

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра комп'ютеризованих систем управління



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Теорія і проектування цифрових систем управління

Theory and design of digital control systems

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

тип дисципліни _____ нормативна _____

мова(и) викладання _____ українська/англійська (за проханням студентів) _____

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» _____

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» _____

ОПП _____ Комп'ютеризовані системи управління та автоматика _____

Миколаїв – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» розроблена для студентів з галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», ОПП «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика».

“ 20 ” квітня 2023 р. – 14с.

Розробник: Топалов А.М., доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління, канд. техн. наук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Гарант ОПП  к.т.н., доц. А.М. Топалов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління

Протокол від “21” січня 2023 року № 6.

Завідувач кафедри комп'ютеризованих систем управління  (О.О. Черно)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол від “25” квітня 2023 року № 11.

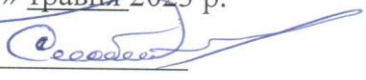
Голова  (Д.О. Жук)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  (А.В. Лабарткава)

Робочу програму навчальної дисципліни «Теорія і проектування цифрових систем управління» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 04 від «24» травня 2023 р.

Голова НМР НУК 

© Топалов А. М., 2023

© НУК, 2023

АНОТАЦІЯ

Навчальна дисципліна «Теорія і проектування цифрових систем управління» є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика» зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».

Сучасні системи управління включають в себе багато різноманітних цифрових пристроїв, що взаємодіють між собою. При розробці та налагодженні цифрових систем управління необхідно враховувати велику кількість факторів, що впливають один на одного. Тому, фахівці в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій повинні отримати знання в області розробки та конфігурування цифрових систем управління.

Дисципліна «Теорія і проектування цифрових систем управління» відноситься до циклу навчальних дисциплін професійної підготовки і забезпечує підготовку фахівців, які можуть проектувати та налагоджувати цифрові системи управління різнотипними технічними об'єктами.

В курсі вивчається проектування та налагоджування цифрових систем управління, розробка нових алгоритмів управління технічними об'єктами в різних сферах життєдіяльності людей з застосуванням цифрових технологій.

Ключові слова: z-перетворення, цифрова система, перехідний процес, частотні характеристики, передаточна функція.

ABSTRACT

The educational discipline "Theory and design of digital control systems" is a normative discipline of professional training of specialists of the second (master's) level of higher education under the educational and professional program "Computerized control systems and automation" in the specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics" field of knowledge 17 "Electronics, automation and electronic communications".

Modern control systems include many different digital devices that interact with each other. When developing and setting up digital control systems, it is necessary to take into account a large number of factors that affect each other. Therefore, specialists in the field of automation and computer-integrated technologies must gain knowledge in the development and configuration of digital control systems.

The discipline "Theory and design of digital control systems" belongs to the cycle of disciplines of professional training and provides training for professionals who can design and configure digital control systems for various types of technical objects.

The course studies the design and commissioning of digital control systems, the development of new algorithms for managing technical facilities in various spheres of human life with the use of digital technologies.

Keywords: z-transform, digital system, transient process, frequency characteristics, transfer function.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	11
9. Засоби навчання	13
10. Рекомендовані джерела інформації	13

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <i>17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i>	<i>Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки магістра</i>	
Модулів – 2	Спеціальність <i>174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>		
Змістових модулів – 2		Рік підготовки	
Курсова робота на тему «Розробка автоматизованої системи управління технологічним процесом»		5-й	
		Семестр	
		9-й	
Загальна кількість годин – 180		Освітня програма <i>Комп'ютеризовані системи управління та автоматика</i>	Лекції
	30 год		10 год
Практичні роботи			
15 год	5 год		
Лабораторні роботи			
-	-		
Самостійна робота			
45 год	75 год		
Індивідуальні завдання			
90 год	90 год		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 9	Ступінь вищої освіти: другий (магістерський) рівень	Вид контролю: КР, екзамен	

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання курсу «Теорія і проектування цифрових систем управління» є вивчення функцій і принципів роботи цифрових систем управління, ознайомлення з сучасними методами їх опису, проектування та дослідження.

Під час вивчення дисципліни у студентів формуються такі компетентності:

Загальні:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 3);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК 6);

Спеціальні:

- Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами (СК 6);
- Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем (СК 8);
- Здатність застосовувати сучасні технології наукових досліджень процесів, обладнання, засобів і систем автоматизації, контролю, діагностики, випробування та керування складними організаційно-технічними об'єктами та системами (СК9).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Теорія автоматичного управління», «Ідентифікація технологічних об'єктів», «Інформаційні технології систем управління».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації. (ПРН 7);
- Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, сенсорних технологій, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом (ПРН 9);
- Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами (ПРН 10).

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Проектування цифрових систем управління

Змістовий модуль 1. Основи цифрових систем управління

- 1.1. Уявлення про дискретні системи. Класифікація дискретних систем. [1] с. 406-410.
- 1.2. Z-перетворення. [2] с. 923-927., [3] с. 17-21.
- 1.3. Аналітичні методи перетворення неперервних регуляторів до цифрових аналогів. [5] с. 90-105.
- 1.4. Методи паралельного і послідовного програмування для побудови цифрових регуляторів. [5] с. 58-66.
- 1.5. Передаточна функція розімкнутої імпульсної системи. [3] с. 21-23.
- 1.6. Передаточна функція замкнутої імпульсної системи. [1] с. 425-427., [2] 927-931.
- 1.7. Структурні перетворення в імпульсних системах. [7] с. 87-90.

1.8. Цифрові фільтри. [4] с. 202-211.

Змістовий модуль 2. Дослідження цифрових систем управління.

2.1. Визначення циклу дискретизації в цифрових системах. [4] с. 183-186.

2.2. Розрахунок частотних характеристик імпульсних систем. [3] с. 24 - 30.

2.3. Стійкість імпульсних систем. [3] с. 30-36. [2] с. 931-936.

2.4. Якість імпульсних систем. [1] с. 442-447.

2.5. Синтез цифрового ПД регулятора за допомогою корневого годографа. [2] с. 936-939.

2.6. Корекція цифрових систем. [3] с. 49-51.

2.7. Реалізація загального дискретного регулятора. [4] с. 269-276.

Модуль 2. Аналіз і синтез САУ при використанні неперервного і цифрового регуляторів.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лекції	пр.	лаб.	с.р.		лекції	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Проектування цифрових систем управління										
Змістовий модуль 1. Основи цифрових систем управління										
1.1. Уявлення про дискретні системи. Класифікація дискретних систем.	4	2	-	-	2	3	-	-	-	3
1.2. Z-перетворення.	10	2	2	-	6	11	2	1	-	8
1.3. Аналітичні методи перетворення неперервних регуляторів до цифрових аналогів.	4	2	-	-	2	6	2	-	-	4
1.4. Методи паралельного і послідовного програмування для побудови цифрових регуляторів.	14	2	4	-	8	11	-	1	-	10
1.5. Передаточна функція розімкнутої імпульсної системи.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
1.6. Передаточна функція замкнутої імпульсної системи.	12	2	4	-	6	11	-	1	-	10
1.7. Структурні перетворення в імпульсних системах.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
1.8. Цифрові фільтри.	6	2	-	-	4	8	2	-	-	6
Разом за змістовим модулем 1	60	16	10	-	34	60	6	3	-	51
Змістовий модуль 2. Дослідження цифрових систем управління										
2.1. Визначення циклу дискретизації в цифрових системах.	4	2	1	-	1	4	-	-	-	4
2.2. Розрахунок частотних характеристик імпульсних систем.	3	2	-	-	1	3	1	-	-	2
2.3. Стійкість імпульсних систем.	8	2	2	-	4	7	1	-	-	6
2.4. Якість імпульсних систем.	3	2	-	-	1	3	1	-	-	2
2.5. Синтез цифрового ПІД регулятора за допомогою корневого годографа.	6	2	2	-	2	9	1	2	-	6
2.6. Корекція цифрових систем	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
2.7. Реалізація загального дискретного регулятора.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 2	30	14	5	-	11	30	4	2	-	24
Разом за модулем 1	90	30	15	-	45	90	10	5	-	75
Модуль 2. Аналіз і синтез САУ при використанні неперервного і цифрового регуляторів										
Виконання курсової роботи	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
Разом за модулем 2	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
Усього годин	180	30	15	-	135	180	10	5	-	165

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Частотні характеристики квантувачів. Пристрій вибірки і зберігання сигналу.	2	1
2	Дискретні САУ. Z-перетворення. Моделювання роботи АЦП та ЦАП	4	1
3	Синтез дискретних регуляторів	4	1
4	Побудова та принципи аналізу цифрових фільтрів	1	-
5	Реалізація математичних моделей дискретних САУ у вигляді структурних схем	2	-
6	Оцінка стійкості імпульсних САУ	2	2

ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторні заняття програмою не передбачено.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-3 год. / 1 заняття (на 1 лекцію);
- підготовка до практичних робіт – 1-5 год. / 1 робота;
- підготовка до контрольних заходів – 3-9 год. / 1 захід;
- виконання та захист курсової роботи – 90 год..

Заочна форма навчання

Викладання навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання не передбачено.

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Підготовка до лекцій	15	30
2	Підготовка практичних робіт	12	20
3	Підготовка контрольних заходів	18	25
Усього годин за модулем 1		45	75
Модуль 2			
3	Підготовка та захист КР	90	90
Разом за дисципліною		135	165

ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАУКОВО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, затвердженим завідувачем кафедри, з метою отримання студентом відповіді на

окремі теоретичні чи практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;

- індивідуальне завдання у вигляді курсової роботи на тему «Аналіз і синтез САУ при використанні неперервного і цифрового регуляторів», яке спрямоване на придбання студентами навичок з проектування цифрової системи управління; дослідження і забезпечення ефективних режимів роботи даної системи на базі синтезованого неперервного і цифрового регулятора; використання та впровадження нових цифрових технологій, що передбачають застосування мікропроцесорної техніки.

Завдання до курсового проектування: Аналіз і синтез САУ при використанні неперервного і цифрового регуляторів.

Результати курсової роботи оформлюються у вигляді пояснювальної записки, яка має мати обсяг не менш ніж 30 сторінок та містити детальний опис всіх етапів курсового проектування.

У вступі до курсової роботи слід коротко описати існуючі методи аналізу і синтезу неперервного і цифрового регуляторів, область їх застосування для вирішення практичних задач, аргументувати вибір програмно-апаратних засобів в даному проекті.

У висновках слід вказати, чи вдалося забезпечити задані показники якості розробленої цифрової системи. Проаналізувати результати моделювання розробленої системи з точки зору виконання поставленої задачі. Запропонувати шляхи підвищення показників якості розробленої системи.

Основні етапи з курсового проектування	Години сам. роб.
1. Сформулювати критерії роботи системи автоматичного управління (САУ).	8
2. Визначення параметрів оптимального налаштування регуляторів	12
3. Перехідні процеси в замкнутій системі при використанні безперервного регулятора та їх аналіз	14
4. Визначення періоду квантування цифрового регулятора та його параметрів налаштування	14
5. Аналіз стійкості САУ за критерієм Джурі	14
6. Побудова перехідних процесів у цифрових системах	14
7. Дослідження реакції системи, та оцінка показників якості.	14
Усього годин	90

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ

Методи навчання:

- лекція;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю;
- контрольні роботи.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни «Проектування програмних засобів віддаленого контролю» є:

- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- усні відповіді;
- контрольні роботи;
- екзамен.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного

модульного контролю (ПМК) у вигляді письмових контрольних робіт або тестових завдань різної складності, захисту звітів з практичних робіт та написання екзаменаційної контрольної роботи. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів здачі та захисту практичних робіт та екзаменаційної контрольної роботи.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді тестування. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 30 балів. Результуюча оцінка виставляється відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Шкала оцінювання

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Кількість балів		Критерії оцінювання практичної роботи
денна форма	заочна форма	
5	8	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	6,5	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
3	5	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	3,5	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
1	2	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	0	Робота не виконується

Параметри оцінювання	Кільк. балів	Критерії оцінювання за виконання курсової роботи
Пояснювальна записка	50	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи
	40	Зміст роботи відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих..
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Захист роботи	50	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	40	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює
	30	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	20	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати положення роботи.
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Денна форма										
Кількість балів	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Заочна форма										
Кількість балів	18	16,2	14,4	12,6	10,8	9	7,2	5,4	3,6	1,8

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	6 x 5 балів = 30 балів	4 x 8 балів = 32 бали
Поточний модульний контроль	2 x 20 = 40 балів	2 x 18 = 36 балів
Всього	70 балів	70 балів

Екзамен у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Кількість балів	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3

Формування оцінки за курсову роботу

Пояснювальна записка	Захист роботи	Сума
50	50	100

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кільк. балів	Вид роботи	Кільк. балів
ЗМ1	T1.1	Практична робота 1	5	Практична робота 1	8
	T1.2				
	T1.3	Практична робота 2	10	Практична робота 2	8
	T1.4				
	T1.5	Практична робота 3	10	Практична робота 3	8
	T1.6				
	T1.7				
	T1.8	-	-		
	ПМК1	Тест	20		18
ЗМ2	T2.1	Практична робота 4	5	-	
	T2.2				
	T2.3				
	T2.4	Практична робота 5	5	-	
	T2.5	Практична робота 6	5	Практична робота	8
	T2.6	-	-		
	T2.7				
	ПМК2	Тест	20		18
Підсумковий контроль		екзамен	30		30
Всього			100		100

9. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери, плати розробки;
- мови програмування MATLAB;
- середовище розробки MATLAB.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. - К. : Либідь, 1997. – 542 с.
2. Richard C. Dorf, Davis Robert H. Bishop. Modern Control Systems. Pearson, 2017. – 1106 p.
3. Євстіфєєв В.О. Теорія автоматичного керування. Частина 2: Спеціальні системи автоматичного керування. – К.: Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського, 2005. – 185 с.
4. Olsson G., Piani G., “Computer Systems for Automation and Control”, Prentice Hall, 1992, - 428 p.

5. Ioan D. Landau and Gianluca Zito. Digital control systems. Identification, design and implementation. GIPSA – LAB. 2006, – 494 p.

Допоміжна література

6. Benjamin Kuo, "Digital Control Systems", Oxford University Press: 2st edition, vol. 784, 1995.
7. Steven Smith, "Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists", Newnes: 1st edition, vol. 650, 2002.
8. Dabney J., Harman T., "Mastering Simulink 4", Prentice Hall: 2nd edition, vol. 412, 2001.
9. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. - 280 с.
10. Савицький В.К., Федоришин Р.М. Технічні засоби автоматизації : навч. посіб. Нац. ун-т "Львівська політехніка".– Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2018.– 290 с.
11. Штіфзон О. Й., Новіков П. В., Бунь В.П. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с.
12. Astrom K.J. Control System Design. Lecture notes for ME 155A - Department of Automatic Control Lund Institute of Technology, Sweden, 2002. – 168 p.
13. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник– К.: Аграрна освіта, 2001 – 224 с.
14. Корчемний М.О., Клендій П.Б., Потапенко М.В. Теоретичні основи автоматики: Навч. посібн. Тернопіль: Навчаль-накнига–Богдан, 2011. – 304с.
15. Farid Golnaraghi, Benjamin Kuo. Automatic Control Systems, Tenth Edition 10th Edition. McGraw Hill; 10th edition (February 21, 2017), – 864 p.
16. Robert Pallu De LA Barriere. Optimal Control Theory: A Course in Automatic Control Theory. Dover Pubns; Republication edition (January 1, 1980), – 412 p.
17. Borowik B., Karpinsky M., Lahno V., Petrov O. Theory of Digital Automata. Springer Netherlands, 2014, – 208 p.