



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

|  |  |
|--|--|
| <b>Галузь знань</b>                        | 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації                |
| <b>Шифр та назва спеціальності</b>         | 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка |
| <b>Назва освітньо-професійної програми</b> | Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології                    |
| <b>Рівень вищої освіти</b>                 | перший (бакалаврський)   |
| <b>Інститут</b>                            | Факультет телекомунікацій та радіотехніки                              |
| <b>Статус навчальної дисципліни</b>        | ОК 19  |
| <b>Форма навчання</b>                      | денна  |

#### Викладачі



Доцент, кандидат технічних наук

Стопакевич Андрій Олексійович  
[stopakevich@gmail.com](mailto:stopakevich@gmail.com), <https://t.me/stopakevich>

### Загальна інформація про дисципліну

|  |  |
|--|--|
| <b>Анотація до дисципліни</b>                            | Дисципліна «Теорія автоматичного керування» є базовою теоретичною дисципліною у програмі підготовки фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є принципи побудови та функціонування систем автоматичного керування. Дисципліну забезпечують навчальні курси: математика, фізика, електротехніка та промислова електроніка. В свою чергу дисципліна забезпечує навчальні курси: автоматизація технологічних процесів і виробництв, технічна діагностика, налагодження та обслуговування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем, проектування промислових систем автоматизації. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія автоматичного керування» є набуття знань про принципи побудови та функціонування систем автоматичного керування, професійного підходу до вирішення задач автоматизації та задач, що потребують застосування автоматичних систем керування, засвоєння сучасної термінології, яку використовують в теорії автоматичного керування. |
| <b>Мета дисципліни</b>                                   | Підготовка фахівців, здатних до дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.  |
| <b>Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна</b> | <p>K11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.</p> <p>K13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування, теорії експертних систем та теорії прийняття рішень для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.</p>   |
| <b>Результати навчання</b>                               | <p>ПР01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів, теорію нечітких множин, теорію генетичних алгоритмів, теорію нейронних мереж в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.</p> <p>ПР04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.</p> <p>ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування та інтелектуальні технології для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування експертних систем та систем прийняття рішень.</p>  |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Обсяг дисципліни</b>              | Загальний обсяг дисципліни: 6 кредити ЄКТС (180 годин). Для денної форми навчання: лекції – 34 годин, практичні заняття – 16 годин, лабораторні заняття – 16 годин, самостійна робота – 114 годин. |
| <b>Форма підсумкового контролю</b>   | Екзамен  |
| <b>Терміни викладання дисципліни</b> | Дисципліна викладається у 1-му семестрі на третьому курсі  |

### Програма дисципліни

|                |   |
|----------------|---|
| <b>Тема 1.</b> | <b><i>Вступ в теорію керування.</i></b><br>Основні визначення. Ручне та автоматичне керування. Ефективність регулятора та складність динаміки в задачах автоматичного керування.  |
| <b>Тема 2.</b> | <b><i>Передаточні функції, типові сигнали та частотні характеристики</i></b><br>Пряме та зворотнє перетворення Лапласа. Його властивості. Передаточна функція. Стійкість. Лінійна система. Дослідження в часовій області. Основні сигнали: стрибок, імпульс, рамповий. Дослідження сигналів в частотній області. Графіки Боде та Найквіста.   |
| <b>Тема 3.</b> | <b><i>Класифікація типів процесів. Основні динамічні ланки.</i></b><br>Типи процесів: статичні (астатичні та коливальні), нестійкі (розбіжні та з експоненційним зростаннями), автоколивальні. Мінімальнофазові та немінімальнофазові процеси. Процеси з набуханням та запізненням. Елементарні ланки: пропорційна, інтегральна, диференційна, аперіодична (інерційна), ланка чистого запізнення, ланка з можливим запізненням. FOPDT та SOPDT моделі. Ланки як складові елементарних регуляторів.                                      |
| <b>Тема 4.</b> | <b><i>Вимоги до систем керування зі зворотним зв'язком Якість керування. Прямі та інтегральні показники якості, та обмеження для таких систем</i></b><br>Перелік обов'язкових та бажаних вимог до САК. Дихотомії вибору закону та настройок регуляторів. Дихотомія: якість-робастність, оптимальність керування за збуренням та за завданням. Якість керування. Прямі (часові) критерії якості: точність, швидкодія, коливальність. Оцінка прямим показників якості за завданням та за збуренням. Основні інтегральні показники якості. |
| <b>Тема 5.</b> | <b><i>Схемотехніка блок-схем передаточних функцій</i></b><br>Блок схеми передаточний функції. Основні блоки в середовищах моделювання блок-схем. Еквівалентне перетворення послідовне та паралельне з'єднання передаточних функцій, перенесення ПФ до суматора, перенесення розгалуження до ПФ в точку після ПФ, перенесення суматора до ПФ в точку після ПФ, перетворення замкнених зворотним зв'язком систем. Матриця передаточних функцій.   |

|                 |  |
|-----------------|--|
|                 | Правила Месона (Мізона) та Чена.   |
| <b>Тема 6.</b>  | <b><i>Елементарний регулятор. ПІД регулятор та його основні підтипи. Ручна та безмодельна настройка ПІД-регулятора.</i></b><br>Закономірності настройки П, ІІ та ПІД регуляторів в задачі керування статичними процесами. Підтипи ПІД регулятора, які можна реалізувати. Основні орієнтири для ручної настройки регулятора. Метод ручної оптимізації настройок. Крихкість настройок регуляторів. Критичний коефіцієнт та частота САК з П-регулятором. Метод Циглера-Нікольса та його модифікації.  |
| <b>Тема 7.</b>  | <b><i>Ідентифікація FOPDT і SOPDT моделей. Методи настройки ПІД регуляторів за правилами за параметрами FOPDT і SOPDT моделей.</i></b><br>Отримання моделі методом дотичної, за часом досягнення 63.2% від $k$ , за двома точками (35.3%, 85.3%), за методом відношення площ Нішкіава. Чисте та емкісне запізнення. Ідентифікація коливальних процесів. Метод Симою. Настройки ПІД-регуляторів за правилами для FOPDT та SOPDT моделей.  |
| <b>Тема 8.</b>  | <b><i>Частотний аналіз. Синтез САК за частотними показниками.</i></b><br>Запас по фазі та амплітуді. Критерій стійкості Боде та його уточнення. Критерій стійкості Найквіста. Чутливість САК. Максимальна чутливість. Зв'язок максимальної чутливості з основними частотними характеристиками. Асимптотичні частотні характеристики. Асимптотичні ЛАЧХ складових ПІД регулятора, ланок першого та другого порядку. Випереджуючий, витримуючий та випереджуючо-витримуючий (об'єднаний) регулятор   |
| <b>Тема 9.</b>  | <b><i>Кореневий годограф. Алгебраїчний критерій стійкості. Модальний синтез.</i></b><br>Побудова та властивості графіка кореневого годографа. Алгебраїчний критерій стійкості. Модальний синтез. Фільтри Баттенворта і Бесселя.  |
| <b>Тема 10.</b> | <b><i>Нелінійні системи. Лінеаризація. Робастність лінійних систем як погляд на нелінійні системи як на лінійні з заданими інтервалами зміни коефіцієнтів рівнянь. Принцип максимуму Понтрягіна.</i></b><br>Основні відмінності нелінійних ОК від лінійних з точки зору керування. Задача робастного синтезу в простій постановці. Структурна робастність.. Визначення зон невизначеності на діаграмі Боде в частотній області за множиною моделей одного ОК в різних режимах роботи. Генерація дельта-функції. Ілюстрація застосування принципу максимуму Понтрягіна. |
| <b>Тема 11.</b> | <b><i>Методика параметричного аналізу одновимірних САК з FOPDT ОК без моделювання.</i></b><br>Простір раціональних настройок. Визначення залежностей точно та апроксимативно. Аналіз методів настройки ПІ-регуляторів для FOPDT об'єктів з використанням методики.   |
| <b>Тема 12</b>  | <b><i>Реальна задача керування в САК з регуляторами ПІД-типу в дискретному часі. Моделювання дискретного регулятора та програмна реалізація ПІД-регулятора.</i></b><br>Дискретна реалізація регулятора. Крихкість. Насичення інтегральної складової. Диференційна складова та шум вимірювання. Варіанти покращення роботи Д-складової. Збільшення ступенів свободи регулятора. Програмна реалізація дискретного регулятора.  |

## Список рекомендованих джерел

1. Сучасна теорія управління / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017
2. Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: Навч. посіб. Київ : НУХТ, 2014. 274 с.
3. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. Київ : Либідь, 2007. 656 с.
4. Корнієнко В.І., Гусєв О.Ю., Герасіна О.В., Щокін В.П. Теорія систем керування: Підручник. Дніпро : НГУ, 2017. 497 с.
5. Гурко О.Г., Єрьоменко І.Ф. Аналіз та синтез систем автоматичного керування в MATLAB. Навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2011. 286 с.

## Інформація про консультації

Індивідуальні та колективні консультації проводяться в час, визначений за попередньою домовленістю з викладачем через засоби зв'язку.

## Загальна схема оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Шкала ЄКТС | Оцінка за національною шкалою                              |   | Нарахування балів | Бали нараховуються таким чином:   |
|--|------------|--|---|-------------------|---|
|  |            | для іспиту   | для заліку  |                   |   |
| 90-100                                       | A          | Відмінно   | зараховано  | Нарахування балів | <b>Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за 100-бальною шкалою і становить:</b> за поточну успішність (участь у практичних заняттях, виконання практичних завдань та контрольних робіт) – до 70 балів, за результати іспиту/заліку – до 30 балів. |
| 82-89  | B          | Добре  |   |                   |   |
| 74-81  | C          |  |   |                   |   |
| 64-73  | D          |  |   |                   |   |
| 60-63  | E          | Задовільно   |   |                   |   |
| 35-59  | FX         | Незадовільно з можливістю повторного складання             | Не зараховано з можливістю повторного складання             |                   |   |
| 0-34   | F          | Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |                   |   |

## Політика опанування дисципліни

### Відвідування:

Здобувачі вищої освіти самостійно планують відвідування лекційних занять, Відвідування практичних, лабораторних занять та контрольних заходів (екзамен/залік) є обов'язковою. Допускаються пропуски занять з поважних причин, які підтверджується документально. Відпрацювання пропущених занять є обов'язковим. Відпрацювання пропущених занять проходять в дні згідно графіку консультацій викладачів кафедри. При проведенні занять в онлайн режимі, присутність здобувача враховується у разі відкритого вікна.

### Дотримання принципів академічної доброчесності:

Політика щодо академічної доброчесності побудована на основі Положення про академічну доброчесність в університеті. Списування під час виконання письмових контрольних видів робіт заборонено. Користуватися мобільними пристроями, під час проведення різних видів контролю успішності, дозволяється лише з дозволу викладача.

### Умови зарахування пропущених занять:

Після відпрацювання та отримання позитивної оцінки.