

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра автоматики та електроустаткування

T7633



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОСНОВИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ І УПРАВЛІННЯ

Fundamentals of automatic regulation and control

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами».

«27» серпня 2023 року. – 26 с.

Розробник: Надточий А.В., к.т.н., доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Гарант освітньо-професійної програми

«Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»

канд. техн. наук, доцент



В.А. Надточій

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» розглянуто на засіданні кафедри автоматичного та електроустаткування.

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



А.В. Надточій

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

ЗМІСТ

Вступ	4
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 дисциплін.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання	20
9. Засоби навчання	20
10. Рекомендовані джерела інформації	21
Додаток.....	23

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» передбачено формування у здобувачів вищої освіти знань та навиків основ теорії управління, вміння виконувати дослідницькі та розрахункові роботи по створенню і впровадженню у виробництво лінійних/ нелінійних автоматичних систем неперервної та дискретної дії.

Дисципліна «Основи автоматичного регулювання та управління» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку здобувачів вищої освіти до вивчення навчальних дисциплін «Автоматизоване управління судновими дизельними і газотурбінними установками», «Мікропроцесорні комплекси і системи діагностики, контролю та керування», «Основи теорії електроприводів», «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами».

Ключові слова: автоматичне управління, об'єкт управління, автоматичне регулювання.

Annotation

The work program of the study discipline «Fundamentals of automatic regulation and control» provides for the formation of knowledge and skills of the basics of control theory in students of higher education, the ability to perform research and calculation work on the creation and implementation of linear / non-linear automatic systems of continuous and discrete action in production.

The discipline «Fundamentals of automatic regulation and control» is interdisciplinary in nature, it provides training for students of higher education to study the academic disciplines «Automated control of marine diesel and gas turbine installations», «Microprocessor complexes and diagnostic, control and control systems», «Fundamentals of the theory of electric drives», «Management systems of technological objects and energy engineering processes».

Keywords: automatic control, control object, automatic regulation.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		2-й, 3-й	2-й, 3-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html	Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітня програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - Курсовий проект		4-й, 5-й, 6-й	4-й, 5-й, 6-й
Загальна кількість годин - 240		Лекції	
		4,5,6 семестр - 90 год.	24 год.
		Практичні	
		4,5,6 семестр - 45 год.	18 год.
		Лабораторні	
	-	4 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 4, 5, 6 семестр – 9; самостійної роботи студента: 4, 5, 6 семестр – 7.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		4,5,6 семестр - 105 год.	194 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		-	
		Види контролю: 4,5,6 семестр – екзамен, 6 семестр - курсовий проект	
Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Основи автоматичного регулювання та управління» є формування у здобувачів вищої освіти відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1) інтегральну компетентність:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі;

2) загальні компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

3) професійні компетентності:

ФК13. 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.

ФК18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК22*. Здатність планувати і розробляти проекти у сфері автоматизації технологічних об'єктів та процесів у різних галузях діяльності, здійснювати програмне, математичне, інформаційне та організаційне забезпечення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія систем та системний аналіз».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

ПР01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

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

ПР06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПР07. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи

вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР09. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

ПР010. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ПР011. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Предмет та завдання курсу.

Етапи розвитку електронної техніки. Основні напрямки розвитку автоматичних систем управління на сучасному етапі.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 2. Загальна характеристика об'єкта управління. Об'єкт автоматичного управління.

Параметри, що описують процес автоматичного регулювання. Однозв'язні, багатозв'язні, стійкі та нестійкі об'єкти управління. Методи зображення об'єктів управління. Функціональні схеми об'єктів управління. Структурні схеми об'єктів управління Принципи автоматичного регулювання. Розімкнуті та замкнені системи управління.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 3. Рівняння систем автоматичного регулювання.

Диференціальні рівняння систем автоматичного регулювання у формі Коші. Статичні характеристики систем автоматичного регулювання.

Лінеаризація диференціальних рівнянь систем автоматичного регулювання. Рівняння систем автоматичного регулювання у зображенні Лапласа. Передатні функції.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 4. Проходження регулярного сигналу через лінійну ланку.

Типи регулярних сигналів. Загальна характеристика лінійних ланок. Комплексні коефіцієнти передавання ланок. Передатна функція ланки. Перехідна функція ланки та її розрахунок. Вільна та вимушена складова перехідної функції. Вагова перехідна функція ланки. Стійкість ланки. Мінімально-фазові ланки. Немінімально-фазові ланки. Перетворення лінійною ланкою сигналу довільної форми.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 5. Типові ланки лінійних систем автоматичного регулювання.

Класифікація типових ланок лінійних систем автоматичного регулювання та їх характеристика. Пропорційна ланка. Інтегруюча ланка. Диференціююча ланка. Інерційна ланка. Форсуюча ланка. Інерційно-диференціююча ланка. Коливна ланка.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 6. Особливі ланки лінійних систем автоматичного регулювання.

Класифікація особливих ланок лінійних систем автоматичного регулювання. Стійкі немінімально-фазові ланки. Нестійкі ланки першого порядку. Ірраціональні ланки. Напівінтегруючі та напівінерційні ланки. Трансцендентні ланки та їх загальна характеристика. Ланка затримки. Ланка затухання.

Джерела інформації: [1-17].

Модуль 2

Змістовий модуль 2.

Тема 7. З'єднання ланок та перетворення структурних схем неперервних лінійних систем.

Типи з'єднання ланок, їх загальна характеристика. Послідовне з'єднання ланок. Визначення параметрів мінімально-фазових систем по амплітудно-частотним характеристикам. Точний метод, метод Боде. Паралельне узгоджене з'єднання ланок. Паралельне зустрічне з'єднання ланок. Перетворення структурних схем шляхом переміщення сумуючого вузла через вузол розгалуження. Перетворення структурних схем шляхом ланки через вузол. Еквівалентність перетворень структурних схем при переході від послідовного до паралельного з'єднання ланок. Правило Мейсона для передатної функції довільних вузлів структурних схем.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 8. Стійкість лінійних систем автоматичного регулювання.

Стійкість лінійних систем та їх критерії. Алгебраїчні критерії стійкості: критерій Рауса, критерій Гурвіца. Частотні критерії стійкості: критерій Михайлова, критерій Найквіста. Критерій Найквіста для логарифмічних частотних характеристик розімкнутих систем. Стійкість систем автоматичного регулювання з ірраціональними ланками. Стійкість систем автоматичного регулювання з трансцендентними ланками. Запас стійкості системи по фазі та по підсиленню.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 9. Стійкість та якість лінійних систем автоматичного регулювання.

Поняття про методи дослідження стійкості систем автоматичного регулювання. Показники якості процесу управління Якість регулювання при стандартних впливах на систему. Статична, кінетична та динамічна похибка. Вимушена складова похибки та метод її розрахунку. Ступень астатизму систем автоматичного регулювання. Частотний метод оцінки якості процесу автоматичного регулювання. Коливний коефіцієнт. Посередні методи дослідження якості процесу автоматичного регулювання. Частотні методи визначення якості процесу регулювання. Типові оцінки якості управління по логарифмічно-частотним характеристикам. Поняття про інтегральні оцінки якості перехідних процесів регулювання. Лінійні інтегральні оцінки якості перехідних процесів регулювання. Квадратичні інтегральні оцінки якості перехідних процесів регулювання. Кореневі методи оцінки якості перехідних процесів автоматичного регулювання.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 10. Синтез систем автоматичного регулювання.

Головні задачі синтезу систем автоматичного регулювання. Методи синтезу мінімальнофазових лінійних систем регулювання. Способи включення корегуючих систем у лінійні системи регулювання. Комбіновані системи регулювання та їх інваріантність. Динамічні властивості промислових об'єктів регулювання. Типові лінійні закони регулювання та їх характеристика. Пропорційний регулятор та його стійкість. Інтегруючий регулятор та його стійкість. Пропорційно-інтегруючий регулятор та його стійкість. Пропорційноінтегруючо-диференціальний регулятор та його стійкість. Поняття про методи розрахунку оптимальних параметрів настройки регулятора.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 11. Імпульсні системи автоматичного регулювання.

Стійкість та якість процесів в них. Поняття про імпульсні системи автоматичного регулювання. Еквівалентні схеми імпульсних систем автоматичного регулювання. Проходження сигналу через імпульсні системи автоматичного регулювання. Комплексний коефіцієнт передавання розімкнутих імпульсних систем регулювання. Поняття про стійкість імпульсних систем. Застосування алгебраїчних критеріїв стійкості для імпульсних систем регулювання. Застосування частотних критеріїв стійкості для імпульсних систем регулювання. Рівняння імпульсних систем регулювання

в просторі станів. Посередні методи визначення якості імпульсних систем регулювання. Поняття про синтез імпульсних систем автоматичного регулювання.

Джерела інформації: [1-17].

Тема 12. Нелінійна поведінка в системах автоматичного регулювання.

Врахування нелінійності в реальних системах регулювання. Приклади систем з штучними нелінійностями та немонотонною (екстремальною) поведінкою. Типові нелінійні ланки регулювання. Особливі ланки нелінійних систем.

Джерела інформації: [1-17].

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Курсовий проект

Визначення теми курсового проекту та складання плану. Затвердження теми і плану курсового проекту в керівника. Підбір і вивчення рекомендованої літератури. Складання бібліографії. Збір та обробка фактичних і статистичних даних. Класифікація, систематизація та опрацювання даних згідно з послідовністю розділів плану курсового проекту. Проведення розрахунків, обґрунтування пропозицій, побудова таблиць та графіків, формування висновків та здійснення редагування. Написання тексту і оформлення курсового проекту. Захист курсового проекту.

5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем дисципліни	Кількість годин									
	Разом	Денна форма навчання				Разом	Заочна форма навчання			
		у тому числі					у тому числі			
		Лекції	Лабор/ робота	Практична робота	Самостійна робота		Лекції	Лабор/ робота	Практична робота	Самостійна робота
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1.										
Тема 1. Предмет та завдання курсу	73	7		3	1	72	2		1	8
Тема 2. Загальна характеристика об'єкта управління. Об'єкт автоматичного управління		7		3	1		2		1	8
Тема 3. Рівняння систем автоматичного регулювання		7		3	1		2		1	8
Тема 4. Проходження регулярного сигналу через лінійну ланку		8		4	1		2		2	8
Тема 5. Типові ланки лінійних систем автоматичного регулювання		8		4	1		2	1	2	9
Тема 6. Особливі ланки лінійних систем автоматичного регулювання		8		4	2		2	1	1	9
Разом за змістовим модулем 1	73	45		21	7	72	12	2	8	50
Модуль 2										
Змістовий модуль 2.										
Тема 7. З'єднання ланок та перетворення структурних схем неперервних лінійних систем	77	7		4	2	78	2	1	2	9
Тема 8. Стійкість лінійних систем автоматичного регулювання		7		4			2		2	9
Тема 9. Стійкість та якість лінійних систем автоматичного регулювання		7		4	1		2		1	9
Тема 10. Синтез систем автоматичного регулювання		8		4	1		2	1	2	9
Тема 11. Імпульсні системи автоматичного регулювання		8		4	2		2		1	9
Тема 12. Нелінійна поведінка в системах автоматичного регулювання		8		4	2		2		2	9
Разом за змістовим модулем 2	77	45		24	8	78	12	2	10	54

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 3										
Змістовий модуль 3. Курсовий проект										
1. Визначення теми курсового проекту та складання плану. Затвердження теми і плану курсового проекту в керівника	10	-	-	-	10	10	-	-	-	10
2. Підбір і вивчення рекомендованої літератури. Складання бібліографії. Коригування плану курсового проекту	20	-	-	-	20	20	-	-	-	20
3. Збір та обробка фактичних і статистичних даних. Класифікація, систематизація та опрацювання даних згідно з послідовністю розділів плану курсового проекту	20	-	-	-	20	20	-	-	-	20
4. Проведення розрахунків, обґрунтування пропозицій, побудова таблиць та графіків, формування висновків та здійснення редагування. Уточнення планів з урахуванням матеріалу	20	-	-	-	20	20	-	-	-	20
5. Консультація з питань оформлення курсового проекту. Написання тексту і оформлення курсового проекту. Підготовка до захисту курсового проекту. Консультація з різних загальних питань	20	-	-	-	20	20	-	-	-	20
6. Захист курсового проекту	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 7	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
Усього годин	240	90	-	45	105	240	24	4	18	194

Примітка: для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Типові ланки лінійних систем автоматичного регулювання		1
2	Особливі ланки лінійних систем автоматичного регулювання		1
3	З'єднання ланок та перетворення структурних схем неперервних лінійних систем		1
4	Синтез систем автоматичного регулювання		1
Разом		-	4

5.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Предмет та завдання курсу	3	1
2	Загальна характеристика об'єкта управління. Об'єкт автоматичного управління	3	1
3	Рівняння систем автоматичного регулювання	3	1
4	Проходження регулярного сигналу через лінійну ланку	4	2
5	Типові ланки лінійних систем автоматичного регулювання	4	2
6	Особливі ланки лінійних систем автоматичного регулювання	4	1
7	З'єднання ланок та перетворення структурних схем неперервних лінійних систем	4	2
8	Стійкість лінійних систем автоматичного регулювання	4	2
9	Стійкість та якість лінійних систем автоматичного регулювання	4	1
10	Синтез систем автоматичного регулювання	4	2
11	Імпульсні системи автоматичного регулювання	4	1
12	Нелінійна поведінка в системах автоматичного регулювання	4	2
Разом		45	18

5.4. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	0,2-1 год /1 лекцію	4	12
2	Підготовка до практичних занять	0,2-2 год/1 заняття	4	18
3	Підготовка до лабораторних занять	1-2 год/1 заняття	-	24
4	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 2,5 (20) год. на 1 захід	5	-
5	Підготовка до екзамену		2	20
6	Виконання контрольної роботи	мінімум 15 годин на 1 роботу	-	30
7	Виконання курсового проекту	90 год. на 1 роботу	90	90
Разом			105	194

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольно-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованою розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом створення програм і отримання результатів роботи програми з використанням комп'ютерів;
- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки та організацію робочого місця.

Для практичних занять застосовується:

- практична робота, як метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);
- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточний модульний контроль у формі тестування;
- контрольні роботи (для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання);
- курсовий проект;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний екзамен дається здобувачу вищої освіти, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного екзамену набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з модулів дисципліни. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення у комбінованій формі проведення екзамену (тестування, задача та усна компонента).

При виставленні підсумкової оцінки (балів) з навчального курсу враховуються результати поточного контролю.

Виконання контрольної роботи є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Виконання курсового проекту є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за денною та заочною формою і має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які здобувачі одержують у процесі навчання, а також застосування знань на практиці. Курсовий проект виконується самостійно і не входить до тижневого аудиторного навантаження здобувача. Виконання курсового проекту дає змогу здобувачу навчитися самостійно використовувати та узагальнювати теоретичні положення та інформаційні матеріали, формулювати власні погляди стосовно невирішених проблем та обґрунтовувати висновки і пропозиції, спрямовані на розв'язання їх.

Оцінювання курсового проекту проводиться окремо за 100-бальною системою університету.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1. Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Лабораторна/практична робота

Бал	Критерії оцінювання
2,5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
1,6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.

1	2
1,2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти у формі тестування (для денної форми навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	15	13	11	9	7	5	4	3	2	1

7.2. Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	12 роб. × 2,5 бали = 30 балів	8 роб. × 2,5 бали = 20 балів
Виконання лабораторних робіт	-	4 роб. × 2,5 бали = 10 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 15 балів = 30 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	2 роб. × 15 балів = 30 балів
Всього	60	60

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
1	2
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності

1	2
7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти у формі комплексного екзамену

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти складається з тестування, усної відповіді на два контрольних питання та задачі.

Критерії оцінювання тестування здобувачів вищої освіти

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання задачі здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
10	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна
8	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна
6	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
4	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
2	Рішення представлено неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину

Критерії оцінювання усної відповіді здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання

1	2
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню

Оцінювання курсового проекту проводиться окремо за 100-бальною системою університету

Критерії оцінювання курсового проекту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
1	2	3
Пояснювальна записка	40	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 курсового проекту
	35	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 не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту
	30	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 курсового проекту

1	2	3
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проектів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації
	15	Здобувач 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
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових проектів. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали
Захист проекту	40	Доповідь логічно побудована, здобувач 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
	35	Здобувач 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	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи
	20	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи
	15	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
	10	Здобувач демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи
	5	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	2,5	Практична робота № 1	2,5
	T2	Практична робота № 2	2,5	Практична робота № 2	2,5
	T3	Практична робота № 3	2,5	Практична робота № 3	2,5
	T4	Практична робота № 4	2,5	Практична робота № 4	2,5
	T5	Практична робота № 5	2,5	Лабораторна робота № 1	2,5
	T6	Практична робота № 6	2,5	Лабораторна робота № 2	2,5
	-	-	-	Контрольна робота	15
ПМК 1			15	-	-
ЗМ 2	T7	Практична робота № 7	2,5	Лабораторна робота № 3	2,5
	T8	Практична робота № 8	2,5	Практична робота № 5	2,5
	T9	Практична робота № 9	2,5	Практична робота № 6	2,5
	T10	Практична робота № 10	2,5	Лабораторна робота № 4	2,5
	T11	Практична робота № 11	2,5	Практична робота № 7	2,5
	T12	Практична робота № 12	2,5	Практична робота № 8	2,5
	-	-	-	Контрольна робота	15
ПМК 2			15	-	-
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40	Екзамен, в т.ч.	40
		Тестування	10	Тестування	10
		Задача	10	Задача	10
		Усна відповідь	20	Усна відповідь	20
Сума			100		100

Схема оцінювання курсового проекту здобувачів вищої освіти (для денної та заочної форм навчання)

№ модуля	Параметри оцінювання	Кількість балів
ЗМ 3	Пояснювальна записка	40
	Ілюстративна частина	20
	Захист проекту	40
Разом		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Абраменко І. Г., Абраменко Д. І. Теорія автоматичного керування: консп. лекц. / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: І.Г. Абраменко, Д. І. Абраменко. – Х.: ХНУМГ, 2009. – 182 с.
2. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – На заміну ДСТУ 3008–95; чинний з 2017–07–01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 26 с.
3. Електронний конспект лекцій з дисципліни «Основи теорії авторегулювання». Методична розробка для студентів інженерних спеціальностей. Укладач Юркін І.М. УжНУ, 2019. 150 с.
4. Євстіфєєв, В.О. Теорія автоматичного керування: Ч.2 Спеціальні системи автоматичного керування: навч. пос. / За ред. Д.Й. Родькіна; Кременчуцький державний політехнічний університет. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2007. 224 с.
5. Зайцев, Г.Ф. Теорія автоматичного управління: навч. пос. / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріцький. К.: Техніка, 2002. 688 с.
6. Кондратенко, Ю.П. Системи управління: Збірник завдань до практичних занять: навч. пос. / Ю.П. Кондратенко, Г.В. Кондратенко; МОН України, МДГУ ім. П.Могили. – Миколаїв, 2006. 84 с.
7. Попович, М.Г. Теорія автоматичного керування: підручник для студентів вузів / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук; МОН України. – К.: Либідь, 2007. 656 с.
8. Самотокін Б. Б. Лекції з теорії автоматичного керування: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Житомир: ЖІТІ, 2001.
9. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування : навч. посібник / Харків : ХНАМГ, 2006. – 187 с.
10. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання(неперервні лінійні системи). Частина перша. Основи теорії систем автоматичного керування : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 218 с.
11. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина друга. Аналіз систем автоматичного керування засобами комп'ютерного моделювання : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 156 с.
12. Теорія автоматичного управління / Укл.: Николайчук Я.М., Возна Н.Я. Тернопіль: Гал-друк, 2015. 59 с.

Допоміжна література

13. Денисенко, В.А. Теорія автоматичного управління [Текст]: навч. пос. для студентів вузів / В.А. Денисенко, С.А. Бобриков, О.С. Гончаренко. – Одеса: Одеська державна академія холоду, 2010. – 100 с.

14. Кондратець, В.О. Теорія і технічні засоби систем. Автоматика та автоматизація виробництва с.-г. машин: У 2 ч.; Ч. I: підручник / В.О. Кондратець. – К.: Вышш. шк., 1993. – 319 с.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Теорія автоматичного керування» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: І. Г. Абраменко, А. О. Карюк, Д. В. Рум'янцев. – Харків: ХНУМГ, 2015. – 35 с.

16. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Теорія автоматичного керування» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: І. Г. Абраменко, А. О. Карюк, Д. В. Рум'янцев. – Харків.: ХНУМГ, 2015. – 16 с.

17. Свістельник С.С., Тютюнник А.Г., Богдановський М.В. Методичний посібник для виконання контрольних та курсових робіт з курсу «Теорія автоматичного керування» для студентів денної та заочної форми навчання. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 64 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті


18. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.

19. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.rada.gov.ua>.

20. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

Розробник:

к.т.н., доцент в.о. зав. кафедри
автоматики та електроустаткування



А.В. Надточий

Питання для модульного контролю знань

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Яку роль відіграє автоматизація на сучасному етапі розвитку науки й техніки?
2. Укажіть переваги й недоліки принципів керування, застосовуваних у САК.
3. Що таке функціональна схема САК?
4. На які класи діляться САК за метою керування?
5. На які класи діляться САК за виглядом у математичного опису?
6. Що таке перехідний процес?
7. Які типові впливи використовують при вивченні динаміки елементів і систем?
8. Які ознаки елементів системи керування відображаються на її функціональній схемі?
9. Назвіть найпоширеніші функціональні елементи систем керування.
10. На які класи розділяються системи керування за принципом дії?
11. Які переваги й недоліки мають розімкнуті системи керування?
12. Які переваги й недоліки мають замкнуті системи керування?
13. Яке диференціальне рівняння називається лінійним?
14. Як складаються диференціальні рівняння елементів САК?
15. Поясніть сутність лінеаризації.
16. Що називається передатною функцією САК або її елемента?
17. Як визначити вигляд передатної функції за заданим диференціальним рівнянням?
18. Нарисуйте перехідні характеристики типових ланок САК.
19. Що відбиває структурна схема системи керування?
20. Які вам відомі види з'єднання ланок, як визначити їхні передаточні функції?
21. Назвіть види передатних функцій замкнутих САК.
22. Які системи називаються статичними і які астатичними?
23. Як визначити передаточну функцію між довільними змінними структурної схеми САК?
24. Як з диференціального рівняння елемента одержати його рівняння статичності?
25. Як одержати в загальному випадку з диференціального рівняння перехідну функцію?
26. Як зв'язані один з одним перехідна і імпульсна функції?
27. Як з диференціального рівняння елемента одержати його передаточну функцію?
28. Як від передаточної функції елемента перейти до його рівняння динаміки в зображеннях, а потім в оригіналах?

29. За якими правилами визначаються еквівалентні передаточні функції для послідовного, паралельного і зустрічно-паралельного з'єднань лінійних елементів? Запишіть відповідні формули для випадку двох з'єднаних елементів.

30. Що таке розімкнутий контур системи, чому дорівнює його передаточна функція?

31. Як записується в загальному випадку характеристичне рівняння замкнутої системи через передаточну функцію розімкнутого контуру?

32. Які складові включає сигнал похибки в типовій системі? Від яких зовнішніх впливів вони залежать?

33. Як зв'язані сигнал похибки і його складові з передаточною функцією розімкнутого контуру?

34. Які ви знаєте часові характеристики САК?

35. Які частотні характеристики ви знаєте? Дайте їхні визначення.

36. Як експериментально визначити частотні характеристики?

37. Як визначають частотні характеристики по передаточній функції?

38. Як буде змінюватися вихідний сигнал безінерційної ланки, якщо на її вхід подати лінійний вплив? Побудуйте графік.

39. Як впливає безінерційна ланка на амплітуду і фазу синусоїдального вхідного сигналу?

40. Напишіть передаточну функцію інерційної ланки першого порядку.

41. Як проходять через інерційну ланку першого порядку гармонійні сигнали низької і високої частоти?

42. При якому значенні коефіцієнта демпфірування інерційна ланка другого порядку має аперіодичний перехідний процес, а при якому - коливальний?

43. У чому подібність і відмінність частотних властивостей інтегруючих і інерційних статичних ланок?

44. Чому диференціючі ланки погано пропускають повільно мінливі вхідні сигнали?

45. Побудуйте графік вихідного сигналу ланки запізнювання при подачі на її вхід лінійного впливу.

46. Напишіть передаточну функцію ланки запізнювання.

47. Назвіть параметри коливальної ланки, що характеризують її динамічні властивості.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Поясніть поняття «стійкість САК».

2. Що значить «стійкість у малому» і «стійкість у великому»?

3. Чому при дослідженні стійкості САК досить знати тільки однорідне диференційне рівняння?

4. У чому полягають недоліки аналізу стійкості за коренями характеристичного рівняння?

5. Перелічіть критерії стійкості і укажіть їхні особливості.

6. Що таке годограф Михайлова?

7. Що таке граничний передаточний коефіцієнт?

8. Як зв'язане розташування коренів характеристичного рівняння зі стійкістю системи?
9. Які властивості автоматичної системи прийнято розглядати при оцінці її якості?
10. Які ви знаєте прямі показники якості?
11. Що таке перерегулювання? Яку роль відіграє цей показник?
12. Як визначається величина часу регулювання?
13. Що таке частота зрізу? Що ця частота показує?
14. Як впливає передаточний коефіцієнт розімкнутого контуру на статичну і динамічну точність систем?
15. Укажіть характерні ознаки передатних функцій у статичній системі регулювання.
16. Яка система називається астатичною? Від наявності яких типових ланок у контурі системи залежить її астатизм?
17. За якою динамічною характеристикою системи регулювання оцінюють прямі показники якості? Які з них характеризують коливальність системи, а які її швидкодію?
18. Як зв'язане розташування коренів характеристичного рівняння з коливальністю системи?
19. Як зв'язаний найближчий дійсний корінь характеристичного рівняння з тривалістю перехідного процесу?
20. Як впливають параметри розімкнутого контуру на динамічні властивості замкнутої системи?
21. Які параметри графіка перехідного процесу враховуються інтегральними оцінками?
22. Який з двох перехідних процесів краще - з великою інтегральною оцінкою або малою? Чому?
23. Для яких перехідних процесів можна застосовувати лінійну інтегральну оцінку?
24. Чому для коливальних перехідних процесів доводиться застосовувати модульні або квадратичні оцінки?

Орієнтовна тематика курсових проектів

1. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання температури печі.
2. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання тиску стиснутого повітря (статична система регулювання).
3. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання тиску стиснутого повітря (астатична система регулювання).
4. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання завантаження робочих органів зернозбирального комбайна.
5. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання температури електроліту в процесі гальванічних операцій.

6. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання вологості в парнику.
7. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання температури в пастеризаторі.
8. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання температури в овочесховищі.
9. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання вологості в тваринницькому приміщенні.
10. Розробити та проаналізувати на стійкість систему автоматичного регулювання безвежною водонасосною установкою.
11. Система автоматичного керування кутової швидкості обертання мішалки ферментера.
12. Система автоматичного керування температурою середовища в ферментері.
13. Система автоматичного регулювання тиску газу.