбергера

Оцінювання недоступних змінних стану. Рівняння спостерігача. Вибір полюсів спостерігача (швидше системи у 3–5 разів).

Лекційний матеріал (2 год.)

Властивість керованості: матриця керованості, критерій Калмана. Властивість спостережуваності. Синтез регулятора зворотним зв'язком по вектору стану (State Feedback): метод розміщення полюсів (Pole Placement), формула Аккермана. Спостерігач стану Люенбергера: виведення рівнянь, вибір полюсів, рівняння помилки спостерігача. Принцип розділення: незалежне проектування регулятора та спостерігача. Схема системи з регулятором та спостерігачем.

Практика (2 год.), Лабораторна (2 год.) та СРС (5 год.)

Практика: Перевірка керованості та спостережуваності системи; розрахунок матриці коефіцієнтів зворотного зв'язку методом розміщення полюсів; проектування спостерігача стану.

Лабораторна робота 10–11: Синтез регулятора зі зворотним зв'язком по вектору стану у MATLAB (функції `place`, `acker`). Моделювання системи зі спостерігачем стану в Simulink.

СРС: Опрацювання: Толочко О. І. «Математичні методи в електромеханіці та теорії керування» (КПІ, 2023) — розділ «Синтез у просторі стану»; підготовка аналітичної записки «Переваги синтезу у просторі стану для цифрових систем керування».

Сучасні методи проектування систем керування

Лекційний матеріал (1 год.)

Оптимальне керування: задача оптимізації, квадратичний критерій якості, регулятор LQR (Linear Quadratic Regulator). Робастне керування: поняття невизначеності моделі, H_∞ -синтез — концептуальний огляд. Адаптивне керування: самоналаштувальні регулятори, MRAS (Model Reference Adaptive System). Елементи нечіткого та нейромережевого керування: базові принципи, приклади застосування. Огляд сучасних тенденцій: керування на основі даних (data-driven control), MPC (Model Predictive Control) у контексті комп'ютерної інженерії.

Ключові питання

- Концепція оптимальності та вибір критерію якості LQR
- Робастність системи керування до невизначеностей моделі
- Переваги адаптивних систем над фіксованими регуляторами
- Перспективи інтелектуального керування в комп'ютерній інженерії
- MPC: принципи роботи та галузі застосування

Практичне заняття (2 год.) та Лабораторна (2 год.)

Завдання 1. Синтез оптимального LQR-регулятора у MATLAB (функція `lqr`): вибір матриць Q та R , аналіз впливу ваг на якість керування.

Завдання 2. Кейс-аналіз: порівняльне дослідження систем із ПІД-, LQR- та MPC-регуляторами для одного об'єкта керування. Обґрунтування вибору типу регулятора.

Завдання 3. Захист розрахункового проекту: демонстрація повного циклу проектування системи керування — від математичної моделі до аналізу якості у Simulink.

Самостійна робота (5 год.)

- Опрацювання: Лиса О. В. «Теорія автоматичного керування» (ЛНУП, 2023) — розділ «Сучасні методи керування»
- Підготовка аналітичної записки «Model Predictive Control: принципи та застосування у вбудованих системах»
- Підготовка до підсумкового тестування та усного захисту



Очікуваний результат: студент розуміє принципи сучасних методів синтезу, вміє застосовувати LQR у MATLAB та обґрунтовувати вибір типу регулятора для конкретної задачі.

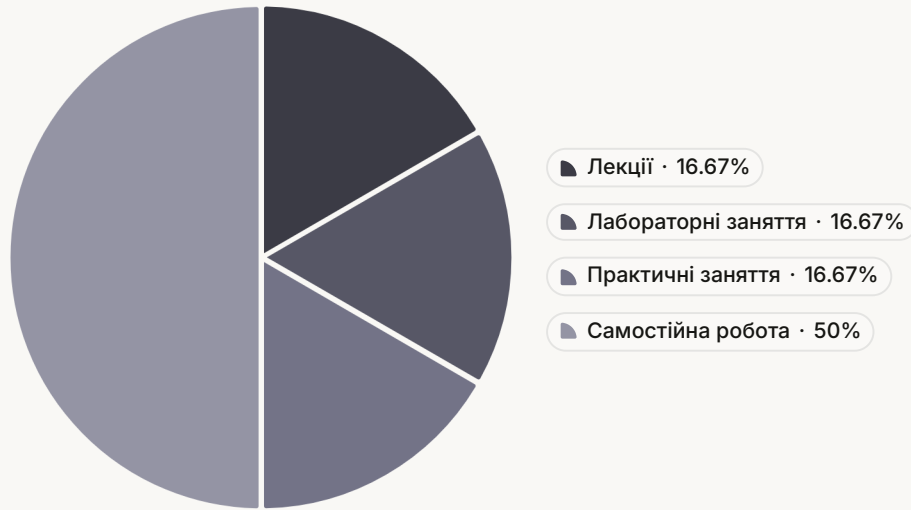
Розподіл навчального часу — 90 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Лаб. (год.)	Практ. (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Вступ, класифікація, типові ланки	2	1	1	5
	Тема 1.2 — Передатні функції та структурні схеми	2	1	1	5
	Тема 1.3 — Часові та частотні характеристики	2	2	2	5
	Тема 1.4 — Простір стану	1	1	1	5
Модуль 2	Тема 2.1 — Алгебраїчні критерії стійкості	2	1	1	5
	Тема 2.2 — Частотні критерії стійкості	2	2	2	5
	Тема 2.3 — Кореневий годограф та якість	1	1	1	5
	Тема 2.4 — Дискретні системи	2	2	2	5
Модуль 3	Тема 3.1 — Синтез ПІД-регуляторів	2	2	2	5
	Тема 3.2 — Синтез у просторі стану	2	2	2	5
	Тема 3.3 — Сучасні методи проектування	1	2	2	5
Разом	11 тем, 3 модулі	15	15	15	45



Загальний обсяг: 90 годин = 3 кредити ЄКТС. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **90 годин (3 кредити ЄКТС)** — розподілено між чотирма формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 15 год. (17%)

Системне подання теоретичного матеріалу з математичним апаратом теорії керування: моделювання, аналіз стійкості, синтез регуляторів.

Лабораторні — 15 год. (17%)

Практичне освоєння MATLAB/Simulink: моделювання динамічних систем, аналіз характеристик, синтез і верифікація регуляторів. Кожній темі відповідає лабораторна робота.

Практичні — 15 год. (17%)

Розв'язання аналітичних та розрахункових задач: перетворення схем, розрахунок критеріїв стійкості, синтез регуляторів «від руки» для формування теоретичного розуміння.

Самостійна робота — 45 год. (50%)

Поглиблене вивчення матеріалу, підготовка до занять, виконання домашніх розрахункових завдань, підготовка рефератів. СРС становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками та посібниками з теорії керування (Приймак, Дмитренко, Толочко, Лиса та ін.), методичними вказівками до лабораторних робіт. Студент конспектує ключові положення, виділяє формули та порівнює підходи різних авторів.



Розрахункові завдання

Виконання домашніх розрахункових завдань (РЗ) після кожної теми: визначення передатних функцій, аналіз стійкості за критеріями Рауса та Найквіста, побудова частотних характеристик, синтез ПІД-регуляторів для заданих об'єктів.



Комп'ютерне моделювання

Підготовка до лабораторних занять: опрацювання методичних вказівок, попереднє виконання розрахункової частини. Оформлення та захист звітів з лабораторних робіт. Самостійне дослідження у MATLAB/Simulink та Python Control Library.



Підготовка до занять та контролю

Підготовка до практичних занять (повторення теорії, розв'язання типових задач); підготовка до тестувань (ключові формули, критерії, методи); підготовка до модульних контрольних робіт; захист розрахункового проекту в модулі 3.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Оцінювання домашніх розрахункових завдань (1 РЗ після кожної теми), захист лабораторних робіт (звіти та усне опитування), участь у практичних заняттях. Короткі тестові перевірки (10–15 питань) на початку або наприкінці заняття. Поточний контроль формує накопичувальну оцінку протягом семестру.

2

Проміжний контроль

Модульна контрольна робота після завершення кожного змістовного модуля — комплексне завдання з теоретичних питань, розрахункових задач та аналізу систем у MATLAB. Оцінюються повнота та правильність математичних розрахунків, коректність застосування критеріїв, обґрунтованість висновків. У модулі 3 передбачено захист розрахункового проекту.

3

Підсумковий контроль

Залік або іспит відповідно до навчального плану. Форма проведення — комбінована: тестові питання (теорія та розпізнавання) + розрахункові задачі (аналіз стійкості, синтез регулятора). Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Теорія керування» поєднує класичні академічні та практично-орієнтовані методи, що забезпечує формування математичної культури, інженерної інтуїції та практичних навичок роботи з сучасними програмними середовищами моделювання, необхідних для майбутніх фахівців у галузі комп'ютерної інженерії.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням математичних виводів, наочних схем, частотних діаграм та прикладів із реальних технічних систем; студенти ведуть конспекти.



Розв'язання задач

Практичні заняття: аналітичне розв'язання задач аналізу та синтезу, покрокові розрахунки критеріїв стійкості, побудова характеристик «від руки» для формування глибокого розуміння методів.



Комп'ютерний практикум

Лабораторні роботи у MATLAB/Simulink та Python: моделювання систем, аналіз характеристик, синтез та верифікація регуляторів — зв'язок теорії з інженерною практикою.



Кейс-стаді

Аналіз реальних технічних систем керування (сервоприводи, температурні контролери, вбудовані системи); порівняння методів синтезу для конкретних задач комп'ютерної інженерії.



Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок та рефератів; виконання домашніх розрахункових завдань; самостійне моделювання та дослідження систем у MATLAB/Simulink за варіантними завданнями.



Захист проектів

Захист лабораторних звітів та розрахункового проекту (модуль 3): усне пояснення рішень, обґрунтування вибору методів, відповіді на запитання — розвиток інженерної комунікації.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Приймак Б. І.

Теорія автоматичного керування. Лінійні системи : навч. посіб. [Електронний ресурс]. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 210 с. *Основний підручник з модулів 1–2.*

2. Дмитренко О. О., Заколюдажний В. В.

Теорія автоматичного керування. Частина 1: комп'ютерний практикум : навч. посіб. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 47 с. *Для лабораторних робіт модулів 1–2.*

3. Лиса О. В.

Теорія автоматичного керування : навч. посіб. — Львів : ЛНУП, 2023. — 320 с. *Рекомендується для модулів 2–3. Охоплює аналіз та синтез систем.*

4. Толочко О. І.

Математичні методи в електромеханіці та теорії керування : метод. вказівки до лаб. робіт. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. *Для лабораторних робіт з MATLAB усіх модулів.*

5. Мірошник М. А.

Системи автоматизації проектування пристроїв і систем автоматики : конспект лекцій. — Харків : УДАЗТ, 2022. — 102 с. *Рекомендується для теми 3.3 (сучасні методи).*

6. Гаєв Є. О., Нестеренко Б. М.

Універсальний математичний пакет MATLAB і типові задачі обчислювальної математики : навч. посіб. — Вид. 2-ге, допов. — Київ : НАУ, 2022. — 184 с. *Довідник для роботи в MATLAB усього курсу.*

7. Хітров В. А., Хітрова Т. І.

Теорія автоматичного керування. Нелінійні та дискретні системи : навч. посіб. — Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2022. — 168 с. *Рекомендується для теми 2.4 (дискретні системи).*

8. Ларичева Л. П., Волошин М. Д.

Контроль та автоматичне регулювання процесів : навч. посіб. — 2-ге вид. — Харків : ХНТУСГ, 2023. — 195 с. *Для практичних застосувань у темах 3.1–3.2.*

Додаткова literatura та наукові статті

9. Войтенко В. С., Куценко О. С.

Синтез систем керування із застосуванням програмного середовища MATLAB : навч.-метод. посіб. — Харків : ХНУРЕ, 2023. — 124 с. *Рекомендується для тем 3.1–3.2 (синтез регуляторів у MATLAB).*

11. Бондаренко І. О., Педченко Г. М.

Цифрові системи автоматичного керування: аналіз та синтез. — Полтава : ПолтНТУ, 2024. — 144 с. *Рекомендується для теми 2.4 (дискретні та цифрові системи).*

10. Склярів В. П., Пупена О. М.

Комп'ютерно-інтегровані системи керування: проектування та програмування : монографія. — Київ : Ліра-К, 2023. — 256 с. *Рекомендується для теми 3.3 та зв'язку з практикою КІ.*

12. Журнал «Технічна електродинаміка» (НАН України)

Щоквартальне фахове видання. Статті з сучасних методів керування, адаптивних та інтелектуальних систем. — techned.org.ua. *Для тем 3.2–3.3.*

Нормативно-правова база

→ Конституція України

Прийнята 28 червня 1996 р. Основний Закон держави, що визначає засади функціонування освіти, науки та інновацій.

zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII

Визначає стандарти підготовки бакалаврів, організацію освітнього процесу, кредитно-трансферну систему ЄКТС.

zakon.rada.gov.ua

→ Стандарт вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» (бакалавр)

Затверджений МОН України. Визначає компетентності та результати навчання для освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів KI. mon.gov.ua

→ Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, принципи академічної доброчесності, права та обов'язки учасників освітнього процесу. zakon.rada.gov.ua

→ ДСТУ 2226:1993 «Автоматизовані системи»

Терміни та визначення з автоматичних і автоматизованих систем керування; основні поняття, що використовуються у дисципліні. zakon.rada.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

КПІ ім. Ігоря Сікорського — Електронний архів

ela.kpi.ua — навчальні посібники, методичні вказівки, матеріали кафедр з теорії керування та автоматики у відкритому доступі.

Верховна Рада України

zakon.rada.gov.ua — нормативно-правова база, стандарти вищої освіти, технічні регламенти у сфері автоматизації та комп'ютерних систем.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті, монографії з теорії та застосувань систем автоматичного керування.

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України

ipri.kiev.ua — наукові публікації у сфері інформаційних та комп'ютерно-інтегрованих систем керування.

Журнал «Технічна електродинаміка» НАН України

techned.org.ua — провідне фахове видання у галузі автоматики, керування та комп'ютерно-інтегрованих систем.

Журнал «Автоматика та телемеханіка» (переклад)

Класичне видання з теорії автоматичного керування, доступне через НБУВ — для поглибленого вивчення математичних методів аналізу та синтезу.

MathWorks — MATLAB Documentation

mathworks.com/help/control — офіційна документація Control System Toolbox для MATLAB: функції, приклади, відеоуроки.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — освітні стандарти, навчальні програми, акредитаційні вимоги для спеціальності 123 КІ.

Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому «Теорія керування» для комп'ютерних інженерів?

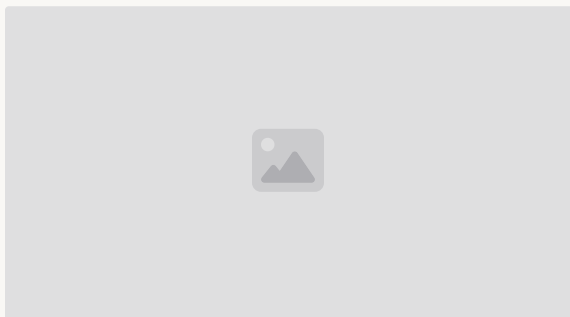
Дисципліна «Теорія керування» є фундаментальною складовою підготовки бакалаврів зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Розуміння принципів синтезу та аналізу систем керування є необхідним для проектування вбудованих систем, IoT-пристроїв, робототехніки та розумних промислових систем.

Сучасний фахівець у сфері КІ неминуче стикається із задачами керування у реальних проектах: від регулювання швидкості двигунів до автопілотів БПЛА та систем промислової автоматизації. Теорія керування надає математичний фундамент для вирішення цих задач.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Проектування вбудованих систем керування для IoT-пристроїв та мікроконтролерів (Arduino, STM32, Raspberry Pi)
- Розробка прошивок із реалізацією ПІД-алгоритмів у реальному часі (RTOS)
- Моделювання та симуляція кіберфізичних систем у MATLAB/Simulink та Python
- Тестування та налаштування промислових контролерів (PLC, SCADA-системи)
- Розробка систем керування для робототехніки та БПЛА
- Застосування методів Machine Learning для навчання на основі даних (data-driven control) у сучасних системах автоматизації

Структура курсу — Підсумок



Курс охоплює повний цикл роботи із системами керування — від побудови математичної моделі та аналізу стійкості до синтезу регуляторів і комп'ютерного моделювання — формуючи у студентів компетентності, необхідні для проектування інтелектуальних та вбудованих систем керування у галузі комп'ютерної інженерії.

Бажаємо успіхів у вивченні Теорії керування!

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

11

Тем

У 3 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Будь-яка система, що не керується, — некерована. Завдання інженера — зробити її керованою, стійкою та якісною.»

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 3 кредити ЄКТС