

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

Циклова комісія машинобудування, автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о. директора ФКПАІТ ОНТУ

підписано Ольга ЄПУР

02.09.2024року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА АВТОМАТИЧНІ
РЕГУЛЯТОРИ**

обов'язкова

Освітньо-професійна програма	<u>Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u>
Код та найменування спеціальності	<u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u>
Шифр та найменування галузі знань	<u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u>
Мова навчання	<u>українська</u>

Розроблено та забезпечується: цикловою комісією машинобудування, автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»

Розробник:

Антоніна ДІЛОВА, викладач першої кваліфікаційної категорії ФКПАІТ ОНТУ

Розглянуто та схвалено на засіданні циклової комісії машинобудування, автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол №1 від 30.08.2024р.

Голова циклової комісії підписано Антоніна ДІЛОВА
(підпис)

Гарант освітньо-професійної програми підписано Антоніна ДІЛОВА
(підпис)

Розглянуто та схвалено Методичною радою ФКПАІТ ОНТУ

Протокол №1 від 02.09.2024р.

Голова Методичної ради ФКПАІТ ОНТУ підписано Марина ДАНИЛОВА
(підпис)

1. Пояснювальна записка

Вступ

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного регулювання та автоматичні регулятори» складена відповідно до Стандарту фахової передвищої освіти із спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» підготовки фахових молодших бакалаврів.

Предмет вивчення

Предмет вивчення дисципліни "Теорія автоматичного регулювання та автоматичні регулятори" - це комплекс понять, принципів, інструментів та практичних навичок, пов'язаних з процесом регулювання та принципом роботи автоматичних регуляторів в системах автоматизації технологічних процесів.

Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – вища математика, фізика, послідовні – автоматизація технологічних процесів, автоматизований електропривод.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Теорія автоматичного регулювання та автоматичні регулятори» є формуванні у студента чіткого уявлення про основні положення теорії автоматичного керування, використання математичного апарату для цілеспрямованого аналізу властивостей систем регулювання, творчо і в повній мірі використовувати її можливості. Навики студента **ПОВИННІ** відповідати задачам розробки, наладки та експлуатації складних багатоелементних систем регулювання з високими показниками якості, з будь-якою структурою та призначенням. Дисципліна розвиває абстрактне мислення, дає навички аналізу, формує методи та критерії оцінки динаміки явищ та процесів в цілому.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія автоматичного регулювання та автоматичні регулятори» є:

1. Визначення стійкості та якості показників функціонування АСР, настроювання автоматичних регуляторів та коректування їх роботи;
2. Дослідження статичних та динамічних характеристик ланок АСР;
3. Вибір законів регулювання у відповідності з вимогами до якості АСР;
4. Визначення оптимальних параметрів настройки регуляторів в АС;
5. Оцінювання динаміки та прогнозування результатів різноманітних динамічних процесів від фізичних до соціологічних явищ.

Ці завдання спрямовані на те, щоб здобувачі освіти отримали практичні навички у пізнання навколишнього світу дозволяючи самостійно визначати причини, динаміку взаємодії різних по своїй природі елементів в області теорій розробки, монтажу і наладки автоматичних систем регулювання (АСР)

технологічними процесами на підприємствах, знати та використовувати без обмежень сучасну елементи базу систем регулювання.

Компетентності та результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного регулювання та автоматичні регулятори» здобувач освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті фахової передвищої освіти зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/Fakhova%20peredvyshcha%20osvita/Zatverdzeni.standarty/2021/12/08/151-Avtomatyiz.ta.komp-intehr.tekhn.08.12.pdf> та освітньо-професійній програмі «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» <https://promavt.od.ua/storage/uploads/OPBu1yS2jcygH7AM0ME884AGsw77hE103UAVhmFK.pdf> підготовки фахових молодших бакалаврів.

Загальні компетентності:

ІК1. Здатність вирішувати типові спеціалізовані задачі в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів відповідних наук та може характеризуватися певною невизначеністю умов; нести відповідальність за результати своєї діяльності; здійснювати контроль інших осіб у визначених ситуаціях.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність застосовувати базові знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів у галузі автоматизації;

СК6. Здатність аналізувати об'єкти автоматизації; вміти вибирати параметри контролю і керування процесами; застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження та аналізу систем автоматизації.

Програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати сучасні математичні методи для дослідження та створення систем автоматизації;

РН7. Застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження та створення систем автоматизації.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

2.1 Тематичний план

Таблиця 2.1 – Тематичний план навчальної дисципліни

№	Назва змістових модулів і тем
Змістовий модуль 1. Основи автоматичного керування.	
Тема 1	Вступ. Головні поняття та визначення.
Тема 2	Класифікація АСР.
Тема 3	Статичні характеристики елементів та систем.
Тема 4	Нелінійні статичні характеристики.
Тема 5	Динамічні характеристики елементів та систем.
Змістовий модуль 2. Лінійні регулятори безперервної дії.	
Тема 6	Лінійні диференційні рівняння та передаточні функції ланок та систем.
Тема 7	Типові лінійні динамічні ланки.
Тема 8	Передавальна функція та частотні характеристики різних з'єднань типових ланок.
Тема 9	Характеристики типових ідеальних та реальних регуляторів безперервної дії.
Тема 10	Стійкість та якість процесів регулювання лінійних АСР.
Змістовий модуль 3. Автоматичні системи регулювання.	
Тема 11	Вибір регулятора та обчислення параметрів настроювання.
Тема 12	Структурні схеми та принцип роботи релейних та релейно-імпульсних АСР.
Тема 13	Електричні позиційні регулятори.
Змістовий модуль 4. Об'єкти регулювання та виконавчі механізми.	
Тема 14	Промислові об'єкти регулювання.
Тема 15	Виконавчі механізми з лінійним пересуванням РО.
Тема 16	Класифікація та характеристики РО.
Тема 17	Пускові пристрої.
Змістовий модуль 5. Регулятори та АСР на базі мікропроцесорної техніки.	
Тема 18	Вивчення та зняття характеристик приладу Р-25.
Тема 19	Структурна схема приладу "Протар-110".
Тема 20	Комплекс технічних засобів для автоматизації технологічних процесів Реміконт Р-130.
Тема 21	Мікропроцесорний програмуєчий контролер Мікрол.
Тема 22	Побудова простого контуру аналогового регулювання та логічних схем керування.
Змістовий модуль 6: Загальнопромислові регулятори.	
Тема 23	Загальна характеристика регулятора ОВЕН.
Тема 24	Регулятори, які реалізують П - та ПД - закони регулювання.
Тема 25	Головні положення теорії надійності.
Тема 26	Види відмов, інтенсивність відмов.
Тема 27	Обчислення надійності регуляторів та АСР. Шляхи підвищення надійності.
Разом: 180 годин	

2.2 Зміст дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи автоматичного керування.

Тема 1. Вступ. Головні поняття та визначення.

Загальна характеристика. Роль автоматизації в підвищенні продуктивності праці. Головні задачі ТАР в АСР. Визначення автоматичного регулювання як процесу. Задачі автоматичного регулювання, визначення АСР. Склад АСР.

Тема 2. Класифікація АСР.

Класифікація АСР: по методу управління; по виду функціонального зв'язку; по характеру зміни заданого значення параметру регулювання; за видом енергії, яка використовується; по властивостям у сталому режимі; по виду сигналів; по виду структурних схем.

Тема 3. Статичні характеристики елементів та систем.

Визначення статичної характеристики. Класифікація статичних характеристик. Рівняння та параметри лінійних статичних характеристик.

Тема 4. Нелінійні статичні характеристики.

Форми математичних моделей. Лінеаризація математичних моделей. Визначення коефіцієнта статизму системи. Статична характеристику кількох послідовно з'єднаних елементів.

Тема 5. Динамічні характеристики елементів та систем.

Визначення та класифікація динамічних характеристик елементів та систем автоматичного регулювання. Визначення часової (перехідної) динамічної характеристики. Визначення частотних характеристик. (АФЧХ)

Змістовий модуль 2: Лінійні регулятори безперервної дії.

Тема 6. Лінійні диференціальні рівняння та передаточні функції ланок та систем.

Диференціальне рівняння ланки. Передавальна функція, перетворення Лапласа. Поняття про оператор, оригінал та зображення функції.

Тема 7. Типові лінійні динамічні ланки.

Принцип, покладений в основу ділення різних елементів автоматики на типові динамічні ланки. Рівняння, передавальні функції динамічних ланок.

Тема 8. Передавальна функція та частотні характеристики різних з'єднань типових ланок.

Передаточні функції паралельного, послідовного з'єднання, та з'єднання з оберненим зв'язком. Структурні схеми та передаточні функції АСР. З'єднання типових ланок.

Тема 9. Характеристики типових ідеальних та реальних регуляторів безперервної дії.

Поняття про закон регулювання. Рівняння закону регулювання. Передавальна функція, структурна схема, параметри та характеристики регулятора. Функціональна схема АСР з регулятором та її властивості. Застосування регуляторів. Характеристики ПІ, ПД та ПІД-регуляторів.

Тема 10. Стійкість та якість процесів регулювання лінійних АСР.

Алгебраїчні та частотні критерії стійкості. Поняття про стійкість лінійних систем. Короткі відомості про алгебраїчні критерії стійкості. Визначення по годографу запасів стійкості.

Змістовий модуль 3: Автоматичні системи регулювання.

Тема 11. Вибір регулятора та обчислення параметрів настроювання.

Поняття про три типових перехідних процеси, покладений в основу обрання регулятора та параметрів його настройки. Поняття про динамічний коефіцієнт регулювання. Умови та порядок вибору типу регулятора. Визначення настройок для П, ПІ та ПІД-регуляторів.

Тема 12. Структурні схеми та принцип роботи релейних та релейно-імпульсних АСР.

Визначення та склад релейних АСР. Два види релейних регуляторів : позиційні (Рп-регулятори) та регулятори з постійною швидкістю виконавчого механізму (Рс-регулятори). Структурна схема 2-х позиційної АСР та перехідні процеси.

Тема 13. Електричні позиційні регулятори.

Номенклатура та характеристики 2-х позиційних промислових регуляторів прямого та непрямого впливу. Номенклатура та характеристики 3-х позиційних регуляторів.

Змістовий модуль 4: Об'єкти регулювання та виконавчі механізми.

Тема 14. Промислові об'єкти регулювання.

Промислові об'єкти регулювання. Номенклатура, короткий опис обладнань, характеристики та параметри об'єктів регулювання , які застосовуються в технологічних процесах.

Тема 15. Виконавчі механізми з лінійним пересуванням РО.

Призначення та класифікація електричних виконавчих механізмів (ЕВМ). Будова, принцип роботи, характеристики та область використання електромагнітних ВМ. Будова, принцип роботи, характеристики та область використання електропересувних прямохідних механізмів.

Тема 16. Класифікація та характеристики РО.

Визначення та призначення регулюючих органів. Устрій , характеристики та основні параметри дросельних РО, шиберів, поворотних заслонів та регулюючих клапанів. Порядок вибору регулюючих органів.

Тема 17. Пускові пристрої.

Призначення та класифікація пускових пристроїв. Схема, принцип роботи, головні параметри та область використання магнітних та тиристорних підсилювачів, пускачів безконтактних реверсивних ПБР.

Змістовий модуль 5: Регулятори та АСР на базі мікропроцесорної техніки.

Тема 18. Вивчення та зняття характеристик приладу Р-25.

Призначення і модифікації приладу. Органи управління настройки. Опис проведених перевірок приладу з аналізом отриманих результатів. Опис управління приладом.

Тема 19. Структурна схема приладу "Протар-110".

Структурна схема, елементна база, принцип роботи приладу Протар -110 в режимі жорсткої та вільно програмуємої структур, реалізація ПІД-закону регулювання.

Тема 20. Комплекс технічних засобів для автоматизації технологічних процесів Реміконт Р-130.

Головні відомості, конфігурація блоку контролера, функціональні можливості, логічна та регулююча моделі.

Тема 21. Мікропроцесорний програмуючий контролер Мікрол.

Функціональні можливості та схема. Комутаційні функції та можливості. Функціональні блоки вводу – виводу, математичні та логічні функціональні блоки. Програмування функціональними блоками. Умовні позначення, сигнали та параметри.

Тема 22. Побудова простого контуру аналогового регулювання та логічних схем керування.

Опис роботи простого контуру. Зображення програми для МИК-51 в графічному виді за допомогою функціональних блоків. Запис програми в табличному виді та введення її з передньої панелі контролера. Функціональні схеми та логіка їх роботи.

Змістовий модуль 6: Загальнопромислові регулятори.

Тема 23. Загальна характеристика регулятора ОВЕН.

Двоканальний вимірювач ТРМ. Головні переваги. Функціональна схема приладу. Елементи індикації та управління. Технічні характеристики (живлення, характеристики вимірювальних датчиків, універсальні входи, корпус та умови експлуатації) та програмуючі параметри.

Тема 24. Регулятори, які реалізують П - та ПІД - закони регулювання.

Загальнопромислові вимірювачі-регулятори ОВЕН ТРМ. Головні переваги, елементи індикації та управління. Функціональна схема приладу та схеми підключення. Режими роботи логічних пристроїв.

Тема 25. Головні положення теорії надійності.

Визначення надійності та якості виробів. Поняття про безвідмовність, ремонтпридатність зберігання та довговічності виробів.

Тема 26. Види відмов, інтенсивність відмов.

Поняття про відмову. Види відмов, інтенсивність відмов. Критерій відмови. Напрацювання до відмови. Граничний стан. Ремонтпридатність. Середній час відновлення. Показник надійності. Метрологічна надійність. Метрологічна відмова. Нестабільність метрологічної характеристики. Довірчі межі нестабільності метрологічної характеристики. Вірогідність метрологічної справності. Середній час (середнє напрацювання) до метрологічної відмови. Напрацювання на метрологічну відмову. Інтенсивність метрологічних відмов.

Тема 27. Обчислення надійності регуляторів та АСР. Шляхи підвищення надійності.

Визначення імовірності безвідмовної роботи ($T_{ср}$). Поняття про моделі відмов. Порядок визначення t та $P(t)$ електронного регулятора та АСР в цілому. Поняття про резервування. Резервування постійне та резервування заміщенням.

2.3 Перелік лабораторних/практичних робіт з дисципліни

Таблиця 2.2 – Тематичний план практичних робіт

№	Тема роботи
1	Зняття лінійних та нелінійних статичних характеристик елементів
2	Зняття кривої розгону ОР та визначення T_{op} та K_{op} (постійна часу ОР, коефіцієнт підсилення).
3	Вивчення перехідних характеристик типових ланок АСР.
4	Побудова частотних характеристик розімкнутої АСР.
5	Аналіз стійкості АСР 3-го порядку та корекція частотних характеристик.
6	Дослідження стійкості та якості статичної АСР моделюючої установці.
7	Вибір регулятора, закону регулювання та обчислення параметрів настройки для АСР із статичним об'єктом регулювання.
8	Дослідження роботи та одержання характеристик релейної автоматичної системи регулювання тиску газу.
9	Дослідження 2-х позиційної АСР температури на базі промислового регулятора.
10	Дослідження роботи об'єкту регулювання.
11	Вивчення конструкції, дослідження роботи, налагодження та одержання характеристик виконавчих механізмів.
12	Розрахунок та порядок вибору регулюючих органів.
13	Схема роботи магнітного пускача.
14	Вивчення і зняття перехідних характеристик приладу Р-25.
15	Вивчення і наладка АСР на базі приладу Протар-110.
16	Вивчення конструкції, принципу роботи, монтажних та принципових схем елементів комплексу Р-130.
17	Технічне програмування комплексу „Мікрол”.
18	Вивчення та налагодження АСР на базі програмуючого контролера Мікрол.
19	Вивчення та зняття характеристик на базі приладу „ОВЕН”.
20	Реалізація П та ПІД – закону регулювання на базі „ОВЕН”.
	Всього: 40 годин

2.4 Кількість годин разом за програмою дисципліни

Розподіл дисципліни у годинах								
Курс	I		II		III		IV	Всього
Семестр	1	2	3	4	5	6	7	
Повний обсяг часу					180			180
Аудиторні заняття, годин					96			96
із них (кількість годин):								
лекції					56			54
лабораторні/ практичні					40			40
Самостійна робота					84			84

3. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає дисципліна

Програмні засоби MathCad та MathLab.

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Попович М.Г., Ковальчук А.В. Теорія автоматичного регулювання, Підручник Київ. – Либідь 2007;
2. І.Г. Абраменко, Д. І. Абраменко Теорія автоматичного керування, Харків: ХНАМГ 2008;
3. Гоголюк П. Ф., Гречин Т. М. Теорія автоматичного керування. Львівська політехніка, 2012;

Додаткові:

1. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В., Каців С.Ш., Перехідні процеси в лінійних колах. Синтез лінійних кіл., Київ. - Гельветика , 2019;
2. Корчемний М.О., Клендій П.Б., Потапенко М.В., Теоретичні основи автоматики, Київ. - Богдан НК, 2012
3. Засоби автоматизації технологічних процесів <http://www.microl.ua/>;
4. Контрольно-вимірвальні пристрої та засоби автоматизації АКУТЕК <https://owen.ua/>.

5. Форма підсумкового контролю

Екзамен (V семестр), поточний контроль.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Перевірка та оцінювання знань здобувачів освіти може проводитись кількома методами:

1. Оцінювання знань здобувача освіти під час практичних занять.
2. Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань.
3. Захист практичних робіт.
4. Тестування.
5. Проведення поточно-модульного контролю.
6. Екзамен.