

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки і
робототехніки

_____ 2023 р., протокол № ____

Голова Вченої ради

_____ Олексій ГРОМОВИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Теорія автоматичного керування»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики
та автоматизації

ім. проф. Б.Б. Самотокіна

25 січня 2023 р., протокол № 1

Завідувач кафедри

_____ Андрій ТКАЧУК

Гарант освітньо-професійної
програми

_____ Олександр ПІДТИЧЕНКО

Розробники: старший викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна БОГДАНОВСЬКИЙ Мартін
к.т.н., доцент, зав. кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна ТКАЧУК Андрій

Житомир
2022 – 2023 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 9	Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»	Нормативна (нормативна, за вибором)	
Модулів – 4	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2022-2023	2022-2023
Загальна кількість годин - 270		Семестр	
		5-6	5-6
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 3 самостійної роботи – 5	Освітній ступінь «бакалавр»	32 год.	8 год.
		Практичні	
		32 год.	8 год.
		Лабораторні	
		32 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		174 год.	246 год.
Вид контролю: залік, екзамен			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 36 % аудиторних занять, 64 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання 9 % аудиторних занять, 91 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студента з загальними принципами побудови систем автоматизованого керування, процесами та методами дослідження процесів в цих системах. Принципи побудови та дослідження систем керування в даному курсі вивчаються на основі розгляду принципів керування різними технічними пристроями. Ці принципи мають більш широке загальне значення і можуть бути застосовані для вивчення процесів керування в інших системах, наприклад, в біологічних, економічних, суспільних тощо.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

отримання студентами практичних навичок та теоретичних знань у наступних питаннях: методи аналізу систем; методи синтезу систем; використання математичного апарату та засобів програмного забезпечення для вирішення поставлених задач; шляхи вдосконалення методів теорії автоматичного керування за допомогою обчислювальної техніки.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК-5. Здатність аналізувати та оцінювати стан засобів автоматики.

ФК-6. Здатність моделювати функціонування існуючих та проєктованих засобів автоматики.

ФК-8. Здатність виконувати типові операції налагодження засобів автоматики.

ФК-9. Здатність виконувати типові операції з обслуговування засобів автоматики.

ФК-10. Здатність синтезувати алгоритми функціонування засобів автоматики.

ФК-12. Здатність оптимізувати структуру та алгоритми функціонування засобів автоматики.

ФК-14. Здатність інтелектуалізувати інформаційно-вимірювальні технології.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

ПРН15. Уміння оптимізувати алгоритми функціонування та структуру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 4

складних засобів автоматики.

ПРН16. Знання сукупності типових передавальних характеристик основних елементів систем автоматики, сукупність типових параметрів налагодження та вихідних параметрів; уміння виконувати налаштування засобів автоматики відповідно до напрямку їх застосування.

ПРН17. Знання принципів роботи з типовими програмними засобами при моделюванні, проектуванні, діагностиці приладів і систем автоматики.

ПРН19. Уміння відтворювати поведінку типових об'єктів контролю та синтезувати управління за допомогою фізичних, математичних, логічних, алгоритмічних засобів базуючись на накопиченій вимірjuвальній інформації про статистику та динаміку зовнішніх та внутрішніх параметрів об'єкту.

ПРН21. Уміння аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Основні поняття та положення в теорії автоматичного керування.

Призначення курсу «Теорія автоматичного керування» та його зв'язку з іншими дисциплінами спеціальності. Основні етапи розвитку техніки і теорії автоматичного регулювання та керування. Роль вітчизняних вчених у розвитку теорії автоматичного керування. Значення теорії автоматичного керування при розв'язанні задач автоматизації виробничих та технологічних процесів. Значення впровадження автоматики в народне господарство. Основні поняття та визначення теорії автоматичного керування. Задачі автоматизації об'єктів. Вхідні та вихідні змінні. Зворотній зв'язок та його призначення. Поняття про автоматичне регулювання та керування. Змінні, що керуються та регулюються. Поняття про керуючі дії та збурення. Типові сигнали зовнішніх впливів в автоматичних системах. Типові об'єкти автоматизації, їх характеристики та рівняння основних режимів роботи. Криві розгону об'єктів. Імпульсні перехідні характеристики об'єктів. Передатні та частотні функції об'єктів. Стійкі, нестійкі та нейтральні об'єкти керування. Ідентифікація об'єктів. Виробничі та технологічні процеси як складні об'єкти автоматизації. Функціональні та структурні схеми об'єктів. Системний підхід до розв'язання задач автоматизації технологічних процесів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 5

Тема 2. Принцип побудови автоматичних систем.

Принципи регулювання за відхиленням вихідної координати, за збуренням та комбіноване регулювання. Керуючий автоматичний пристрій та регулятор. Визначення автоматичної системи. Функціональні схеми систем та класифікація основних елементів автоматичних систем за їх призначенням. Мета керування. Показники мети керування та їх аналітичне формулювання. Поняття про алгоритм керування. Принцип класифікації автоматичних систем. Класифікація систем за законом зміни вихідної координати об'єкту. Системи автоматичної стабілізації, системи програмного керування та слідкуючі системи. Приклади автоматичних систем та їх функціональні елементи. Системи з змінними параметрами (нестационарні системи). Детерміновані та стохастичні системи. Оптимальні та адаптивні системи. Одномірні та багатомірні системи. Основні режими роботи автоматичних систем і задачі їх дослідження. Задачі теорії автоматичного керування.

Тема 3. Статична та динамічна характеристики системи.

Статика автоматичних систем. Статичний режим роботи автоматичної системи. Поняття про статичні характеристики систем. Коефіцієнт підсилення. Статичне та астатичне регулювання і керування. Статична помилка. Математичні моделі статички одномірних та багатомірних систем. Загальні поняття про динаміку автоматичних систем. Методи складання рівнянь динаміки автоматичних систем. Диференційні та диференційно-різничні рівняння. Нелінійні рівняння та рівняння зі змінними коефіцієнтами. Зведення рівнянь до форми у відхиленнях змінних.

Тема 4. Передатні функції розімкнутих та замкнутих систем.

Математичні моделі динаміки автоматичних систем. Математична модель динаміки системи в формі рівняння «Вхід-вихід» систем. Загальні рішення рівнянь типу «Вхід-вихід» лінійних безперервних та імпульсних систем. Вільна та вимушена складова перехідних процесів автоматичних систем. Математична модель динаміки системи у формі рівнянь стану. Керованість та спостереженість автоматичних систем. Математичні моделі динаміки у формі передатних та частотних функцій автоматичних систем. Типові динамічні ланки. Передатні та частотні функції типових ланок (безперервних та імпульсних). Частотні характеристики типових ланок. Передатні функції розімкнутих та замкнутих систем та їх зв'язок з імпульсними перехідними функціями. Поняття про частотні характеристики систем. Амплітудно-фазові та логарифмічні частотні характеристики.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 6

Тема 5. Стійкість систем автоматичного керування. Алгебраїчні критерії стійкості.

Теорія лінійних автоматичних систем. Стійкість лінійних безперервних автоматичних систем. Основні поняття та визначення стійкості автоматичних систем. Зв'язок стійкості з коренями характеристичного рівняння замкнутої системи. Стійкість лінеаризованої системи «у малому» та стійкість «у великому». Теорема О.М. Ляпунова. Алгебраїчні критерії стійкості Рауса та Гурвіца.

Тема 6. Частотні критерії стійкості систем автоматичного керування.

Критерій О.В. Михайлова. Метод D-розбиття за одним параметром та визначення критичного параметру підсилення системи. Вплив параметрів на стійкість автоматичних систем. Критерій Найквіста. Визначення запасів стійкості системи.

Тема 7. Логарифмічні частотні характеристики.

Оцінка стійкості систем за логарифмічними частотними характеристиками. Запаси стійкості. Застосування ПК для дослідження стійкості і побудови областей стійкості автоматичних систем.

Змістовний модуль 2

Тема 8. Якість процесу керування.

Показники якості перехідних процесів при впливі ступінчатої вхідної дії: час перехідного процесу, коливання, перегулювання, характер перехідного процесу. Точність відробки системою типових задаючих дій. Коефіцієнти помилок. Статична та динамічна помилки.

Тема 9. Прямі методи оцінки якості системи.

Частотні методи оцінки якості за реальною частотною характеристикою і за логарифмічними характеристиками. Прямі методи оцінки якості системи за кривою перехідного процесу. Методи побудови кривої перехідного процесу. Методи дослідження перехідних процесів за допомогою ПК.

Тема 10. Корекція автоматичних систем.

Забезпечення заданої якості процесів керування. Методи підвищення точності систем. Збільшення коефіцієнта підсилення. Підвищення порядку

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 7

астатизму. Вплив додаткових зворотних зв'язків на роботу автоматичних систем. Жорстокі, гнучкі та змішані зв'язки та їх вплив на характеристики ланок, які охоплюються. Впровадження похідних та інтеграла в закон керування.

Тема 11. Типові коригувальні пристрої та їх реалізація.

Місце включення коригувальних пристроїв. Розрахунок типу та параметрів коригувальних пристроїв. Синтез послідовних коригувальних пристроїв за логарифмічними частотними характеристиками. Поняття про коригувальні пристрої на змінному струмі. Основні закони регулювання та типові регулятори. Визначення параметрів регуляторів із умови мінімуму узагальнених інтегральних оцінок.

Тема 12. Аналіз динаміки особливих автоматичних систем.

Особливості динаміки автоматичних систем за присутністю ірраціональних та трансцендентних ланок. Розповсюдження критерію стійкості Найквіста на ірраціональні та трансцендентні системи. Дослідження якості процесів ірраціональних та трансцендентних систем. Корекція ірраціональних та трансцендентних систем.

Тема 13. Випадкові процеси у лінійних автоматичних системах.

Випадковий процес. Математичне сподівання та кореляційна функція випадкового процесу. Стаціонарний випадковий процес. Визначення характеристик випадкового процесу з досліду. Поняття про спектральну щільність стаціонарного випадкового процесу та її зв'язок із кореляційною функцією, «Білий шум». Проходження випадкового сигналу через лінійну систему. Кореляційні функції та спектральні щільності вихідної координати і помилки системи при стаціонарних випадкових сигналів зовнішніх діях. Оцінка точності лінійних автоматичних систем при впливі випадкових дій.

Змістовний модуль 3

Тема 14. Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем.

Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем. Загальна характеристика імпульсних систем. Визначення та класифікація імпульсних систем. Імпульсні системи з одним та декількома імпульсними елементами. Імпульсні системи з амплітудноімпульсною, широтно-імпульсною, кодоімпульсною та комбінованою модуляцією. Задачі дослідження імпульсних систем.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 8

Тема 15. Математичні моделі імпульсних систем.

Особливості дослідження динаміки імпульсних систем. Диференційно-різницеві стани. Особливості математичних моделей імпульсних елементів, дискретних пристроїв та екстраполяторів. Передатні функції імпульсних систем. Вплив форми імпульсів на передатні функції. Врахування запізнення. Методи приблизного обчислення передатних функцій. Врахування запізнення. Частотні функції імпульсних систем. Логарифмічні характеристики імпульсних систем. Заміна імпульсної системи еквівалентною безперервною системою.

Тема 16. Стійкість імпульсних систем.

Аналіз динаміки лінійних імпульсних систем. Стійкість імпульсних систем. Поняття стійкості. Необхідна та достатня умови стійкості імпульсних систем. Критерії стійкості імпульсних систем. Алгебраїчні критерії стійкості та особливості їх застосування. Оцінка стійкості імпульсних систем за логарифмічними псевдо-частотними частотними характеристиками. Запаси стійкості. Застосування ПК для дослідження стійкості та побудови областей стійкості імпульсних систем.

Тема 17. Оцінка якості лінійних імпульсних систем.

Помилки при типових діях. Коефіцієнти помилок та методи їх обчислення. Методи підвищення точності систем. Поняття про якість перехідних процесів. Побудова перехідної характеристики імпульсної системи. Критерії якості. Оцінка якості лінійних імпульсних систем. Застосування ПК для дослідження якості імпульсних систем.

Тема 18. Корекція імпульсних систем.

Методи корекції імпульсних систем. Постановка задачі корекції імпульсних систем. Методи визначення параметрів безперервних коригувальних пристроїв.

Тема 19. Методи визначення параметрів дискретних коригувальних пристроїв.

Спільне застосування коригувальних пристроїв імпульсних систем. Методи синтезу коригувальних пристроїв імпульсних та цифрових автоматичних систем і визначення параметрів цифрових автоматичних регуляторів за допомогою ПК.

Змістовний модуль 4

Тема 20. Теорія нелінійних систем.

Загальна характеристика нелінійних систем. Визначення та класифікація

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 9

нелінійних систем. Типові нелінійні елементи, їх характеристики та математичні моделі. Нелінійні системи з лінеаризованими і суттєво нелійними елементами. Задачі та особливості дослідження нелінійних систем. Математичні моделі нелінійних систем. Нелінійні диференційні та диференційно-різничні рівняння і особливості динаміки нелінійних систем. Математична модель нелінійних систем в формі рівнянь стану. Структурні схеми нелінійних систем та їх перетворення.

Тема 21. Аналіз динаміки нелінійних систем.

Методи дослідження та розрахунків нелінійних систем. Поняття про стійкість нелінійних систем. Методи О.М. Ляпунова. Дослідження абсолютної стійкості нелінійних систем. Автоколивання. Фазова площина та її застосування для дослідження стійкості нелінійних систем із кусочно-лінійними характеристиками. Метод гармонічної лінеаризації.

Тема 22. Оцінка якості нелінійних систем. Критерії якості.

Оцінка якості нелінійних систем. Критерії якості. Точність та помилки нелінійних систем. Параметри автоколивань. Методи оцінки якості перехідних процесів нелінійних систем. Вимушені коливання нелінійних систем. Методи дослідження нелінійних систем за допомогою ПК. Корекція нелінійних систем. Задачі та способи корекції нелінійних систем. Методи розрахунку коригувальних пристроїв нелінійних систем. Застосування методів фазової площини та гармонічної лінеаризації для визначення параметрів коригувальних пристроїв. Особливості розрахунку нелінійних коригувальних пристроїв.

Тема 23. Випадкові процеси в нелінійних автоматичних системах.

Випадкові процеси в нелінійних автоматичних системах. Проходження випадкового сигналу через нелінійний елемент. Статична лінеаризація нелінійних елементів. Розрахунок середньоквадратичної помилки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 10

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота	Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Змістовний модуль 1										
Тема 1. Вступ. Основні поняття та положення в теорії автоматичного керування.	7	1	-	-	6	7	-	-	-	7
Тема 2. Принцип побудови автоматичних систем.	9	1	-	-	8	9	1	-	-	8
Тема 3. Статична та динамічна характеристики системи.	7	1	-	-	6	7	-	-	-	7
Тема 4. Передатні функції розімкнутих та замкнутих систем.	14	2	4	2	6	14	1	2	1	10
Тема 5. Стійкість систем автоматичного керування. Алгебраїчні критерії стійкості.	13	1	4	2	6	13	1	2	1	9
Тема 6. Частотні критерії стійкості систем автоматичного керування.	11	1	2	2	6	11	1	-	1	9
Тема 7. Логарифмічні частотні характеристики.	11	1	2	2	6	11	1	-	1	9
Разом змістовний модуль 1	72	8	12	8	44	72	5	4	4	59
Змістовний модуль 2										
Тема 8. Якість процесу керування.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Тема 9. Прямі методи оцінки якості системи.	11	1	4	2	4	11	-	-	-	11
Тема 10. Корекція автоматичних систем.	12	2	-	2	8	12	-	-	-	12
Тема 11. Типові коригувальні пристрої та їх реалізація.	13	1	-	2	10	13	1	-	1	11
Тема 12. Аналіз динаміки особливих автоматичних систем.	15	1	-	2	12	15	-	-	-	15
Тема 13. Випадкові процеси у лінійних автоматичних системах.	9	1	-	-	8	9	-	-	-	9
Разом змістовний модуль 2	64	8	4	8	44	64	1	-	1	62
Змістовний модуль 3										
Тема 14. Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем	14	1	-	2	11	14	-	-	-	14
Тема 15. Математичні моделі	8	1	-	2	5	8	-	-	-	8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015						Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023			
	Екземпляр № 1						Арк 16 / 11			

імпульсних систем.										
Тема 16. Стійкість імпульсних систем.	13	2	4	2	5	13	1	2	1	9
Тема 17. Оцінка якості лінійних імпульсних систем.	12	1	4	2	5	12	-	-	-	12
Тема 18. Корекція імпульсних систем.	12	2	-	-	10	12	-	-	-	12
Тема 19. Методи визначення параметрів дискретних коригувальних пристроїв.	11	1	-	-	10	11	-	-	-	11
Разом змістовний модуль 3	70	8	8	8	46	70	1	2	1	66
Змістовний модуль 4										
Тема 20. Теорія нелінійних систем.	14	2	-	4	8	14	1	2	2	9
Тема 21. Аналіз динаміки нелінійних систем.	18	2	4	2	10	20	-	-	-	20
Тема 22. Оцінка якості нелінійних систем. Критерії якості.	16	2	4	2	8	15	-	-	-	15
Тема 23. Випадкові процеси в нелінійних автоматичних системах.	16	2	-	-	14	15	-	-	-	15
Разом змістовний модуль 4	64	8	8	8	40	64	1	2	2	59
ВСЬОГО	270	32	32	32	174	270	8	8	8	246

5. Теми практичних занять

5 семестр (16 год.)

1. Знаходження передатних функцій системи за диференціальними рівняннями, що описують динаміку роботи системи.
2. Знаходження передатних функцій складних схем.
3. Визначення стійкості системи за алгебраїчними критеріями. Використання алгебраїчних критеріїв для визначення граничних значень параметрів системи.
4. Визначення стійкості системи за частотними критеріями. Визначення граничних параметрів системи. Побудова логарифмічних частотних характеристик системи.
5. Побудова перехідної характеристики системи та визначення якісних показників її роботи
6. Визначення усталеної похибки в системі при впливі типових задаючих дій.
7. Синтез послідовного коригувального пристрою за логарифмічними частотними характеристиками.
8. Визначення параметрів настройки ПІ-регулятора за логарифмічними частотними характеристиками.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 12

6 семестр (16 год.)

9. Визначення стійкості імпульсної системи за алгебраїчними критеріями.
10. Визначення стійкості системи за псевдо-частотними логарифмічними характеристиками імпульсної системи.
11. Визначення усталеної помилки імпульсної системи при впливі типових задаючих дій.
12. Побудова перехідної характеристики імпульсної системи та визначення якісних показників її роботи.
13. Дослідження абсолютної стійкості нелінійних систем.
14. Дослідження нелінійних систем на фазовій площині.
15. Дослідження нелінійних систем методами гармонічної лінеаризації.
16. Застосування методу гармонічної лінеаризації для корегування нелінійних систем.

6. Теми лабораторних занять

5 семестр (16 год.)

1. Дослідження перехідних характеристик елементарних ланок САК.
2. Дослідження стійкості САК за алгебраїчними критеріями
3. Дослідження стійкості САК за частотними критеріями.
4. Дослідження якості перехідних процесів в САК.

6 семестр (16 год.)

1. Дослідження перехідних характеристик цифрових систем автоматичного керування.
2. Дослідження стійкості та точності цифрових систем автоматичного керування.
3. Дослідження нелінійних систем автоматичного керування методом фазової площини.
4. Дослідження наявності автоколивань в нелінійних системах автоматичного керування.

7. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота студента є основним способом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових аудиторних занять. Мета виконання самостійної роботи – поглиблення, узагальнення і закріплення теоретичних знань і практичних умінь студентів з дисципліни. Самостійна робота студентів здійснюється у формі: підготовки до лекцій, практичних занять і лабораторних робіт.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 13

Підготовка до лекцій передбачає самостійне вивчення теоретичного навчального матеріалу з кожної теми, наданого в основній та додатковій літературі, конспекті лекцій. Підготовка до лабораторних робіт здійснюється шляхом ознайомлення з методичними вказівками до виконання кожної лабораторної роботи.

Перелік тем для самостійної роботи.

Тема 1. Об'єкти з розподіленими параметрами та з запізнюванням.

Тема 2. Застосування сигнальних графів для визначення передатних функцій систем автоматичного керування.

Тема 3. Перетворення структурних схем систем автоматичного керування.

Тема 4. Метод D-розбиття за двома параметрами.

Тема 5. Стійкість систем із запізненням. Структурна стійкість.

Тема 6. Аналіз стійкості багатозв'язкових систем.

Тема 7. Оцінка якості системи за розподілом нулів та полюсів передаточної функції замкнутої системи.

Тема 8. Інтегральні оцінки якості системи.

Тема 9. Принцип інваріантності систем. Форми інваріантності.

Тема 10. Принцип двоканальності. Комбінований принцип регулювання.

Тема 11. Синтез паралельних коригувальних пристроїв за логарифмічними частотними характеристиками.

Тема 12. Способи обчислення середнього значення квадрату помилки системи при впливі випадкових дій. Методи підвищення точності системи.

Тема 13. Синтез системи за мінімумом середньоквадратичної помилки.

Тема 14. Числові системи з цифровими керуючими пристроями та машинами. Перевага числових систем керування.

Тема 15. Методи приблизного обчислення передатних функцій імпульсних систем.

Тема 16. Методи побудови областей стійкості імпульсних систем в просторі параметрів.

Тема 17. Інваріантність імпульсних систем. Комбіноване керування.

Тема 18. Інтегральні оцінки якості імпульсних систем та способи їх обчислення. Матричні методи оцінки якості імпульсних систем.

Тема 19. Частотні характеристики нелінійних систем. Логарифмічні характеристики нелінійних систем.

Тема 20. Вплив випадкових процесів на роботу нелінійних систем. Оцінка точності нелінійних систем при впливі випадкових дій.

8. Індивідуальні завдання

Кожен студент отримує індивідуальне завдання у формі написання курсової роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 14

Перелік тем курсових робіт

1. «Аналіз та синтез дистанційної слідкуючої системи на сельсинах».
2. «Аналіз та синтез малопотужної слідкуючої системи».
3. «Аналіз та синтез дистанційної силової слідкуючої системи».
4. «Аналіз та синтез слідкуючої системи з місцевим зворотнім зв'язком».
5. «Аналіз та синтез одновісного гіроскопічного стабілізатора».
6. «Аналіз та синтез САК температури в печі».
7. «Аналіз та синтез САК кутом курсу літака».
8. «Аналіз та синтез системи стабілізації літака за креном».

9. Методи навчання

Методи навчання реалізуються через систему прийомів і засобів навчальної діяльності: пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемний виклад, частково-пошукові, дослідницькі. Вивчення дисципліни відбувається через слухання лекцій та виконання лабораторних робіт та розв'язання задач на практичних заняттях.

Під час проведення лекцій використовуються презентації та інші інтерактивні методи навчання.

10. Методи контролю

В кінці кожного змістовного модуля проводиться письмова аудиторна модульна контрольна робота. До складу роботи входять практичні завдання у формі задач.

Захист лабораторних робіт проводиться по заздалегідь підготованим звітам в усній формі і полягає в умінні логічно обґрунтувати та чисельно підтвердити розрахунками отримані в процесі моделювання результати.

Проміжним видом контролю є модульний контроль. Кінцевим видом контролю у 5-му семестрі є залік, а у 6-му – екзамен. Також у 5-му семестрі студенти виконують та захищають курсову роботу.

11. Розподіл балів

У накопичувальній заліково-екзаменаційній відомості структура балів для оцінювання навчальних досягнень студентів має наступну структуру:

5-семестр – 40 балів за виконання і здачу лабораторних робіт, 10 балів на поточний контроль за всіма змістовними модулями (опитування), 20 балів за модульні контрольні роботи, 30 балів на складання заліку.

6-семестр – 40 балів за виконання і здачу лабораторних робіт, 20 балів на поточний контроль за всіма змістовними модулями (опитування), 20 балів за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 15

модульні контрольні роботи, 20 балів на складання екзамену.

Залік

Поточне тестування та самостійна робота						Залік	Сума
модуль 1			модуль 2				
О	ЛР	МКР	О	ЛР	МКР	30	100
5	20	10	5	20	10		

О – опитування; І – індивідуальне завдання; МКР – модульна контрольна; ЛР – лабораторні роботи

Екзамен

Поточне тестування та самостійна робота						Екзамен	Сума
модуль 1			модуль 2				
О	ЛР	МКР	О	ЛР	МКР	20	100
10	20	10	10	20	10		

О – опитування; І – індивідуальне завдання; МКР – модульна контрольна; ЛР – лабораторні роботи

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

12. Рекомендована література

Основна література

1. Самотокін Б.Б. Лекції з Теорії автоматичного керування. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 512 с.
2. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.

Допоміжна література

3. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного регулювання. – Підручник, 2е видання, перероб. – К.: Либідь, 2007. – 768 с.
4. Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.:Техніка, 2002. — 668 с.
5. А.П. Ладанюк Теорія автоматичного керування технологічних об'єктів:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/Б/ОК19 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 16 / 16

6. Навч. посіб. / А.П. Ладанюк, К.С. Архангельська, Л.О. Власенко – К.: НУХТ, 7. 2014. – 274 с.
8. Артюшин, Л.М. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / Л.М. Артюшин, О.А. Машков, Б.В. Дурняк, М.С. Сівов – Львів: УАД, 2004. – 272 с.
9. Шаруда, В.Г. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: навч. посіб. / В.Г. Шаруда, В.В. Ткачов, М.П. Фількін – Д, Нац. гірнич. ун-т, 2008. – 543 с.
10. Гурко, О.Г. Аналіз і синтез систем автоматичного керування в Matlab: навч. посіб. / О.Г. Гурко, І.Ф. Єрмоєнко – Харків: ХНАДУ, 2012. – 300 с.
11. Шаруда, В.Г. Практикум з теорії автоматичного управління: навч. посіб. / В.Г. Шаруда – Д., Нац. гірнич. ун-т, 2002. – 414 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <https://pws.npru.ac.th/sarththong/data/files/Engineering%20With%20Mathcad.pdf> [Електронний ресурс] - Brent Maxfield. Engineering With Mathcad. Using Mathcad to Create and Organize Your Engineering Calculations
2. https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf [Електронний ресурс] - Лазарєв Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с.