

ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о.декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО



20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В. о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ



20 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Кафедра Спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Сем.	Лекції (год.)	Лабор робіт (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем)	Іспит (сем)
ДФН	3	5,6	84	70	9	17	90	270	5	6

Тернопіль
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування спеціальності – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, затвердженої на засіданні Вченої ради ЗУНУ протокол №9 від 26 травня 2021 р.

Робочу програму склала професор кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, д.т.н. Возна Наталія Ярославівна

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем протокол № 1 від 28.08.2023р.

Завідувач кафедри  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

протокол № 1 від 31.08.2023р.

Голова групи забезпечення спеціальності  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Гарант ОП  к.т.н., доцент Ігор ПІТУХ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ"

1. Опис дисципліни "Теорія автоматичного управління"

Дисципліна – Теорія автоматичного управління	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 9	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування	Нормативна навчальна дисципліна циклу дисциплін професійної та практичної підготовки Мова викладання - українська
Кількість залікових модулів – 7	Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	Рік підготовки – 3 Семестр – 5,6
Кількість змістових модулів – 4	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції – 84 год. Лабораторні заняття – 70 год.
Загальна кількість годин – 270		Самостійна робота – 90 год. Тренінг, КПЗ – 17 год Індивідуальна робота - 9 год.
Тижневих годин: 5 семестр – 8 год. з них аудиторних – 4 год. 6 семестр – 16 год. з них аудиторних – 7 год.		Вид підсумкового контролю – залік, іспит

2. Мета й завдання вивчення дисципліни

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни „Теорія автоматичного управління” є визначення студентами основних особливостей, принципів побудови, методів дослідження та синтезу систем автоматичного управління (САУ), а також надбання необхідних знань, навиків та вмінь практичного вирішення питань проектування, монтажу та налагодження САУ. В результаті вивчення курсу студенти отримують необхідні знання для вірної оцінки техніко-економічних можливостей різноманітних САУ, дослідження їх динамічних та статичних режимів, а також впливу параметрів і структури системи на її основні властивості.

2.2 Завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування компетентностей та умінь щодо аналізу об'єктів автоматизації на основі технологічних процесів, застосування методів теорії автоматичного керування з метою дослідження та синтезу систем автоматичного керування.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни.

K13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни.

Теоретичною базою вивчення дисципліни "Теорія автоматичного управління" є попередні навчальні дисципліни: "Вища математика", "Теорія ймовірності та математична статистика", "Теорія інформації та кодування".

2.5. Результати навчання

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

3. Програма дисципліни

Змістовний модуль 1. Основні поняття теорії автоматичного управління.

Тема1. Класи та структури систем автоматизованого управління. Структура та функції комп'ютеризованої системи управління. Структура та функції системи автоматичного регулювання. . Структура та функції трьохрівневої мережевої КСУ.

Література: 1-11

Тема 2. Архітектури проблемно-орієнтованих КСУ. Нерозподілені системи КСУ. КСУ з однорівневим мережевим інтерфейсом. Поняття, архітектура та функції мережевої станції КСУ. Багаторівневі архітектури КСУ. Безпроводні архітектури КСУ. КСУ з відкритим оптичним каналом.

Література: 1, 2

Тема 3. Структура САУ та системні характеристики ОУ. Системні характеристики ОУ. Класифікація ОУ в залежності від поведінки у часі, класифікація ОУ за характеристиками центрованості, методи перетворення аналогових характеристик ОУ.

Література: 1, 2

Тема 4. Класифікація типів ОУ по діапазону квантування та числу інформаційних каналів. Особливості функціонування структури САУ. Класифікація ОУ за характеристиками станів.

Література: 1, 2

Змістовний модуль 2. Системні властивості, моделі об'єктів управління КСУ.

Тема 5. Способи кодування станів об'єктів управління. Диференціальний спосіб кодування станів ОУ. Спосіб центрування станів ОУ. Інтегральний спосіб кодування станів ОУ. Цифровий фільтр. Метод залишків. Δ -модуляція.

Література: 1, 2

Тема 6. Моделі об'єктів управління. Вибіркове математичне сподівання. Ковзне математичне сподівання. Вагове математичне сподівання. Дисперсія.

Література: 2-4

Тема 7. Автокореляційні функції та спектральні моделі. Автокореляційні функції. Взаємкореляційні функції. Знакова функція. Релейна функція. Коваріаційна функція. Кореляційна функція. Структурна функція. Модульна функція. Функція еквівалентності.

Література: 2-6.

Тема 8. Види збурень. логіко-статистичні інформаційні моделі. Контроль відхилень станів ОУ від норми по амплітуді, динаміці, фазі, спектру.

Література: 1-5

Змістовний модуль 3. Функціональні структури САУ. Типові ланки. Передавальні функції

Тема 9. Класифікація принципів автоматичного управління. Принцип управління та регулювання за відхиленням. Принцип керування за збуренням. Принцип з комбінованим регулюванням.

Література: 3-11

Тема 10. Представлення функціональної структури САУ операторами на основі перетворення Лапласа. Елементи (атрибути) структурних схем САУ. Правила перетворення компонентів структурних і лінійних САУ.

Література: 3-11

Тема 11. Передавальні функції типових ланок САУ. Пропорційна (П-ланка), диференційна (Д-ланка), інтегруюча (І-ланка), аперіодична (А-ланка). Перехідні характеристики та передавальні функції типових ланок.

Література: 3-11

Змістовний модуль 4. Критерії стійкості САУ. Закони регулювання САУ.

Тема 12. Перехідні характеристики реальних ОУ. Функція Дірака. Реакція ОУ на вплив збурення. Зміна перехідної характеристики.

Література: 3-9

Тема 13. Передавальні функції ОУ та типи регуляторів САУ. Закони регулювання. Типи регуляторів.

Література: 3-9

Тема 14. Критерії стійкості САУ. Критерій стійкості Гурвіца. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Найквіста.

Література: 3-11.

Тема 15. Покращення якості регулювання. Коректуючі ланки. Способи включення коректуючих ланок. Схеми включення коректуючих ланок.

Література: 3-11.

Тема 16. Лінійні САУ з запізненням. Нелінійні САУ. Амплітуди вимушених коливань. Нелінійні коефіцієнти підсилення САУ.

Література: 3-11.

Тема 17. Критерії оптимальності та якості САУ. Методи синтезу САУ. Випадкові процеси в САУ.

Література: 3-11.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Теорія автоматичного управління»

Теми занять	Кількість годин					
	Лекції	Лабор. роботи	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Контр. заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття теорії автоматичного управління</i>						
Тема 1. Класи та структури систем автоматизованого управління.	4	4	2	5	4	Поточн. опит.
Тема 2. Архітектури проблемно-орієнтованих КСУ.	6	4			5	Поточн. опит.
Тема 3. Структура САУ та системні характеристики ОУ.	6	4			5	Поточн. опит.
Тема 4. Класифікація типів ОУ по діапазону квантування та числу інформаційних каналів.	4	4			5	Письмо ва робота
<i>Змістовний модуль 2. Системні властивості, моделі об'єктів управління КСУ</i>						
Тема 5. Способи кодування станів об'єктів управління.	4	4	2	4	5	Ситуац. завдан.
Тема 6. Моделі об'єктів управління.	6	4			5	Ситуац. завдан.
Тема 7. Автокореляційні функції та спектральні моделі.	4	4			8	Ситуац. завдан.
Тема 8. Види збурень. логіко-статистичні інформаційні моделі.	4	4			5	Письмо ва робота
<i>Змістовний модуль 3. Функціональні структури САУ. Типові ланки. Передавальні функції</i>						
Тема 9. Класифікація принципів автоматичного управління.	6	4	2	4	5	Поточн. опит.
Тема 10. Представлення функціональної структури САУ операторами на основі перетворення Лапласа.	6	4			5	Ситуац. завдан.
Тема 11. Передавальні функції типових ланок САУ.	6	4			8	Письмо ва робота
<i>Змістовний модуль 4. Критерії стійкості САУ. Закони регулювання САУ</i>						
Тема 12. Перехідні характеристики реальних ОУ.	6	4	3	4	5	Поточн. опит.
Тема 13. Передавальні функції ОУ та типи регуляторів САУ.	6	6			5	Ситуац. завдан.
Тема 14. Критерії стійкості САУ.	4	4			5	Ситуац. завдан.
Тема 15. Покращення якості регулювання. Корекуючі ланки.	4	4			5	Поточн. опит.
Тема 16. Лінійні САУ з запізненням. Нелінійні САУ.	4	4			5	Ситуац. завдан.
Тема 17. Критерії оптимальності та якості САУ.	4	4			5	Письм. робота
Всього:	84	70			9	17

5. Тематика лабораторних робіт.

Лабораторна робота № 1

Тема: Розрахунки в системі MATLAB

Мета: Ознайомлення з можливостями системи MATLAB і отримання навичок виконання арифметичних розрахунків, використання елементарних функцій і змінних, роботи з масивами, розв'язування систем лінійних рівнянь з використанням системи MATLAB.

Питання для обговорення:

1. Виконати арифметичні розрахунки.
2. Виконати операції з функціями.
3. Виконати операції зі змінними.
4. Виконати операції з векторами.
5. Побудувати таблицю значень функції.
6. Виконати операції з матрицями.
7. Розв'язати систему лінійних рівнянь.

Література: 3-9.

Лабораторна робота № 2

Тема: Побудова графіків функцій у системі MATLAB

Мета: Отримання навичок побудови графіків функцій однієї, двох змінних, параметрично заданих ліній і поверхонь, графіків, а також оформлення ліній і поверхонь різними стилями в системі MATLAB

Питання для обговорення:

1. Побудувати графіки функцій однієї змінної.
2. Побудувати графіки двох функцій в одному вікні.
3. Побудувати графіки двох функцій у різних масштабах.
4. Ознайомитись із методами оформлення ліній.
5. Побудувати графіки функцій двох змінних.
6. Ознайомитись із методами оформлення поверхонь.
7. Побудувати графіки параметрично заданих ліній і поверхонь.

Література: 3-9.

Лабораторна робота № 3

Тема: Числові розрахунки в системі MATLAB

Мета: Отримання навичок роботи з m-файлами: файл-програмами й файл-функціями (з одним та декількома вхідними й вихідними аргументами); виконання числових розрахунків у системі MATLAB, зокрема, знаходження коренів рівнянь і поліномів, мінімізації функції однієї змінної, знаходження визначених інтегралів, інтерполювання функції і розв'язання систем диференціальних рівнянь.

Питання для обговорення:

1. Створити й виконати файл-програму.
2. Створити файл-функцію з одним вхідним аргументом.
3. Створити файл-функцію з декількома вхідними аргументами.
4. Створити файл-функцію з декількома вихідними аргументами.
5. Знайти корені рівняння і корені полінома.
6. Знайти визначені інтеграли.
7. Інтерполювати функцію.
8. Розв'язати систему диференціальних рівнянь.

Література: 3-9.

Лабораторна робота № 4

Тема: Перехідні та частотні характеристики елементарних динамічних ланок.

Мета: Навчитись будувати перехідні характеристики та частотні; визначити форму графіків перехідних характеристик та годографів АФХ елементарних динамічних ланок та її залежність від параметрів передавальної функції.

Питання для обговорення:

1. Передавальна функція об'єкта.
2. Перехідною характеристикою ланки (системи).
3. Імпульсна перехідна функція.
4. Дійсна частотна характеристика.

5. Уявна частотна характеристика.
Література: 5-13.

Лабораторна робота № 5

Тема: Типові лінійні закони регулювання та розрахунок перехідних характеристик систем керування

Мета: Вивчити залежність форми й темпу протікання перехідної характеристики замкненої системи від параметрів передавальних функцій об'єкта і регулятора (стійкість, характер перехідного процесу, швидкодія).

Питання для обговорення:

1. Замкнена одноконтурна система.
2. Автоматичний регулятор.
3. Передавальна функція розімкненої системи.
4. Передавальна функція замкненої системи

Література: 5-13.

Лабораторна робота № 6

Тема: Стійкість замкненої систем керування

Мета: Дослідити вплив розташування коренів характеристичного рівняння системи на її стійкість, вивчити критерій стійкості Гурвіца. Навчитися застосовувати критерії Найквіста та Михайлова для дослідження стійкості замкненої системи регулювання.

Питання для обговорення:

1. Критерій стійкості Гурвіца.
2. Критерій стійкості Михайлова.
3. Критерій стійкості Найквіста.

Література: 3-13.

Лабораторна робота № 7

Тема: Настроювання системи

Мета: навчитися настраювати систему регулювання на заданий показник коливальності

Питання для обговорення:

1. Частотні критерії якості.
2. Показник коливальності М.

Література: 3-13.

Лабораторна робота № 8

Тема: Вплив запізнення та збурення на якість перехідних процесів одноконтурних замкнених систем.

Мета: дослідити вплив запізнення на якість перехідних процесів одноконтурних замкнених систем, навчитись нейтралізовувати результати дії збурення на об'єкт

Питання для обговорення:

1. Не керований сигнал – збурення.
2. Передавальна функція замкненої одно контурної системи керування за каналом «збурення вихід».

Література: 5, 7, 9, 11, 13.

Лабораторна робота № 9.

Тема: Розрахунок каскадних систем регулювання

Мета: навчитися настраювати каскадну систему регулювання

Питання для обговорення:

1. Каскадне регулювання.
2. Параметри настроювань регулятора

Література: 12, 13

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальна робота студента передбачає виконання комплексного практичного індивідуального завдання, яке виконується кожним студентом самостійно.

Варіанти КПЗ з дисципліни ТАУ:

1. Дослідження лінійних динамічних моделей з використанням Control System Toolbox системи Matlab
2. Дослідження лінійних динамічних моделей з використанням Simulink системи Matlab
3. Побудова кореневих годографів для аналізу і синтезу лінійних САУ.

7. Тематика самостійної роботи студентів.

№п/п	Тематика
1.	Принципи управління.
2.	Статичний режим САУ.
3.	Динамічний режим САУ.
4.	Структурні схеми САУ.
5.	Тимчасові характеристики.
6.	Частотні характеристики.
7.	ЧХ розімкнутих САУ.
8.	Алгебраїчні критерії стійкості.
9.	Частотні критерії стійкості.
10.	Запас стійкості.
11.	D-розбиття, якість САУ.
12.	Кореневий та інтегральний методи оцінки якості САУ.
13.	Частотні методи оцінки якості.
14.	Синтез САУ.
15.	Включення коригувальних ланок.
16.	Тренінг

Організація і проведення тренінгу

Порядок проведення тренінгу:

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.

Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

Рекомендується проведення тренінгу за наступною темою:

1. Основні принципи автоматичного керування в системах автоматичного регулювання — вміння розрізняти особливості принципів автоматичного керування.
2. Критерії стійкості — знати методи визначення стійкості систем автоматичного керування.

8. Методи навчання.

У навчальному процесі використовуються: лекції, лабораторні заняття під керівництвом викладача, індивідуальні заняття, групова робота, самостійне вивчення спеціалізованих літературних джерел та джерел Інтернет. Виконання лабораторних робіт проводиться в комп'ютерній лабораторії із відповідним програмним забезпеченням.

9. Методи оцінювання.

В процесі вивчення дисципліни «Теорія автоматичного управління» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточний захист лабораторних робіт;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий екзамен.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теорія автоматичного керування» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної

складової залікового кредиту:

Семестр 5 – залік

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПІЗ)
30 %	40 %	30 %
1. Письмова робота – мах 40 балів. 2. Лабораторна робота 30 балів - мах 60 балів	1. Письмова робота – мах 60 балів. 2. Лабораторна робота 40 балів - мах 40 балів	1. Підготовка КПІЗ – мах 40 балів. 2. Захист КПІЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів

Семестр 6 – іспит

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПІЗ)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Письмова робота – мах 60 балів. 2. Лабораторні роботи по 20 балів - мах 40 балів	1. Письмова робота – мах 60 балів. 2. Лабораторні роботи по 20 балів - мах 40 балів	1. Підготовка КПІЗ – мах 40 балів. 2. Захист КПІЗ – мах 40 балів. 4. Участь у тренінгах – мах 20 балів	1. Теоретичні питання: 3 питання по 20 балів - мах 60 балів. 2. Практичне завдання - мах 40 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

10. Інструменти, обладнання, ПЗ, перелік наочних матеріалів, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1-17
2	Персональні комп'ютери	1-17
3	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-17
4	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1-17
5	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-17
6	Операційна система: Windows 10, Базове програмне забезпечення: MS Office, телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox). Спеціалізоване програмне забезпечення: Mathcad	1-17

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пітух І.Р. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем / Навчальний посібник / - Тернопіль: ТзОВ "Терно-граф". 2010. – 392с.

2. Спеціалізовані комп'ютерні технології в інформатиці: Монографія / за загальною редакцією Я.М.Николайчука – Тернопіль: "Бескиди", 2017. – С.199-288.

3. Теорія автоматичного керування: Дослідження системи автоматичного регулювання / А. А. Марченко, В. С. Гулий, Д. В. Настенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 31 с.

4. Автоматизація виробничих процесів / І.В.Ельперін, О.М.Пупена, В.М.Сідлецький [та ін.] / К.: Ліра-К, 2018. – 378 с.

5. Бочков В.М. Обладнання автоматизованого виробництва / В.М.Бочков, Р.І.Сілін. - Львів: В-во Львівської політехніки, 2018. - 404 с.

6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації / В.Г.Трегуб - Ліра-К, 2019. – 344с.

7. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного управління / П.Ф.Гоголюк, Т.М.Гречин // Навчальний посібник. – Львів: в-во НУ "Львівська політехніка", 2019. – 280 с.

8. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування. / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук - К.: Либідь, 2020. - 656 с.

9. Синеглазов В.М. Автоматизація технологічних процесів / В.М.Синеглазов, І.Ю.Сергеев // К.: Київ, 2020. – 444 с.

10. Клепач М.І. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. / М.І. Клепач. - Рівне: НУВГП, 2018. – 206 с.

11. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник / К.О. Сорока – Харків, ХНАМГ, 2019 – 187 с.

12. Казак В.М. Автоматизація трубопровідного транспорту / В.М.Казак // К.: Київ, 2019. – 360 с.

13. Аналогові системи: Метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Теорія автоматичного керування” для студентів спеціальності „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технологічні комплекси” / Уклад.: О.В. Ситніков”, 2016. – 42с.

Для поглибленого ознайомлення із сучасними досягненнями теорії керування студентам рекомендуються наступні періодичні наукові видання:

1. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво
2. Автоматизація виробничих процесів.
3. Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій.
4. Наукові вісті НТУУ "КПІ".
5. Радіоелектроніка. Інформатика. Управління.
6. Складні системи і процеси.
7. Системні дослідження та інформаційні технології.
8. Системні технології.
9. SIAM Journal of Control and Optimization [Електронний режим]. – Режим доступу : <http://citeseer.nj.nec.com>.