

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**КАФЕДРА
АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ім. акад. І. І. Мартиненка**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ
КОМПЛЕКС**

з дисципліни

«ОСНОВИ АВТОМАТИКИ»

для підготовки фахівців
напряму підготовки – **144 – «Теплоенергетика»**
(шіфр і назва напряму підготовки)

Київ * 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Кафедра **АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**
ім. акад. І. І. Мартиненка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
д.т.н., проф. _____ В.В. Каплун

« _____ » _____ 2024 р.

РОЗГЛЯНУТО Й СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри автоматики та
робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

Протокол №37 від «21» травня 2024 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. _____ В.П. Лисенко

Гарант програми

к.т.н., доцент _____ О.В. Шеліманова

« _____ » _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ОСНОВИ АВТОМАТИКИ»

(назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки – **144 – «Теплоенергетика»**

(шіфр і назва напрямку підготовки)

Розробник: к.т.н., доцент _____ І.Т. Цигульов

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ * 2024

1. Опис навчальної дисципліни «ОСНОВИ АВТОМАТИКИ»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	14 – Електрична інженерія	
Напрямок підготовки	144 – «Теплоенергетика»	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	нормативна	
Загальна кількість годин	65	
Кількість кредитів ECTS	2	
Кількість змістовних модулів	4	
Форма контролю знань	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2023	
Семестр	7	
Лекційні заняття	30 год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		
аудиторних	4 год.	
самостійної роботи студента	4 год.	

Робоча програма навчального курсу «Основи автоматки» складено для освітньо-професійної підготовки бакалаврів першого рівня вищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», галузь знань «Електрична інженерія».

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни навчальної дисципліни «Основи автоматки» є формування знань та практичних навичок з теоретичного аналізу і синтезу систем автоматичного керування, що застосовуються в агропромисловому комплексі, а також удосконалення загальної інженерної підготовки студентів.

Завданням вивчення дисципліни є:

- освоєння принципів функціонування і побудови математичних моделей об'єктів і систем безперервного і дискретного керування;
- знайомство з технічними засобами САК;

оволодіння класичними методами аналізу САК в часовому і частотному доменах;

освоєння методів синтезу САК;

оволодіння сучасних методів аналізу і синтезу динамічних систем з використанням типових пакетів прикладних програм.

Інтегральні компетентності

Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики та (або) у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 01. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК 02. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК 03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 05. Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 07. Здатність працювати в команді.

ЗК 08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 09. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 10. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Фахові компетентності (ФК)

ФК 01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК 02. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК 03. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК 04. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі

ФК 05. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що

пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК 06. Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі.

ФК 07. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК 08. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК 09. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання

ФК 10. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК 11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

ФК 12. Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі.

ФК 13. Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності енергетичного обладнання теплових електростанцій; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи теплових електростанцій.

ФК 14. Здатність розробляти і реалізовувати заходи з підвищення рівня енергоекологічної ефективності при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання, аналізувати схеми теплоенергетичних і теплотехнологічних установок та процесів з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується.

ФК 15. Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання.

ФК 16. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології, в тому числі сучасні засоби комп'ютерної графіки, математичні методи і моделі для пошуку оптимальних технологічних режимів роботи обладнання теплоенергетичних об'єктів.

Програмні результати навчання

ПРН 01. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН 02. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики

ПРН 03. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН 04. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН 05. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН 06. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН 07. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти

ПРН 08. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН 09. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН 10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики

ПРН 11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН 12. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

ПРН 13. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН 14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

ПРН 15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

ПРН 16. Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки інженерної практики

ПРН 17. Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефхівців.

ПРН 18. Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проєктами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

ПРН 19. Володіти необхідним науковим підґрунтям, методиками та методами планування та здійснення експериментальних досліджень теплового

устаткування теплоенергетичних об'єктів муніципальної, промислової сфер та електростанцій.

ПРН 20. Володіти методами наукового дослідження процесів теплоенергетичного обладнання, а також вміти ефективно застосовувати сучасні електронні засоби щодо технологічного контролю, реєстрації та подальшої обробки вимірювальних параметрів при дослідженні та проектуванні теплоенергетичного устаткування.

ПРН 21. Вміти вирішувати завдання, які потребують комплексного підходу до реалізації інженерних проектів і виконувати дослідження відповідно до освітньої програми

Форми навчання – лекції, лабораторні та самостійні заняття.

Контроль знань – проміжні атестації, захист виконаних лабораторних робіт, завдання на самостійну роботу, іспит.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи теорії автоматичного керування. Аналіз і синтез лінійних систем автоматичного керування

Тема 1. Функціональний аналіз систем автоматики

Основні поняття та визначення. Сигнали систем автоматичного керування. Функціональні елементи систем автоматичного керування. Структури автоматичних систем керування. Принципи автоматичного керування. Задачі автоматичного керування. Класифікація та коротка характеристика автоматичних систем.

Тема 2. Математичний опис систем автоматичного керування

Способи опису функціональних елементів та систем автоматичного керування. Математичний опис елементів та систем автоматичного керування. Типові, або стандартні вхідні сигнали. Часові характеристики елементів та систем автоматичного керування. Частотні характеристики елементів та систем автоматичного керування. Типові динамічні ланки. Часові та частотні характеристики ланок.

Тема 3. Структурні схеми автоматичних систем і правила їх перетворення

Структурні алгоритмічні схеми систем автоматики. Правила перетворення структурних алгоритмічних схем систем автоматики. Диференціальні рівняння систем автоматичного керування. Передатні функції систем автоматичного керування.

Тема 4. Стійкість лінійних систем автоматичного керування

Поняття стійкості лінійних систем автоматичного керування. Необхідні й достатні умови стійкості САК. Необхідна умова стійкості системи. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Критерій Найквіста в логарифмічній формі. Стійкість систем із запізненням. Запаси стійкості. Вплив параметрів системи на її стійкість. Області стійкості. Метод D-розбиття.

Тема 5. Якість лінійних систем автоматичного керування

Показники якості процесів керування й регулювання. Статична точність САК. Визначення точності САК в усталених режимах за допомогою коефіцієнтів похибок. Якість роботи автоматичних систем на перехідних режимах. Непрямі методи оцінки якості перехідного процесу. Оцінка якості перехідного процесу за розподілом коренів характеристичного рівняння. Інтегральні оцінки якості перехідного процесу САК.

Тема 6. Синтез систем автоматичного керування

Корекція систем автоматичного керування. Коригувальні пристрої. Послідовні коригувальні пристрої. Паралельні коригувальні пристрої. Зустрічно-паралельні коригувальні пристрої. Коригувальні пристрої за зовнішньою дією. Методи синтезу. Синтез послідовних коригувальних пристроїв. Синтез коригувальних пристроїв за допомогою логарифмічних частотних характеристик.

Змістовий модуль 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Технічні засоби авьоматизації

Тема 7. Випадкові процеси в системах автоматичного керування

Задачі статистичного аналізу роботи лінійних автоматичних систем. Загальні відомості про випадкові процеси та їх характеристики. Ергодичні і стаціонарні випадкові процеси та визначення їх характеристик. Кореляційна функція. Енергетичний спектр. Приклади випадкових процесів (білий, сірий та рожевий шуми).

Аналіз роботи систем при випадкових збуреннях. Реакція лінійної системи на випадкове збурення. Методи визначення ймовірнісних характеристик вихідної величини. Показники якості роботи автоматичної системи при випадкових збуреннях.

Тема 8. Імпульсні системи автоматичного керування

Загальні відомості про дискретні системи автоматичного керування. Класифікація дискретних систем. Уявлення про імпульсні системи автома-

тичного керування. Класифікація імпульсних САК за видами модуляції. Математичний опис імпульсних систем автоматичного керування.

Тема 9. Нелінійні автоматичні системи

Поняття про нелінійну систему. Типові суттєві нелінійності та методи їх подання. Особливості динаміки руху нелінійних автоматичних систем. Автоколивання. Математичне моделювання динамічних режимів у нелінійних системах.

Методи аналізу нелінійних систем. Метод фазового портрету Призначення і суть методу фазового портрету. Фазові портрети лінійних систем. Метод гармонічної лінеаризації Сутність методу гармонічної лінеаризації. Метод припасування. Загальна характеристика методу. Методи визначення параметрів автоколивань. Стійкість нелінійних систем Особливості динаміки руху нелінійних систем. Загальні методи дослідження стійкості Ляпунова. Абсолютна стійкість нелінійних автоматичних систем. Критерій В. М. Попова.

Тема 10. Оптимальні системи

Поняття про оптимальне управління. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Методи побудови оптимальних алгоритмів управління: метод варіаційного обчислення, принцип максимуму Понтрягіна, динамічне програмування.

Тема 11. Вимірювальні перетворювачі систем автоматичного керування

Характеристики вимірювальних перетворювачів. Вимірювальні перетворювачі тепло- та електроенергетичних параметрів, механічних параметрів, параметрів, що характеризують хімічних склад та фізичні властивості.

Тема 12. Виконавчі механізми систем керування. Автоматичні регулятори

Виконавчі механізми: електричні, пневматичні, гідравлічні. Регулюючі органи об'ємного і дросельного типу.

Тема 13. Автоматичні регулятори

Загальні зведення. Автоматичні регулятори з лінійними законами регулювання. Пропорційний регулятор (П-регулятор). Інтегральний регулятор (І-регулятор). Пропорційно-інтегральний регулятор (ПІ-регулятор). Пропорційно-диференціальний регулятор (ПД-регулятор). Пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД-регулятор).

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	пз	лз	ср
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Основи теорії автоматичного керування. Аналіз і синтез лінійних систем автоматичного керування					
Тема 1. Функціональний аналіз систем автоматики	8	2	2	–	4
Тема 2. Математичний опис систем автоматичного керування	18	4	2	4	8
Тема 3. Структурні схеми автоматичних систем і правила їх перетворення	8	2	2	–	4
Тема 4. Стійкість лінійних систем автоматичного керування	8	2	2	2	4
Тема 5. Якість лінійних систем автоматичного керування	8	2	-	2	4
Тема 6. Синтез систем автоматичного керування	8	2	-	-	4
Модульний контроль 1	2		2		
Усього за модуль 1	60	14	10	8	28
Змістовий модуль 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Технічні засоби автоматизації					
Тема 7. Випадкові процеси в системах автоматичного керування. Аналіз роботи систем при випадкових збуреннях	10	4	2	-	4
Тема 8. Імпульсні системи автоматичного керування	10	2	-	2	4
Тема 9. Нелінійні автоматичні системи	8	2	-	2	4
Тема 10. Оптимальні системи	6	2	-	-	4
Тема 11. Вимірювальні перетворювачі систем автоматичного керування	12	2	2	-	8
Тема 12.. Виконавчі механізми систем керування.	8	2	-	2	6
Тема 13... Автоматичні регулятори	4	2	-	-	2
Модульний контроль 2	2		2	–	-
Усього за модуль 2	60	16	6	6	32
Усього за дисципліну	120	30	16	14	60

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функціональний аналіз систем автоматичного керування агропромислового комплексу (Пр. 3 № 1)	2
2	Складання диференціальних рівнянь і визначення передатних функцій технічних засобів автоматизації (Пр. 3 № 2)	2
3	Структурні алгоритмічні схеми систем автоматичного керування та правила їх перетворення (Пр. 3 № 3)	2
4	Оцінка стійкості систем автоматичного керування за допомогою	2

	алгебраїчних критерії	
5	Модульний контроль 1	2
6	Визначення характеристик стаціонарних випадкових процесів (Пр. 3 №5)	2
7	Вимірювальні мости	2
8	Модульний контроль 2	2

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок	2
2	Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок	2
3	Дослідження стійкості систем автоматичного керування за допомогою частотних критеріїв	2
4	Дослідження якості лінійних систем автоматичного керування на перехідних режимах	2
5	Дослідження часових характеристик імпульсних систем автоматичного керування	2
6	Аналіз характеристик функціональних елементів нелінійних САК	2
7	Дослідження статичних та динамічних характеристик двигунів постійного струму незалежного збудження	2

7. Індівідуальні завдання

«Функціональний та динамічний аналіз лінійних стаціонарних детермінованих системи автоматичного керування»

Мета завдання

Головним призначенням даного завдання є поглиблення теоретичних знань з теорії автоматичного керування лінійних систем автоматичного керування (САК) та одержання навичок з питань розробки, дослідження статичних та динамічних характеристик, узагальнення одержаних результатів.

Завдання на самостійну роботу

Щодо свого варіанта (табл. 1.1...1.5):

1. Виконати якісний опис системи автоматичного керування:
 - розробити структурно–функціональну схему системи автоматичного керування;
 - навести склад системи;
 - визначити вхідний корисний сигнал і перешкоду, керовану величину та керуючу дію;
 - охарактеризувати принцип автоматичного керування, що реалізовано в системі.
2. Виконати кількісний опис системи автоматичного керування:

у відповідності до характеристик функціональних елементів системи, одержати їх передатні функції та побудувати структурно–алгоритмічну схему системи автоматичного керування. У разі потреби, виконати спрощення структурно–алгоритмічної схеми системи шляхом структурних перетворень;

одержати рівняння динаміки розімкненої та замкненої систем автоматичного керування в абсолютній, стандартній, операційній та операторній формах;

визначити передатні функції $W_{y/g}(p)$ і $W_{y/f}(p)$ розімкненої автоматичної системи в операційній формі по задавальній $g(t)$ і збурюючій $f(t)$ діям;

визначити передатні функції $W_{Y/G}(s)$ і $W_{Y/F}(s)$ розімкненої автоматичної системи в операторній формі по задавальній $G(s)$ і збурюючій $F(s)$ діям;

визначити передатні функції замкненої ЛСДС (лінійної стаціонарної детермінованої системи):

по задавальній дії $g(t)$ в операційній $\Phi_{y/g}(p)$ і в операторній $\Phi_{Y/G}(s)$ формах

;

по збурювальній дії $f(t)$ в операційній $\Phi_{y/f}(p)$ і в операторній $\Phi_{Y/F}(s)$ формах;

похибки від задавальної дії $g(t)$ в операційній $\Phi_{e/g}(p)$ і в операторній $\Phi_{E/G}(s)$ формах ;

похибки від збурювальної дії $f(t)$ в операційній $\Phi_{e/f}(p)$ і в операторній $\Phi_{E/F}(s)$ формах;

одержати характеристичні рівняння розімкненої та замкненої систем.

3. Здійснити запуск середовища Matlab і створити ЛПІ–об'єкт замкненої ЛСДС з ім'ям P .

4. Визначити полюси і нулі передатної функції $\Phi_{Y/G}(s)$ замкненої ЛСДС по задаючій дії $G(s)$ та отримати карту розташування нулів і полюсів передатної функції $\Phi_{Y/G}(s)$ замкненої ЛСДС.

5. Оцінити стійкість ЛСДС за допомогою заданого методу.

6. Отримати часові характеристики ЛСДС за завданням $g(t)$ і оцінити якість перехідного процесу.

7. Отримати частотні характеристики ЛСДС та побудувати їх графіки.

8. Виконати завдання, оформити і захистити його.

Завдання виконується у вигляді читацького тексту у файлі формату *Microsoft Word* (шрифт основного тексту **Times New Roman**, 14 пікселів, через 1,5 інтервала, врівнювання по ширині).

Звіт має містити:

назву навчальної дисципліни, номер і назву роботи;

прізвище та ініціали автора, номер групи;

прізвище та ініціали викладачів;

номер варіанту;

мету завдання;

результати виконання усіх пунктів завдання: результати обчислень, графіки, висновки.

5.6. Варіанти завдань на самостійну роботу

Варіанти завдань №1...6

Вихідна структурно–функціональна схема САР (рис. 1.1 – схема 1)

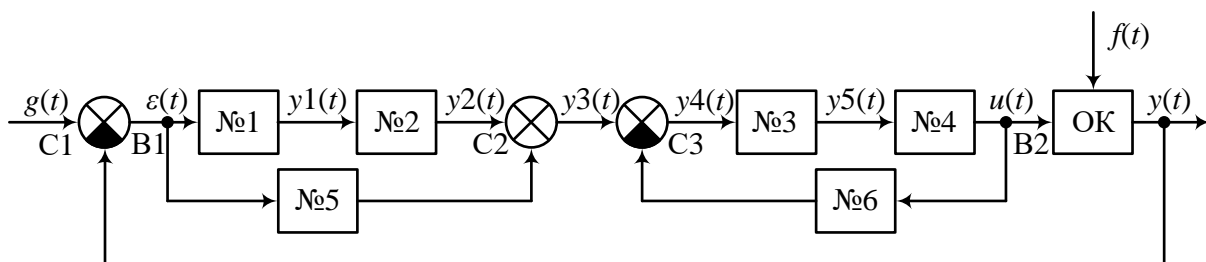


Рис. 1.1. Структурно–функціональна схема САР (схема 1)

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для схеми 1

схема/ варіант	Метод оцінки стійкості	Тип ланок та значення параметрів їх передатних функцій						
		№1 А1	№2 БІН	№3 БІН	№4 ІНТ	№5 А1	№6 БІН	ОК А1
1/1	За коренями характеристичного рівняння	$k_1 = 2$ c^{-1} ; $T_1 = 0,2$ с	$k_2 = 3$ c^{-1} ;	$k_3 = 8$ c^{-1}	$k_4 = 2$ c^{-1}	$k_5 = 4$ c^{-1} ; $T_5 = 0,2$ с	$k_6 = 0,2$ c^{-1}	$k_{OK} = 0,6$ c^{-1} ; $T_{OK} = 0,1$ с
1/2	За критерієм Гурвіця	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–
1/3	За критерієм Рауса	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–
1/4	За критерієм Михайлова	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–
1/5	За критерієм Найквіста	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–
1/6	За логарифмічними частотними характеристиками	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–	–#–

Варіанти завдань №7...12

Вихідна структурно–функціональна схема САР (рис. 1.2 – схема 2)

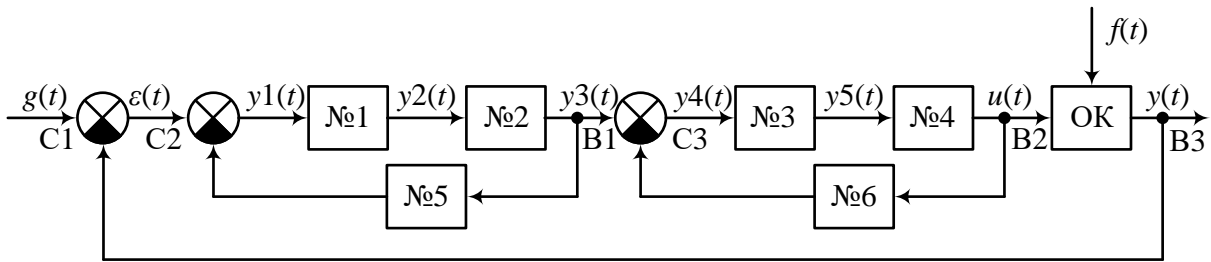


Рис. 1.2. Структурно–функціональна схема САР (схема 2)

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для схеми 2

схема/ варіант	Метод оцінки стійкості	Тип ланок та значення параметрів їх передатних функцій						
		№1 А1	№2 БІН	№3 А1	№4 ІНТ	№5 БІН	№6 РД	ОК БІН
2/7	За коренями характеристичного рівняння	$k_1 = 2$ c^{-1} ; $T_1 = 0,5$ с	$k_2 = 3$ c^{-1} ;	$k_3 = 4$ c^{-1} ; $T_3 = 0,4$ с	$k_4 = 3$ c^{-1}	$k_5 = 2$ c^{-1}	$k_6 = 2$ c^{-1} ; $T_6 = 0,1$ с	$k_{OK} = 10$ c^{-1}
2/8	За критерієм Гурвіця	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
2/9	За критерієм Рауса	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
2/10	За критерієм Михайлова	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
2/11	За критерієм Найквіста	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
2/12	За логарифмічними частотними характеристиками	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—

Варіанти завдань №13...18

Вихідна структурно–функціональна схема САР (рис. 1.3 – схема 3)

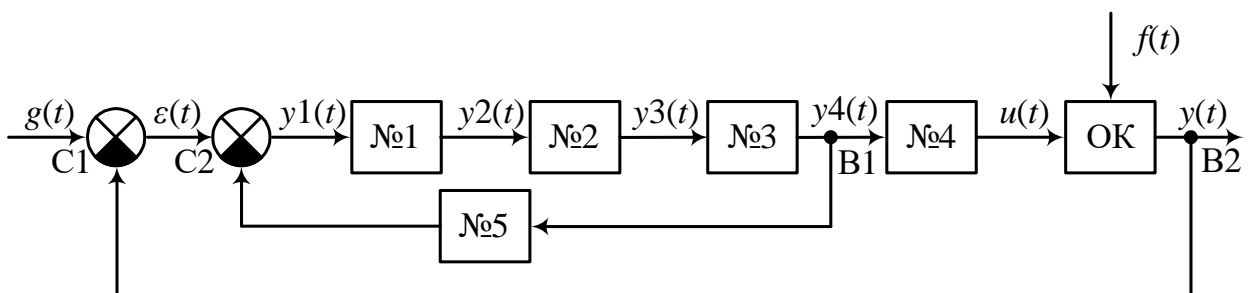


Рис. 1.3. Структурно–функціональна схема САР (схема 3)

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для схеми 3

схема/ варіант	Метод оцінки стійкості	Тип ланок та значення параметрів їх передатних функцій					
		№1 А1	№2 А1	№3 ІН	№4 БІН	№5 РД	ОК БІН

3/13	За коренями характеристичного рівняння	$k_1 = 0,2 \text{ c}^{-1};$ $T_1 = 0,4 \text{ c}$	$k_2 = 3 \text{ c}^{-1};$ $T_2 = 0,2 \text{ c}$	$k_3 = 4 \text{ c}^{-1}$	$k_4 = 0,2 \text{ c}^{-1}$	$k_5 = 0,02 \text{ c}^{-1};$ $T_5 = 0,01 \text{ c}$	$k_{\text{OK}} = 5 \text{ c}^{-1};$
3/14	За критерієм Гурвіця	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
3/15	За критерієм Рауса	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
3/16	За критерієм Михайлова	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
3/17	За критерієм Найквіста	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
3/18	За логарифмічними частотними характеристиками	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—

Варіанти завдань №19...24

Вихідна структурно-функціональна схема САР (рис. 1.4 – схема 4)

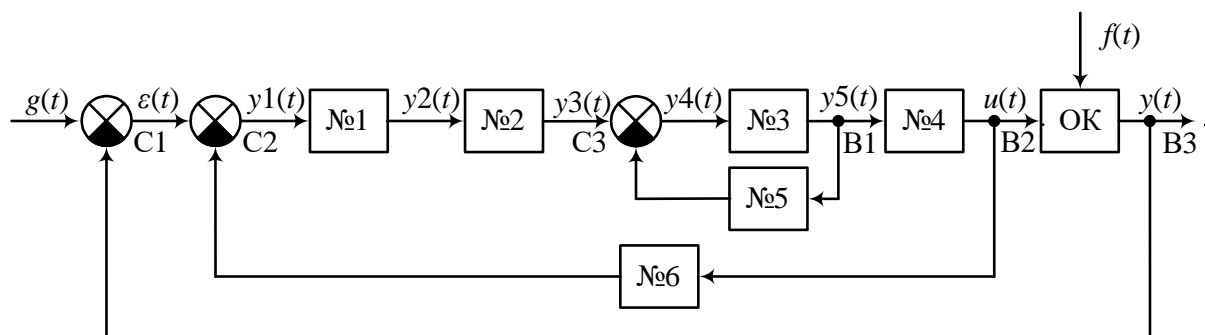


Рис. 1.4. Структурно-функціональна схема САР (схема 4)

Таблиця 1.4 – Вихідні дані для схеми 4

схема/ варіант	Метод оцінки стійкості	Тип ланок та значення параметрів їх передатних функцій						
		№1 А1	№2 БН	№3 ІНТ	№4 БН	№5 БН	№6 РД	ОК ІНТ
1/19	За коренями характеристичного рівняння	$k_1 = 0,4 \text{ c}^{-1};$ $T_1 = 0,2 \text{ c}$	$k_2 = 3 \text{ c}^{-1}$	$k_3 = 10 \text{ c}^{-1}$	$k_4 = 2 \text{ c}^{-1}$	$k_5 = 2 \text{ c}^{-1}$	$k_6 = 0.2 \text{ c}^{-1};$ $T_6 = 0,01$	$k_{\text{OK}} = 10 \text{ c}^{-1};$
1/20	За критерієм Гурвіця	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
1/21	За критерієм Рауса	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
1/22	За критерієм Михайлова	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
1/23	За критерієм Найквіста	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
1/24	За логарифмічними частотними	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—

ми характеристики ками							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Варіанти завдань №25...30

Вихідна структурно-функціональна схема САР (схема 5)

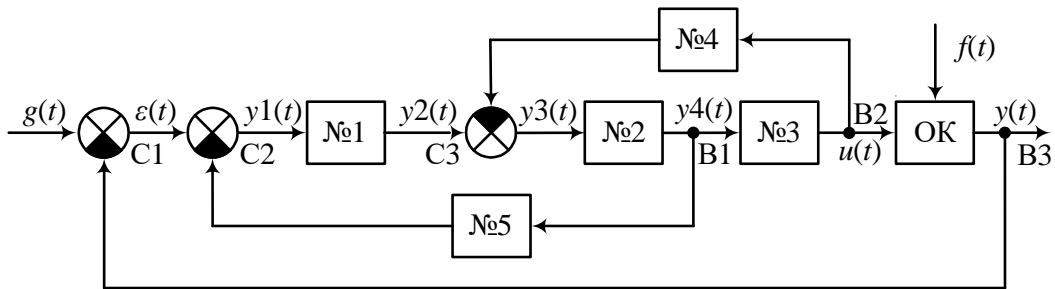


Рис. 1.5. Структурно-функціональна схема САР (рис. 1.5 – схема 5)

Таблиця 1.5 – Вихідні дані для схеми 5

схема/ варіант	Метод оцінки стійкості	Тип ланок та значення параметрів їх передатних функцій					
		№1 АІ	№2 А1	№3 ІНТ	№4 БІН	№5 БІН	ОК А1
5/25	За коренями характеристичного рівняння	$k_1 = 4 \text{ c}^{-1}$;	$k_3 = 5 \text{ c}^{-1}$; $T_5 = 0,2 \text{ c}$	$k_3 = 2 \text{ c}^{-1}$	$k_4 = 0,4 \text{ c}^{-1}$	$k_5 = 0,4 \text{ c}^{-1}$;	$k_{\text{ОК}} = 0,4 \text{ c}^{-1}$; $T_{\text{ОК}} = 0,01 \text{ c}$
5/26	За критерієм Гурвіця	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
5/27	За критерієм Рауса	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
5/28	За критерієм Михайлова	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
5/29	За критерієм Найквіста	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—
5/30	За логарифмічними частотними характеристиками	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—	—#—

8. Методи навчання

При вивченні дисципліни «Типові технологічні процеси та об'єкти виробництва» використовуються 4 групи методів навчання:

▲ I група методів – методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
<ul style="list-style-type: none"> розповідь-пояснення бесіда лекція 	<ul style="list-style-type: none"> ілюстрація демонстрація 	<ul style="list-style-type: none"> лабораторні роботи практичні роботи реферати
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>

узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних	розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
<i>Репродуктивні методи</i>	<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами	самостійна, творча пізнавальна діяльність
<i>Навчальна робота студентів під керівництвом НПП</i>	<i>Самостійна робота студентів</i>

▲ II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
<ul style="list-style-type: none"> • створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • пізнавальні ігри • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій 	<ul style="list-style-type: none"> • роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

▲ III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Компетенції</i>	<i>Функції оцінювання навчальних досягнень студента</i>
<ul style="list-style-type: none"> • соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності 	<ul style="list-style-type: none"> • контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна

▲ IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети.

9. Форми контролю

Контроль знань – проміжні атестації, допуск до виконання лабораторних робіт, захист виконаних лабораторних робіт, захист індивідуальних завдань на самостійну роботу, контрольні роботи, екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль					Рейтинг з навчальної роботи, $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи, $R_{ДР}$	Рейтинг з штрафний, $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	Змістовий модуль 5					
0...100	0...100	0...100	0...100	0...100	0 30	0 20	0 5	0 70	0 100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^1 \cdot k_{ЗМ}^1 + \dots + R_{ЗМ}^n \cdot k_{ЗМ}^n)}{K_{дис}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R_{ЗМ}^1, \dots, R_{ЗМ}^n$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$k_{ЗМ}^1, \dots, k_{ЗМ}^n$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = k_{ЗМ}^1 + \dots + k_{ЗМ}^n$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $k_{ЗМ}^1 = \dots = k_{ЗМ}^n$.

Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^1 + \dots + R_{ЗМ}^n)}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля 1 – результати семінарських виступів, тестових завдань, виконання лабораторних робіт. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання практичних робіт, тестових завдань, виконання лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється **на заліку**.

Оцінка **"Відмінно"** виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту	для заліку
90...100	A	відмінно	зараховано
82...89	B	добре	
74...81	C	задовільно	
64...73	D		
60...63	E		
35...59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю

0...34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	повторного складання не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
--------	----------	--	--

11. Методичне забезпечення

Методичні вказівки до виконання практичних робіт.

1. Методичні вказівки до виконання практичного заняття на тему: «Функціональний аналіз систем автоматичного керування агропромислового комплексу.».

2. Методичні вказівки до виконання практичного заняття на тему: «Складання диференціальних рівнянь і визначення передаточних функцій технічних засобів автоматизації».

3. Методичні вказівки до виконання практичного заняття на тему: «Структурні алгоритмічні схеми систем автоматичного керування та правила їх перетворення».

4. Методичні вказівки до виконання практичного заняття на тему: «Визначення передаточних функцій систем автоматичного керування».

7. Методичні вказівки до виконання практичного заняття на тему: «Синтез систем автоматичного керування».

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

1. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок».

2. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок».

3. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження стійкості систем автоматичного керування за допомогою частотних критеріїв».

4. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження якості лінійних систем автоматичного керування на перехідних режимах».

5. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження часових характеристик імпульсних систем автоматичного керування».

6. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження стійкості імпульсних систем автоматичного керування».

7. Методичні вказівки до виконання лабораторного заняття на тему: «Дослідження часових характеристик нелінійних систем автоматичного керування».

Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання.

1. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання на тему: «Функціональний та динамічний аналіз лінійних стаціонарних детермованих системи автоматичного керування».

2. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання на тему: «Функціональний та динамічний аналіз імпульсних системи автоматичного керування».

12. Рекомендована література

1. Лукинюк М.В. Технічні засоби автоматизації / М.В. Лукинюк, В.П. Лисенко, В.Є. Лукін, А.М. Гладкий, С.А. Шворов, А.А. Руденський, А.А. Заверткін. – Ніжин.: Видавець ПП Лисенко М.М., 2018.- 455 с.

2. Лисенко В.П. Основи автоматики. Підручник для студентів вищих навчальних закладів/Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т., Чернишенко Є.В. – К., VePrint, 2021. – 557 с.

Критерії оцінки знань студентів.

ЗАПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Що таке «керування» як процес?
2. Величина, якою керує система автоматичного керування: що це за параметр?
3. Дійсне значення керованої величини: що це за параметр?
4. Що таке задавальна дія?
5. Які дії на систему керування належать до корисних сигналів?
6. Які дії на систему керування відносять до збурень?
7. Які збурення вважаються основними та які другорядними?
8. Що таке сигнал неузгодженості в системі та яким чином його одержати?
9. Що розуміють під об'єктом керування?
10. Яким технічним устаткуванням є система автоматичного керування?
11. Назвіть функціональні елементи системи автоматичного керування, які є необхідними?
12. Які функціональні елементи дають змогу покращити характеристики системи автоматичного керування?
13. Поясніть функції керування і назвіть функціональні засоби, що виконують ці функції.
14. Ручне керування, автоматизоване керування, автоматичне керування. Поясніть суть цих філософських категорій.
15. Поясніть різницю між призначеннями системою автоматичного регулювання і системою автоматичного керування.
16. Які схеми в автоматичній застосовуються для опису роботи і дослідження автоматичних систем?
17. Яким документом визначається вид і тип схем САК?

18. За яким документом визначаються поняття: схема, вид схеми, тип схеми?
19. Що є основними складовими схеми?
20. Що є елементом схеми та пристроєм схеми?
21. Що є шифром схеми? Як позначаються вид та тип схеми? Розшифруйте шифри схем: Е2, Г3, П2.
22. Як визначається поняття «функціональна схема системи»?
23. Як графічно відображається функціональна схема системи?
24. Як скласти функціональну схему елемента, пристрою, системи автоматичного керування?
25. Які умовні позначення застосовуються при виконанні функціональних схем?
26. Поясніть суть поняття «принципова схема»?
27. Що є підставою для розробки принципової схеми?
28. Принципова електрична схема: що це за схема?
29. Подайте суттєвість слідкувального алгоритму функціонування системи керування.
30. Поясніть методика складання диференційного рівняння технічного засобу аналітичним способом.
31. В чому полягає сутність ідеалізації картини фізичних процесів, що протікають в технічному засобі автоматизації, при складанні його диференціального рівняння?
32. За допомогою яких методів здійснюється лінеаризація нелінійних диференціальних рівнянь технічних засобів автоматики та об'єктів?
33. В чому полягає сутність графоаналітичного методу лінеаризації?
34. В чому полягає сутність аналітичного методу лінеаризації?
35. Які форми запису диференціальних рівнянь технічних засобів автоматики та об'єктів застосовуються в теорії автоматичного керування?
36. В яких формах запису подані рівняння
- $$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t);$$
- $$(Tp + 1)y(t) = kx(t);$$
- $$(Ts + 1)Y(s) = kX(s)?$$
37. Якщо маємо зображення за Лапласом змінної виходу $Y(s)$ й змінної входу $G(s)$ технічного засобу автоматики чи об'єкту, то вираз
- $$W(s) = \frac{Y(s)}{G(s)}$$
- називається ??? в операторній формі?
38. Які задачі в теорії автоматичного керування можна вирішити якщо відома передаточна функція технічного засобу автоматики чи об'єкту й зображення за Лапласом вхідної змінної?
39. Якими параметрами технічного засобу автоматики визначається його передаточна функція?

40. Чи існує залежність передаточної функції технічного засобу автоматики від його вхідного сигналу?
41. Як називається знаменник передаточної функції?
42. Що є характеристичним рівнянням технічного засобу автоматики чи об'єкту?
43. Що є полюсами передаточної функції?
44. Що є нулями передаточної функції?
45. Як називається форма запису передаточної функції поданої у такий спосіб

$$W(s) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0} ?$$

46. Як називається форма запису передаточної функції поданої у такий спосіб

$$W(s) = \frac{b_m \prod_{j=1}^m (s - z_j)}{a_n \prod_{i=1}^n (s - \lambda_i)} ?$$

47. В чому полягає безпосередній зв'язок між передаточною функцією і диференціальним рівнянням технічного засобу автоматики чи об'єкту?
48. Назвіть види часових характеристик й поясніть їх сутність.
49. Які способи отримання часових характеристик існують в теорії автоматичного керування?
50. Поясніть сутність аналітичного способу визначення й розрахунку часових характеристик технічних засобів автоматики.
51. Поясніть сутність операторного способу визначення й розрахунку часових характеристик технічних засобів автоматики.
52. Які комп'ютерні технології існують для визначення й розрахунку часових характеристик технічних засобів автоматики? Дайте пояснення.
53. В чому полягає практична цінність часових характеристик?
54. Перехідна функція і перехідна імпульсна функція: що є різницею і зв'язком між ними?
55. Що розуміють під частотною характеристикою технічного засобу автоматики?
56. Назвіть методи, які дають змогу дістати частотні характеристики. Наведіть їх коротку характеристику.
57. Назвіть шляхи, які дають змогу отримати комплексну частотну передаточну функцію.
58. Визначте види частотних характеристик.
59. Викладіть методику розрахунку й побудови частотних характеристик.
60. Що розуміють під структурною схемою автоматичної системи?
61. За якими цілями використовуються структурні схеми автоматичних систем?

62. Чому відповідає заміна з'єднання ланок однією ланкою з еквівалентною передаточною функцією?
63. Наведіть найпростіші схеми з'єднань ланок в системах автоматичного керування.
64. Яке з'єднання ланок є послідовним?
65. Передаточна функція з'єднання ланок визначається виразом:

$$W(s) = \sum_{i=1}^n W_i(s)$$
 Якому з'єднанню ланок відповідає ця передаточна функція?
66. Яке з'єднання ланок є паралельним?
67. Передаточна функція з'єднання ланок визначається виразом:

$$W(s) = \prod_{i=1}^n W_i(s)$$
 Якому з'єднанню ланок відповідає ця передаточна функція?
68. Яке з'єднання ланок є зустрічно-паралельним?
69. Передаточна функція з'єднання ланок визначається виразом:

$$W(s) = \frac{W_1(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)}$$
 Якому з'єднанню ланок відповідає ця передаточна функція?
70. Передаточна функція з'єднання ланок визначається виразом:

$$W(s) = \frac{W_1(s)}{1 - W_1(s)W_2(s)}$$
 Якому з'єднанню ланок відповідає ця передаточна функція?
71. Поясніть сутність поняття «перехресні зв'язки».
72. Які правила існують для усунення перехресних зв'язків?
73. Поясніть сутність поняття «перехресні зв'язки».
74. Які правила існують для усунення перехресних зв'язків?
75. Як одержати характеристичне рівняння автоматичної системи?
76. Які критерії оцінки стійкості автоматичних систем належать до частотних?
77. Як скласти характеристичний вектор Михайлова?
78. Яким чином можна отримати криву (годограф) Михайлова?
79. Яким значенням дорівнюють складові характеристичного вектора Михайлова при $\omega = 0$ й $\omega = \infty$?
80. За яким виразом визначається кут повороту годографа Михайлова?
81. Як оцінити стійкість замкнутої автоматичної системи за критерієм Михайлова?
82. Як оцінити стійкість розімкнутої автоматичної системи за критерієм Михайлова?
83. Як формулюється критерій стійкості Михайлова?
84. Чому довжина характеристичного вектора Михайлова при зміні ω від 0 до ∞ відмінна від 0?
85. Що є особливістю критерію стійкості Найквіста?

86. Який вираз є необхідною й достатньою умовою стійкості замкнутої системи?
87. Як скласти функцію Найквіста при наявності передаточної функції розімкнутої системи?
88. Як формулюється критерій стійкості Найквіста для випадку стійкої розімкнутої системи?
89. Що таке граничний коефіцієнт підсилення (передачі) $K_{ГР}$ автоматичної системи?
90. Яким чином за допомогою критерію Найквіста можна визначити $K_{ГР}$ автоматичної системи?
91. Що таке граничний час запізнення $\tau_{ГР}$ автоматичної системи?
92. Яким чином за допомогою критерію Найквіста можна визначити $\tau_{ГР}$ автоматичної системи?
93. Запаси стійкості автоматичної системи. Що це за поняття?
94. Чому дорівнює запас стійкості за модулем $\Delta L(\omega_p)$ у реальних автоматичних систем?
95. Чому дорівнює запас стійкості за модулем $\Delta\varphi(\omega_{зр})$ у реальних автоматичних систем?
96. Поясніть поняття раціональне значення коефіцієнта підсилення (передачі) $K_{РАЦ}$ і граничне значення часу запізнення $\tau_{ГАЦ}$ автоматичної системи?
97. Назвіть типові або найбільш несприятливі вхідні дії, які застосовуються для отримання перехідних характеристик систем автоматичного керування.
98. Як називається реакція системи на одиничну ступеневу дію при нульових початкових умовах?
99. За якою динамічною характеристикою звичайно оцінюється якість процесів керування (регулювання) автоматичних систем?
100. За якими показниками оцінюється якість перехідних процесів в системах автоматичного керування?
101. Назвіть методи, що дають змогу одержати перехідну характеристику системи автоматичного керування.
102. Чи існують комп'ютерні технології, що дають можливість одержати перехідну характеристику системи автоматичного керування?
103. Якщо існують комп'ютерні технології, що дають можливість одержати перехідну характеристику системи автоматичного керування, то який оператор відтворення вхідної дії треба мати в даному випадку?
104. Яким чином можна приблизно визначити час регулювання, або час коливального перехідного процесу?
105. Поясніть фізичну сутність часу регулювання.
106. Як визначається перерегулювання за час перехідного процесу?
107. В якій функціональній залежності знаходяться статична помилка й коефіцієнт підсилення розімкненої системи?
108. Як називається усталена помилка відтворення знаючої дії, яка змінюється за законом $g(t) = g_0 \cdot 1(t)$?

109. Як називається усталена помилка відтворення знаючої дії, яка змінюється за законом $g(t) = Vt \cdot 1(t)$?
110. Як називається усталена помилка відтворення знаючої дії, яка змінюється за законом $g(t) = \frac{at^2}{2} \cdot 1(t)$?
111. Як називаються системи автоматичного керування, в яких статична помилка відтворення задаючої дії дорівнює нулю?
112. Підвищення порядку астатизму САК поліпшує чи погіршує якість перехідного процесу в системі?
113. У чому полягають основні відмінності дискретних систем від безперервних?
114. Дайте класифікацію імпульсних САК за видами модуляції.
115. Вкажіть основні переваги імпульсних систем над безперервними.
116. Що таке імпульсний елемент і якими параметрами він характеризується?
117. Як подається реальний імпульсний елемент при математичному описанні імпульсних систем?
118. Що таке екстраполятор нульового порядку?
119. Дайте визначення решітчастої функції. Чим вона відрізняється від безперервної?
120. Поясніть поняття «зміщена решітчаста функція».
121. Наведіть основні формули дискретного перетворення Лапласа.
122. Що таке z -перетворення? Чому воно придатніше для дослідження імпульсних систем, аніж дискретне перетворення Лапласа?
123. Вкажіть основні властивості z -перетворення.
124. Як визначається передаточна функція розімкнутої і замкнутої імпульсних систем?
125. Як у Matlab задати передаточну функцію неперервної частини системи?
126. Як у Matlab отримати z -перетворення заданої неперервної передаточної функції?
127. Для чого призначений Simulink?
128. Які основні блоки входять до складу Simulink?
129. Як створити робоче вікно моделі?
130. Як створити структурну схему моделі?
131. Яким чином задаються параметри елементів моделі?
132. Що розуміють під поняттям «частотні характеристики імпульсної системи»?
133. Назвіть види частотних характеристик.
134. За якою технологією можна дістати частотні характеристики імпульсної системи?
135. При фіксованому значенні частоти ω як зображується на площині $[\text{Re}^*(\omega), j \text{Im}^*(\omega)]$ комплексний коефіцієнт передачі $W(z) = \vec{W}^*(e^{j\omega T_n})$?

136. При зміні частоти ω як зображується на площині $[\operatorname{Re}^*(\omega), j\operatorname{Im}^*(\omega)]$ комплексний коефіцієнт передачі $W(z) = \overrightarrow{W}^*(e^{j\omega T_n})$ і як називається це зображення?

137. Назвіть основні особливості частотних характеристик імпульсних систем, які витікають з властивостей імпульсної передаточної функції.

138. Чим пояснюється неможливість прямого застосування логарифмічних масштабів для розрахунку й побудови частотних характеристик імпульсних систем?

139. За яких умов імпульсна і безперервна системи будуть еквівалентними?

140. У чому суть w -перетворення і як воно застосовується для розрахунку імпульсних систем?

141. Як побудувати логарифмічні характеристики імпульсних систем? Що таке псевдочастота?

142. Поясніть поняття «область низьких» і «область високих» частот, які застосовуються для спрощеної побудови ЛЧХ.

143. При яких частотах ЛЧХ імпульсної системи співпадають з частотними характеристиками безперервної системи?

144. За допомогою яких опосередованих критеріїв здійснюється дослідження стійкості імпульсних систем?

145. Яким чином можна зробити висновок про стійкість імпульсної САК за коренями її характеристичного рівняння?

146. Яким чином на комплексній площині z відбивається вираз $z = e^{j\omega_n T_n} = \cos \omega_n T_n + j \sin \omega_n T_n$?

147. Що є необхідною й достатньою умовою стійкості імпульсної САК?

148. Поясніть технологію дослідження стійкості імпульсних систем за критерієм Гурвіца.

149. Сформулюйте критерій стійкості Гурвіца для імпульсних систем.

150. Поясніть технологію дослідження стійкості імпульсних систем за критерієм Михайлова.

151. Сформулюйте критерій стійкості Гурвіца для імпульсних систем.

152. Поясніть технологію дослідження стійкості імпульсних систем за критерієм Найквіста.

153. Сформулюйте критерій стійкості Гурвіца для імпульсних систем.

154. У замкненої імпульсної системі якою залежністю зв'язані між собою похибка від задаючої дії $\varepsilon_g(t)$ і задаюча дія $g(t)$?
155. У замкненої імпульсної системі якою залежністю зв'язані між собою похибка від збудуючої дії $\varepsilon_f(t)$ і збудуюча дія $f(t)$?
156. У замкненої імпульсної системі якою залежністю зв'язані між собою похибка $\varepsilon(t)$ від задаючої $g(t)$ і збудуючої $f(t)$ дій.?
157. Вхідна дія змінюється за законом $g(t) = At^2$, де $A = \text{const}$. При якому значенні порядку астатизму ν система буде мати нульову похибку від задаючої дії?
158. Яка теорема застосовується для обчислення сталої похибки?
159. Як обчислити сталу похибку системи за задаючою дією при $f(t) \equiv 0$?
160. На вхід замкненої імпульсної системи подається постійна дія $g(t) = g_0 \mathbf{1}(t)$, z -зображення якої $G(z) = \frac{g_0 z}{z-1}$. Чому дорівнює стала похибка системи за положенням (записати аналітичний вираз)?
11. На вхід замкненої імпульсної системи подається задаюча дія $g(t) = g_1 t$, яка лінійно залежить від часу, z – зображення якої $G(z) = \frac{g_1 T_n z}{(z-1)^2}$. Чому дорівнює стала похибка системи за швидкістю (записати аналітичний вираз)?
162. На вхід замкненої імпульсної системи подається задаюча дія, яка змінюється з постійним прискоренням, тобто $g(t) = g_2 t^2$; z -зображення $g(t) = g_2 t^2$ має вид $G(z) = \frac{T_n^2}{2} \frac{g_2 z(z+1)}{(z-1)^3}$. Чому дорівнює стала похибка системи за прискоренням (записати аналітичний вираз)?
163. Що треба обчислити для розрахунку сталої похибки системи?
164. Яким способом можуть бути обчислені коефіцієнти похибки?
165. Якими показниками оцінюється якість імпульсних САК в перехідних процесах?
166. У який спосіб можна визначити показники якості імпульсних систем в перехідних процесах?
167. Що таке перехідна характеристика імпульсної системи?
168. У який спосіб можна отримати перехідну характеристику?
169. Як за перехідною характеристикою можна визначити час регулювання?
170. Як за перехідною характеристикою можна визначити перерегулювання?
171. Яким чином зв'язані між собою z -зображення вихідної змінної імпульсної системи і задаючої дії (зв'яжіть аналітичний вираз)?
172. Якими способами можна визначити оригінал за його z -зображенням?
173. Як у Matlab в формі tf представити передаточну функцію безперервної частини імпульсної системи?

174. За допомогою якого оператора середовища Matlab можна перетворити s -зображення передаточної функції системи у z -зображення?

Лекційний матеріал

Лекція №1

Вступ. Загальні відомості.

Тема 1. Функціональний аналіз автоматичних систем

Вступ

Дисципліна «**Основи автоматики**» вивчається впродовж одного семестра.

На дисципліну відведено:

на лекції 38 год.;

на лабораторні заняття 38 год.;

на самостійну роботу 32 год.;

звітність за дисципліни залік

Викладачі:

Цигульов Іван Тихонович, доцент, ктн, доцент

Цицюрський Юрій Леонтійович, асистент

Література

1. Головінський Б. Л. Теорія автоматичного управління: навч. поіб. / Б. Л. Головінський, Ю. В. Шуруб, В. П. Лисенко. – К.: Вид. Центр НУБіП України, 2012. – 240 с.

2. Лисенко В. П. Основи автоматики: теорія і практика (ч. 1): В. П. Лисенко, В. М. Решетюк, І. Т. Цигульов. – К.: Освіта України, 2012. – 540 с.

3. *Попович М.Г., Ковальчук О.В.* Теорія автоматичного керування. – К.: КНУТД, 2007. – 408 с.

Під **автоматизацією** біотехнічних об'єктів і сільськогосподарських виробничих процесів розуміється застосування автоматичних і автоматизованих пристроїв і систем для повного або часткового звільнення людини

від виконуваної ним роботи по керуванню і контролю при отриманні, обробці, передачі і використанні енергії, матеріалів, інформації і ін.

Автоматизація – один з основних напрямів науково–технічного прогресу. Механізація і автоматизація сільського господарства підвищує продуктивність праці, сприяють збільшенню випуску сільськогосподарської продукції, зростанню її якості. Ці процеси тісно зв'язані із застосуванням індустріальної технології виробництва в сільському господарстві, вдосконаленням планування і керування. Машини, механізми, комп'ютери, автоматичні системи полегшують працю людей, покращують умови праці.

Особливості автоматизації сільськогосподарських об'єктів керування

Автоматизація агропромислового виробництва в порівнянні з промисловістю має і свої особливості, які обумовлюють складність використання вже наявного досвіду.

До них відносяться:

робота з біологічними об'єктами (рослина, тварини і тому подібне). Їх стан і розвиток можна контролювати непрямими методами;

виробничі процеси розосереджені на великих відстанях, залежать від зональних і кліматичних умов, що часто мають стохастичний характер зміни;

робота установок в умовах агресивного середовища (тваринницькі ферми, комплекси);

робота установок в умовах широкого діапазону зовнішніх температур, вологості;

наявність сильних вібрацій і запиленості обмежує можливості перенесення наявного досвіду з промисловості в сільське господарство;

одночасний контроль великого числа параметрів, причому різних за фізичною природою і властивостями. У ряді випадків необхідно контролювати параметри, методи вимірювання яких ще не розроблені;

низька кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Загальні відомості

Автоматика – галузь науки і техніки, що охоплює теорію і технічні засоби систем автоматичного керування машинами і технологічними процесами. Вона виникла в ХІХ столітті з появою механізованого виробництва на базі прядильних і ткацьких верстатів, парових машин і ін., які замінили ручну працю і дали можливість підвищити його продуктивність. Сфера впливу автоматики надзвичайно велика; вона практично охоплює всі галузі народного господарства, у тому числі аграрну.

Тема 1. Функціональний аналіз автоматических систем

1.1. Основні поняття та визначення.

1.2. Конструкторська документація – схеми автоматичних систем

1.2.1. Функціональні схеми автоматичних систем

1.2.2. Принципові схеми

1.3. Сигнали автоматичних систем

1.4. Функціональні елементи автоматичних систем

1.1. Основні поняття та визначення.

Керування, об'єкт керування, функції керування, способи керування, технічний керуючий пристрій, автоматичний керуючий пристрій, система керування, система автоматичного керування, система автоматичного регулювання, автоматизована система керування

Автоматика – технічна наука, яка розроблює теорію і принципи побудови автоматичних систем, технічні засоби для їх реалізації, а також методи аналізу і синтезу цих систем.

Технологічні процеси, що протікають у агропромислових об'єктах або у агропромисловому виробництві, знаходяться під впливом збурень, які викликають відхилення координат об'єкту чи процесу від їх заданих значень.

Наприклад, зміна споживання пари від парового котлу викличе зміну тиску і температури пари. Щоб повернути ці координати до заданих значень, необхідно змінити матеріальні і енергетичні потоки, що поступають в агрегат.

1.2. Конструкторська документація – схеми

автоматичних систем

Структурно–функціональні схеми, структурно–алгоритмічні схеми, принципові схеми

При розробці, виготовленні і експлуатації системи автоматичного керування і її складових застосовують єдину систему конструкторської документації – комплекс стандартів, який визначає склад, правила розробки, оформлення і звернення конструкторської документації.

Конструкторська документація – це графічні і текстові документи, які в сукупності або окремо визначають склад і будову АС і містять всю інформацію, необхідну для її розробки, виготовлення, контролю, приймання, експлуатації і ремонту.

Конструкторська документація креслярська – це графічна документація, що складається з креслень п'яти видів.

1.2.1. Функціональні схеми автоматичних систем

Якщо всі елементи САК позначити прямокутниками, розмістивши їх у послідовності, що відповідає їх взаємодії, напрямок цієї взаємодії вказати стрілками, а всередині кожного прямокутника записати функціональне призначення елемента, що зображено цим прямокутником, то одержимо *функціональну схему* АС; лінії зі стрілками показують напрямок розповсюдження сигналу. Другорядні пристрої (джерела живлення, реле, автомати, вимикачі, запобіжники і т.ін.) на функціональних схемах не показують (рис. 1.5).

1.2.2. Принципові схеми

Принципова схема – це схема, на якій показано повний склад елементів і зв'язків між ними і яка дає детальну уяву про принцип роботи АС. Елементи позначаються у вигляді умовних графічних позначень (рис. 1.9).

1.3. Сигнали автоматичних систем

Сигнал, керована величина чи керований параметр ОК, дійсним значенням керованої величини, наказане значення керованої величини, дії, зовнішні дії, внутрішні дії, вхідний сигнал АС, задавальна дія, збурювальні дії (збурення) або переешкоди, збурювальні дії основні та другорядні, керувальна дія, сигнал неузгодженості або похибка керування

Сигнали – це сукупність потоків енергії або речовини, що або виходять функціонального елемента АС або самої системи, збурювальні і керуючі дії, а також керований параметр.

1.4. Функціональні елементи автоматичних систем

Функціональний елемент, завдання (функції), вирішувати пристроями автоматики, *пристрій інформації про задачі керування або задавальний пристрій, пристрої інформації про результати керування та про збурення або ПВП, пристрій обробки інформації (обчислювальний пристрій, ОП) або порівняльний елемент, підсилюючий пристрій, виконавчий пристрій, коригувальні пристрої*

Лекція №2

Тема 1. Функціональний аналіз автоматичних систем

1.5. Принципи автоматичного керування

1.5.1. Принцип керування за відхиленням

1.5.2. Принцип керування за збуренням

1.5.3. Принцип комбінованого керування

1.6. Задачі автоматичного керування

1.7. Класифікація та коротка характеристика автоматичних систем

1.5. Принципи автоматичного керування

В основі побудови автоматичних систем лежать деякі фундаментальні принципи керування.

Під принципом керування розуміють закон формування керуючої дії в системі, який залежить від того, чи використовується для вироблення керуючої дії причина (збурення), чи слідство (відхилення), як результат проявлення цієї причини.

Принцип керування визначається об'ємом інформації і способом формування керуючих дій технічним керуючим пристроєм.

В автоматичці відомі й широко використовуються три фундаментальних принципи автоматичного керування:

1. керування за відхиленням дійсного значення вихідної величини об'єкта керування від його заданого значення або принцип зворотного зв'язку;
2. керування за збуренням або принцип компенсації збурень;
3. комбіноване керування (керування за відхиленням і за збуренням).

1.6. Задачі автоматичного керування

В сільськогосподарському виробництві використовується велика кількість машин, установок, які вирішують різноманітні задачі. Керування машиною спрямовано на досягнення певної цілі, для якої ця машина створена. Відбиває і представляє фактичну ціль або задачу керування алгоритм функціонування. Він визначається на основі технологічних, економічних і інших вимог до зміни керованої величини ОК в процесі його функціонування.

Сукупність правил, приписувань, математичних залежностей, які визначають послідовність бажаної зміни керованої величини ОК, називають *алгоритмом функціонування* (АФ).

1. Стабілізація – це АФ, при якому АС забезпечує стале значення керованої величин $y(t)$ ОК, тобто

$$y(t) = const.$$

АС, що реалізують цей АФ, називають *системами стабілізації* або САР.

Різного роду стабілізатори напруги, струму, швидкості обертання валу, температури, вологості і інші подібні ним системи, що працюють в автоматичному режимі, є прикладами систем подібного класу і зустрічаються досить часто на практиці.

2. Програмне керування – це АФ, коли керована величина $y(t)$ ОК змінюється системою за заздалегідь заданою програмою, тобто задавальна дія системи

$$g(t) = g[\text{Progr}(t)]. \quad ()$$

АС, які реалізують цей АФ, називають *програмними* або *системами автоматичного керування*. Програма має бути задана за часом (часове програмне керування), в просторі (просторове програмне керування).

Основна відзнака систем програмного керування від систем стабілізації полягає в тому, що в системах програмного керування головною задачею є відтворення програми керування з заданою точністю. Програма задається програмним задавальним пристроєм, у якому закладена програма відповідно до потрібного АФ ОК.

При часовому програмному керуванні як ПЗП застосовують програмні реле, годинникові механізми, потенціометри, електронні носії інформації і інші.

Просторове програмне керування використовується для руху КО за певною траєкторією в просторі, по поверхні: наприклад, рух фрези за заданим контуром у токарному станку з програмним керуванням. Програма в даному випадку має бути задана у вигляді шаблону, за яким рухається копір. В системах з числовим програмним керуванням програма задається у вигляді чисел, які визначають координати обробки деталі.

3. Стеження за зміною задавального діяння – це системи, у яких алгоритм функціонування заздалегідь невідомий. Зміна керованої величини з необхідною точністю здійснюється до наперед невідомої функції часу, яка визначається задавальною дією: $g(t) = F(t)$, де $F(t)$ – наперед невідома функція часу.

1.7. Класифікація та коротка характеристика автоматичних систем

існує велика кількість різних по своєму призначенню автоматичних систем. Одні з них підтримують задану температуру, тиск, витрату рідини або газ в об'єктах керування, інші змінюють ці параметри за певною програмою. Автоматичні системи застосовують і для керування частотою обертання вала двигуна, регулювання напруги генератора, вологості і температури в теплиці,

керування насосними і вентиляційними установками, для автоматичного контролю і захисту і т. д.

Така велика різноманітність автоматичних систем вимагає науково обгрунтованої їх класифікації. В основу класифікації автоматичних систем покладені декілька найбільш ознак, використовуючи які, можна будь-яку систему керування агропромислового комплексу віднести до того або іншого класу.

При аналізі і синтезі виділяють ознаки класів систем з безперервним і дискретним часом:

лінійні (L) або нелінійні (\bar{L});

стаціонарні (C) або нестаціонарні (\bar{C});

детерміновані (D) або стохастичні (\bar{D});

зосереджені (скінченномірні) (K) або розподілені (нескінченномірні) (\bar{K}).

Ці чотири незалежні ознаки біальтернативні; тому можна налічити всього $2^4 = 16$ класів безперервних і стільки ж – дискретних систем.

1.3. Типові лінійні закони регулювання

Для виконання заданого АФ ОУ мають відповідним чином формуватися і управляючі діяння. Правило формування послідовності управляючих діянь, які забезпечують виконання заданого АФ ОУ з потрібною точністю, називається *алгоритмом управління*. АУ залежить як від АФ, так і від динамічних властивостей ОУ. Цей зв'язок може бути представлено різними математичними залежностями. В загальному випадку АУ можна подати у вигляді

$$u(t) = A[y(t), F(y, u, t)], \quad (1.6)$$

де A – оператор, який визначає математичний вид залежності (1.6).

Математична залежність, яка установлює зв'язок між управляючим діянням і управляємою величиною ОУ, називається *законом управління*.

Динамічні характеристики ОУ звичайно можуть бути апроксиміровані деякими типовими залежностями. Це дозволяє всю можливу різноманітність потрібних законів регулювання звести до декілька так званих типових законів

регулювання, які в переважній більшості випадків використовуються на практиці.

Відповідно проблема синтезу системи регулювання з цієї точки зору зводиться лише до вибору придатного (із номенклатури, яку випускає приладобудівельна промисловість) регулятора з типовим законом регулювання і визначення оптимальних значень варіюваних параметрів (так званих параметрів настроювання) вибраного регулятора. Якщо регулювання ОУ здійснюється УОМ, то задача відповідно зводиться до вибору типової програми із банку стандартних програм машини.

В практиці автоматизації сільськогосподарських технологічних процесів в більшості випадків застосовуються регулятори з наступними лінійними законами регулювання.

1. Пропорціональні регулятори (скорочено П-регулятори). Розглядаючи регулятори переміщують регулюючий орган ОУ пропорційно відхиленню регульованої величини від заданого значення, тобто по пропорційному закону (П-закон):

$$u(t) = k_{PEГ} \varepsilon(t), \quad (1.7)$$

де $u(t)$ – регулююче діяння; $\varepsilon(t)$ – відхилення; $k_{PEГ}$ – коефіцієнт передачі (підсилення) П – регулятора. Чисельно коефіцієнт передачі регулятора дорівнює переміщенню регулюючого органа, яке здійснює регулятор, при відхиленні регульованої величини на одиницю її вимірювання.

2. Інтегральні регулятори (скорочено І-регулятори). Ці регулятори переміщують регулюючий орган ОУ пропорційно інтегралу від відхилення регульованої величини, тобто по інтегральному закону (І-закон):

$$u(t) = \frac{1}{T_{IH}} \int_0^t \varepsilon(t) dt. \quad (1.8)$$

Інтегральний закон має бути записано у наступному вигляді:

$$\dot{u}(t) = \frac{1}{T_{IH}} \varepsilon(t), \quad (1.9)$$

де T_{IH} – постійна часу інтегрування, має розмірність часу.

3. Пропорційно–інтегральні регулятори (скорочено ПІ–регулятори). ПІ–регулятори переміщують регулюючий орган ОУ пропорційно сумі відхилення і інтегралу від відхилення регульованої величини, тобто по пропорційно–інтегральному закону (ПІ-закон):

$$u(t) = k_{PEI} \left[\varepsilon(t) + \frac{1}{T_{IH}} \int_0^t \varepsilon(t) dt \right], \quad (1.10)$$

де T_{IH} – *постійна часу інтегрування*, або *час ізодрому*. Характеризує ступінь введення інтегралу в закон регулювання. В динаміці ПІ-регулятор відповідає системі із двох паралельно з'єднаних ланок: пропорційної з коефіцієнтом передачі k_{PEI} і інтегруючої з коефіцієнтом передачі $\frac{k_{PEI}}{T_{IH}}$. При нескінченному збільшенні T_{IH} ПІ-регулятор перетворюється в П-регулятор. Якщо k_{PEI} і T_{IH} зменшувати до нуля, але так, щоб $\frac{k_{PEI}}{T_{IH}} = const$, то отримуємо І-регулятор з коефіцієнтом передачі $\frac{k_{PEI}}{T_{IH}}$.

4. Пропорційно–інтегрально–диференціюючі регулятори (скорочено ПІД–регулятори). Ці регулятори переміщують регулюючий орган ОУ пропорційно відхиленню, інтегралу і швидкості зміни регульованої величини, тобто по пропорційно–інтегрально–диференціюючому закону (ПІД-закон):

$$u(t) = k_{PEI} \left[\varepsilon(t) + \frac{1}{T_{IH}} \int_0^t \varepsilon(t) dt + T_D \frac{d\varepsilon(t)}{dt} \right], \quad (1.11)$$

де T_D – *постійна часу диференціювання*, або *випередження* регулятора. Характеризує ступінь введення в закон регулювання похідної. В динамічному відношенні ПІД-регулятори подібні системі із трьох паралельно з'єднаних ланок: безінерційної, інтегруючої і ідеальної диференціюючої.

При $T_D = 0$ ПІД-регулятор перетворюється в ПІ-регулятор; якщо, крім того, $T_{IH} \rightarrow \infty$, то отримуємо П-регулятор.

Характер зміни регульованої величини ОК при різних законах регулювання різний. Для порівняння на рис. 1.12 показані перехідні процеси в системі при зміні вхідного сигналу від 0 до $\varepsilon(t) = 1$.

5. Позиційні (релейні) регулятори. Ці регулятори реалізують позиційний (релейний) закон керування. Регулююча дія в цих регуляторах з'являється тільки при досягненні регульованою величиною заданого порогового значення. При цьому регулююче діяння приймає певне фіксоване значення (позицію) в залежності від того порогового значення, якого досягла регульована величина (рис.1.13).

Лекція 3

Тема 2. Математичний опис елементів і автоматичних систем

2.1. Способи опису функціональних елементів та систем автоматичного керування.

2.1.1. Способи якісного опису

2.1.2. Способи кількісного опису

2.1.1. Способи якісного опису

Для оцінки властивостей автоматичних систем та їх елементів використовуються способи якісного і кількісного опису.

Способи якісного опису, це:

- словесний опис;
- опис автоматичних систем та їх елементів за допомогою функціональних і принципових схем.

Словесний опис дає загальну характеристику автоматичної системі або елемента, основні властивості та принцип дії, пояснює схеми і математичну запис алгоритмів роботи системи. Словесний опис може супроводжуватися графіками, цифрами, таблицями і іншим ілюстративним матеріалом. Словесний опис обмежено об'ємом наявної інформації.

При проектуванні та експлуатації автоматичних систем використовують опис елементів та систем за допомогою функціональних та принципівих схем, який доповнюється словесним описом.

2.1.2. Способи кількісного опису

Для визначення кількісних значень параметрів елементів та систем застосовуються способи кількісного опису.

Способи кількісного опису, це:

- експериментальні методи досліджень об'єктів;
- аналітичні методи дослідження.

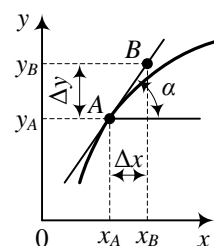
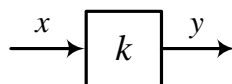
До експериментальних методів належать:

- метод активного експерименту;
- метод пасивного експерименту.

Режими руху (роботи) елементів і систем. Автоматична система або елемент в процесі роботи можуть знаходитися в різноманітних станах. Умовимося стан усієї системи або елемента характеризувати зміною за часом їх вхідного чи вихідного параметру. З цієї точки зору можливі два кількісно відмінних один від одного стану елемента або системи:

сталий стан. Він відповідає сталому руху (режиму роботи) елемента чи системи. Сталий режим роботи елемента чи системи називають *статичним режимом*. На статичному режиму роботи вхідні і вихідні сигнали елемента не змінюються у часі. Властивості систем та їх елементів (ланок) на статичному режимі визначаються *статичними характеристиками*.

Статичною характеристикою елемента (ланки) (рис. 1.9) називають залежність інформативного параметра вихідного сигналу елемента від інформативного параметра його вхідного сигналу в статичному режимі.



a

б

Рис. 1.9. Способи подання елементу автоматики:

a – структурна схема; *б* – статична характеристика

У загальному випадку статична характеристика елементу описується певним нелінійним рівнянням $y = f(x)$, лінійним – $y = kx + b$, поданими у вигляді таблиці, графіка чи формули.

За винятком спеціальних випадків, загальна вимога до статичної характеристики елементу зводиться до отримання лінійної залежності між вихідним і вхідним значеннями його сигналів.

В інженерній практиці зустрічаються елементи автоматики, статичні характеристики яких мають різний характер (рис. 1.10).

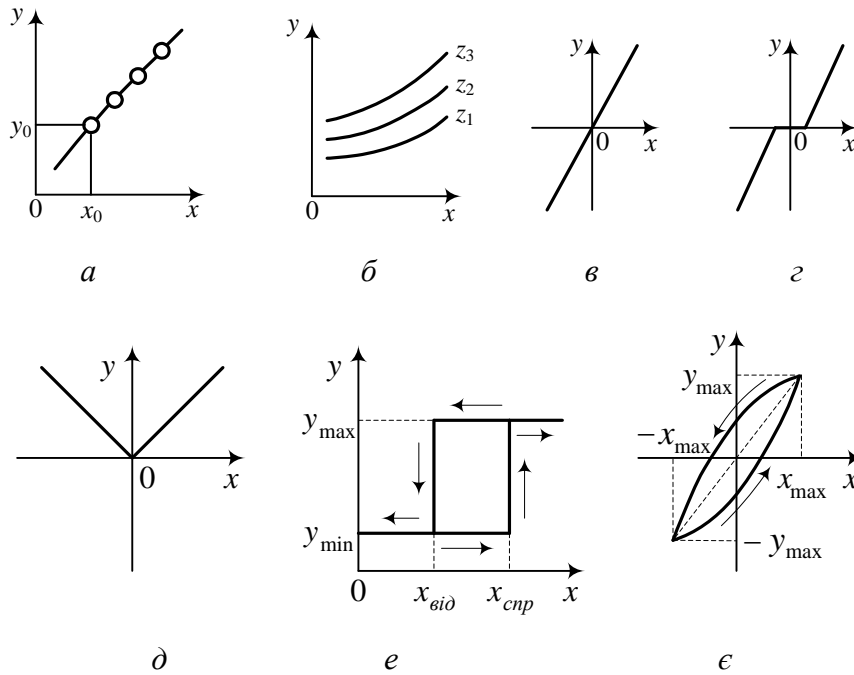


Рис. 1.10. Статичні характеристики елементів автоматики:

a - побудова статичної характеристики за експериментальними даними; *б* - сімейство статичних характеристик для різних значень величини z ; *в* - лінійна статична характеристика; *г* - типова статична характеристика двотактного (реверсивного) елементу; *д* - типова статична характеристика одноктального (нереверсивного) елементу; *е* - релейна характеристика; *є* – гистерезисна характеристика

Для кількісної оцінки впливу на вихідний сигнал елементу вхідного сигналу в довільній точці статичної характеристики використовують границю відношення приросту Δy вихідного сигналу до відповідного приросту вхідного

сигналу Δx , коли останній наближається до нуля, тобто величину похідної у вибраній точці статичної характеристики:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx} = k.$$

Цей параметр статичної характеристики називають *коефіцієнтом перетворення для вимірювальних перетворювачів* (таким він входить у рівняння перетворення вимірюваль-ного перетворювача: $y = kx$), *коефіцієнтом підсилювання для підсилювачів*, а в системах автоматичного регулювання – *коефіцієнтом передачі*.

При лінійній статичній характеристиці елемента автоматичної системи величина $k = \text{const}$.

несталий стан. Він відповідає несталому руху (режиму роботи) елемента чи системи. Несталий режим роботи елемента чи системи називають *динамічним режимом*. На динамічному режимі роботи вхідні і вихідні сигнали елемента змінюються у часі. Властивості систем та їх елементів (ланок) на динамічному режимі визначаються *динамічними характеристиками*.

Динамічною характеристикою будь-якої ланки є залежність між вихідною та вхідною величинами ланки за часом або за частотою. Тому динамічні характеристики розділяються на часові й частотні.

Основними часовими характеристиками динамічних ланок є:

диференціальне рівняння;

перехідна функція $h(t) = y(t)$, яка являє собою реакцію ланки на одиничну ступінчасту вхідну дію $x(t) = 1(t)$;

перехідна імпульсна функція (функція ваги), що є реакцією на $\delta(t)$ – функцію або є похідною від перехідної функції

$$w(t) = \frac{d}{dt} h(t);$$

передаточна функція $W(s)$.

Частотні характеристики:

АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛДЧХ, ЛФЧХ.

Диференціальні рівняння. Звичайне лінійне диференціальне рівняння n -го порядку з постійними коефіцієнтами зазвичай записується так:

$$\begin{aligned} a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = \\ = b_m \frac{d^m g(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} g(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dg(t)}{dt} + b_0 g(t), \end{aligned} \quad (2.3)$$

де a_i ($i = 0, 1, 2, \dots, n$), b_j ($j = 0, 1, 2, \dots, m$) – постійні коефіцієнти, причім для технічно реалізуючих елементів (систем) завжди $m \leq n$.

Форми запису лінійних диференціальних рівнянь елементів й систем автоматичного керування.

В автоматичній й в теорії автоматичного керування використовуються такі форми запису лінійних диференціальних рівнянь: абсолютна; відносна чи безрозмірна; стандартна; операційна; канонічна або форма Коші; операторна.

Передаточні функції. В автоматичній й в теорії автоматичного керування поняття «передаточна функція» визначається поданням лінійних диференціальних рівнянь в операторній й в операційній формах запису.

Передаточною функцією елемента (системи) $W(s)$ в операторній формі називається відношення зображень по Лапласу змінних виходу і входу за нульових початкових умов, тобто

$$W(s) = \frac{Y(s)}{G(s)},$$

де інтегральне перетворення Лапласа (P. Laplace) визначається так:

$$Y(s) = L\{y(t)\} = \int_0^t y(t)e^{-st} dt;$$

$$G(s) = L\{g(t)\} = \int_0^t g(t)e^{-st} dt.$$

Часові характеристики. Часові характеристики є однією з форм подання операторів перетворення змінної $g(t)$ в змінну $y(t)$.

Змінна виходу визначається як інтеграл згортки

$$y(t) = \int_0^t w(\tau)g(\tau)d\tau, \quad (2.42)$$

де $w(t)$ – імпульсна перехідна функція або функція ваги, тобто в цьому випадку оператор перетворення має форму інтегрального рівняння.

Інша, часова характеристика, що часто застосовується, – *перехідна характеристика* (функція, перехідний процес) – це зміна за часом її вихідної величини (реакція системи), коли на вхід подано сигнал у виді одиничної ступінчастої функції

$$1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq 0, \\ 0 & \text{при } t < 0. \end{cases}$$

Частотні характеристики. Частотні характеристики елементів і систем відображають залежність амплітуди $A_y(\omega)$ і фази $\varphi_y(\omega)$ сталих коливань

вихідного сигналу $y(t)$ від кутової частоти ω при постійних значеннях амплітуди $A_x(\omega)$ і фази $\varphi_x(\omega)$ вхідного сигналу $x(t)$.

При вивченні частотних характеристик ми вважаємо, що на вхід елемента або системи подається гармонійна функція (синусоїдальний сигнал)

$$x(t) = A_x(\omega) \cdot \sin[\omega \cdot t + \varphi_x(\omega)] \quad (2.43)$$

з кутовою частотою ω , амплітудою $A_x(\omega)$ і фазою $\varphi_x(\omega)$. Амплітуда і фаза вхідного сигналу постійні.

Потрібно знайти реакцію елемента (системи) на це діяння в сталому режимі. Змушувана реакція лінійного елемента (системи) буде являти собою також гармонійний сигнал

$$y(t) = A_y(\omega) \cdot \sin[\omega \cdot t + \varphi_y(\omega)] \quad (2.44)$$

такої ж кутової частоти, але з амплітудою $A_y(\omega)$ і фазою $\varphi_y(\omega)$, в загальному випадку відмінними від амплітуди $A_x(\omega)$ і фази $\varphi_x(\omega)$ вхідного сигналу (рис. 2.10).

Лекція 4.

Тема 2. Математичний опис елементів і автоматичних систем

2.5. Типові динамічні ланки

Елементи автоматичних систем, як і самі системи, можуть описуватися диференціальними рівняннями досить високого порядку, і в загальному випадку їх передаточні функції можуть бути записані так:

$$W(\omega) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}. \quad (1.71)$$

Відомо, що поліном довільного порядку можна розкласти на прості множники вигляду:

$$k; ks; (a_1 s + a_0); (a_2 s^2 + a_1 s + a_0). \quad (1.72)$$

Тому передаточну функцію (1.71) можна представити як добуток множників вигляду:

$$k; ks; (ks+1); (T^2 s^2 + 2\xi T \cdot s + 1); \frac{1}{s^\nu}; \frac{1}{T \cdot s + 1}; \frac{1}{T^2 s^2 + 2\xi T \cdot s + 1}, \quad (1.73)$$

де k, ν, T, ξ – постійні. Причём $k > 0$; ν – ціле число і більше нуля; $T > 0$; $0 < \xi < 1$.

Множники (1.73) визначають різні типові (елементарні) динамічні ланки.

Динамічна ланка, характеристики якої описуються диференціальним (алгебраїчним) рівнянням не вище другого порядку, називається *типовою (елементарною) динамічною ланкою*.

Позиційні ланки. До позиційних ланок відносяться: *ідеальна підсилювальна (безінерційна); аперіодична (інерційна) першого порядку; аперіодична (інерційна) другого порядку; коливальна і консервативна*.

Ідеальна підсилююча (безінерційна) ланка. Ідеальною підсилювальною (без-інерційною) ланкою називають ланку, яка описується диференціальним рівнянням такого вигляду:

$$y(t) = kx(t), \quad (5.3)$$

де $x(t)$ – вхідний сигнал ланки; $y(t)$ – вихідний сигнал ланки; k – будь-яке число, що називається коефіцієнтам передачі.

В операторній формі диференціальне рівняння ланки може бути записане так:

$$Y(s) = kX(s).$$

Передаточна функція елементарної ланки має вигляд:

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = k,$$

тобто передаточна функція безінерційної ланки чисельно дорівнює коефіцієнту передачі.

НУБіП України
Ф–7.5–2.1.8–04

Структурно–логічна схема викладання дисципліни
«Теоретичні основи автоматики»

Номер змістового модуля	Розділ дисципліни	Тема лекції	Тема лабораторного (практичного) заняття	Форма контролю знань
		<p>Лекція №1 Вступ: короткий історичний наріс про автоматику; предмет вивчення автоматики; завдання і цілі навчальної дисципліни «Теоретичні основи автоматики»; об’єм і звітність по дисципліні. Тема 1. Основні поняття та визначення: класифікація автоматичних систем; математичні моделі об’єктів і автоматичних систем: поняття про автоматизацію, визначення і термінологія; основні поняття і класифікація автоматичних систем; поняття про</p>	<p><i>Практичне заняття №1</i> Тема. Схеми автоматичних систем і елементів сільськогосподарської автоматики</p>	

1	<i>Характеристики динамічних ланок та автоматичних систем. Основи аналізу систем автоматики</i>	функційний елемент автоматичної системи; класифікація функційних елементів автоматики		Модульний контроль (Модульне тестування)
		Лекція №2 Тема 1. (продовж): принципи автоматичного керування; способи опису функціональних елементів та автоматичних систем; математичний опис елементів та автоматичних систем	<i>Практичне заняття №2</i> Тема. Складання диференційних рівнянь й визначення передавальних функцій технічних засобів автоматизації	
		Лекція №3 Тема 1. (продовж): типові, або стандартні вхідні сигнали; часові характеристики елементів та автоматичних систем	<i>Практичне заняття №3</i> Тема . Визначення й побудова часових характеристик технічних засобів автоматизації	
		Лекція №4 Тема 1 (продовж): частотні характеристики елементів та автоматичних систем	<i>Практичне заняття №4</i> Тема . Визначення й побудова частотних характеристик технічних засобів автоматизації	
		Лекція №5 Тема 1 (продовж): типові динамічні ланки; безінерційна ланка ; аперіодична ланка першого порядку; аперіодична ланка другого порядку; коливальна ланка; консервативна ланка	<i>Лабораторна робота №1.</i> Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок	
		Лекція №6 Тема 1 (продовж): типові	<i>Лабораторна робота №1.</i> Дослідження часових	

		динамічні ланки; ідеальна інтегруюча ланка; реальна інтегруюча ланка; ідеальна диференціююча ланка; реальна диференціююча ланка; ланка чистого запізнення	характеристик елементарних динамічних ланок	
		Лекція №7 Тема 1 (продовж): з'єднання ланок: послідовне, паралельне та зустрічно-паралельне з'єднання; правила перетворення структурних схем автоматичних систем	<i>Лабораторна робота №1.</i> Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок	
		Лекція №8 Тема 1 (продовж): диференціальні рівняння та передавальні функції автоматичних систем: передавальна функція розімкнутої системи; рівняння динаміки розімкнутої системи; передавальні функції замкнутої системи; рівняння динаміки замкнутої системи	<i>Лабораторна робота №2.</i> Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок	
		Лекція №9 Тема 2. Стійкість лінійних автоматичних систем: поняття стійкості лінійних автоматичних систем; необхідні та достатні умови стійкості	<i>Лабораторна робота №2.</i> Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок Модульний контроль	
		Лекція №10 Тема 2 (продовж):	<i>Лабораторна робота №2.</i>	

2	<i>Технічні засоби автоматизації</i>	поняття про критерії стійкості автоматичних систем; алгебраїчні критерії стійкості; частотні критерії стійкості; критерій стійкості Михайлова; критерій стійкості Найквіста	Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок	Модульний контроль (Модульне тестування)
		Лекція №11 Тема 3. Якість лінійних автоматичних систем : показники якості процесів керування; методи оцінки якості автоматичних систем на сталих режимах; вплив структури системи на її точність на сталих режимах. статичні і астатичні автоматичні системи; методи оцінки якості автоматичних систем на перехідних режимах	<i>Лабораторна робота №3.</i> Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою частотних критеріїв	
		Лекція №12 Тема 4. Корекція автоматичних систем: необхідність корекції; електричні коригуючі пристрої; послідовні коригуючі пристрої; активні коригуючі пристрої; паралельні коригуючі пристрої	<i>Лабораторна робота №3.</i> Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою частотних критеріїв	
		Лекція №13 Тема 5. Класифікація елементів автоматики. Загальні властивості	<i>Лабораторна робота №4.</i> Методи отримання перехідної характеристики лінійних автоматичних систем, дослідження якості їх	

		<p>елементів автомати-ки: елементи автоматизованих систем управління технологічними процесами; статичні та динамічні характеристики</p>	<p>роботи та вибір раціонального коефіцієнту передачі системи</p>	
		<p>Лекція №14 Тема 5 (продовж): датчики автоматичних систем: призначення, класифікація, основні параметри та характеристики</p>	<p><i>Лабораторна робота №4.</i> Методи отримання перехідної характеристики лінійних автоматичних систем, дослідження якості їх роботи та вибір раціонального коефіцієнту передачі системи</p>	
		<p>Лекція №15 Тема 5 (продовж): реле та перемикаючі пристрої в системах автоматики: загальні зведення, класифікація та основні характеристики реле; реле постійного та змінного струму; нейтральні та поляризовані реле; геркони, безконтактні реле; реле часу; путні перемикаючі пристрої</p>	<p><i>Лабораторна робота №5.</i> Вивчення реле часу та аналіз їх роботи</p>	
		<p>Лекція №16 Тема 5 (продовж): Підсилюючі пристрої автоматичних систем: призначення, класифікація, основні характеристики; тиристорні підсилювачі змінно-</p>	<p><i>Лабораторна робота №6.</i> Дослідження характеристик сельсинної системи дистанційного передавання інформації</p>	

		го струму; підсилювач постійного струму з перетворенням	
		Лекція №17 Тема 5 (продовж): Логічні елементи: загальні зведення про логічні елементи; основні логічні функції, їх перетворення і реалізація релейно– контактними еле- ментами; математичний запис; таблиця станів.; закони та наслідки алгебри логіки; мінімізація логічних схем	<i>Лабораторна робота №7.</i> Вивчення й аналіз роботи логічних еле- ментів автоматики
		Лекція №18 Тема 5 (продовж): виконавчі прист- рої: загальні зведення про виконавчі пристрої; класифікація; характеристики виконавчих механізмів; електричні виконавчі механізми; гідравлічні та пневматичні виконавчі пристрої	<i>Лабораторна робота №8</i> Дослідження характеристик датчика освітленості та аналіз роботи приладу кон- тролю полум'я Модульний контроль
		Лекція №19 Тема 5 (продовж): Автоматичні регулятори: загальні зведення про автоматичні регулятори: основні закони регулювання та їх реалізація в регуляторах; ідеальні регулятори; реальні регулятори; настроювання	Залік

		параметрів ідеальних регуляторів		
--	--	--	--	--

**НУБіП України
Ф–7.5–2.1.8–05**

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
ЗАНЯТЬ**

для _____
3 дисципліни
«Теоретичні основи автоматики»
Факультет **Енергетики і автоматики**
1 курс 2 семестр
2014/ 2015 навчальний рік

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету

_____ І.П.Радько
доцент, ктн _____

І.Т.Цигульов
(вчене звання, ступінь, прізвище викладача)

число тижнів

19

лекцій

38 год

лабораторних занять

38год

самостійна

робота.....32

години

залік
3,5 год
разом
111,5 год

Тижні	Лекції	Кількість годин	Лабораторні (практичні) заняття	Кількість годин
1	<p>Лекція №1</p> <p>Вступ: короткий історичний наріс про автоматизацію; предмет вивчення автоматизації; завдання і цілі навчальної дисципліни «Теоретичні основи автоматизації»; об'єм і звітність по дисципліні.</p> <p>Тема 1. Основні поняття та визначення: класифікація автоматизованих систем; математичні моделі об'єктів і автоматизованих систем: поняття про автоматизацію, визначення і термінологія; основні поняття і класифікація автоматизованих систем; поняття про функційний елемент автоматизованої системи; класифікація функційних елементів автоматизації</p>	2	<p><i>Практичне заняття №1</i></p> <p>Тема. Схеми автоматизованих систем і елементів сільськогосподарської автоматизації</p>	2
2	<p>Лекція №2</p> <p>Тема 1. (продовж): принципи автоматизованого керування; способи опису функціональних елементів та автоматизованих систем; математичний опис елементів та автоматизованих систем</p>	2	<p><i>Практичне заняття №2</i></p> <p>Тема. Складання диференціальних рівнянь й визначення передавальних функцій технічних засобів автоматизації</p>	2
3	<p>Лекція №3</p> <p>Тема 1. (продовж): типові, або стандартні вхідні сигнали; часові характеристики елементів та автоматизованих систем</p>	2	<p><i>Практичне заняття №3</i></p> <p>Тема . Визначення й побудова часових характеристик технічних засобів автоматизації</p>	2
4	<p>Лекція №4</p> <p>Тема 1 (продовж): частотні характеристики елементів та автоматизованих систем</p>		<p><i>Практичне заняття №4</i></p> <p>Тема . Визначення й побудова частотних характеристик технічних засобів автоматизації</p>	
5	<p>Лекція №5</p> <p>Тема 1 (продовж): типові динамічні ланки; безінерційна ланка ; аперіодична ланка першого порядку; аперіодична ланка другого порядку; коливальна ланка; консервативна ланка</p>	2	<p><i>Лабораторна робота №1.</i></p> <p>Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок</p>	2

6	Лекція №6 Тема 1 (продовж): типові динамічні ланки; ідеальна інтегруюча ланка; реальна інтегруюча ланка; ідеальна диференціююча ланка; реальна диференціююча ланка; ланка чистого запізнення	2	<i>Лабораторна робота №1.</i> Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок	2
7	Лекція №7 Тема 1 (продовж): з'єднання ланок: послідовне, паралельне та зустрічно–паралельне з'єднання; правила перетворення структурних схем автоматичних систем	2	<i>Лабораторна робота №1.</i> Дослідження часових характеристик елементарних динамічних ланок	2
8	Лекція №8 Тема 1 (продовж): диференціальні рівняння та передавальні функції автоматичних систем: передавальна функція розімкнутої системи; рівняння динаміки розімкнутої системи; передавальні функції замкнутої системи; рівняння динаміки замкнутої системи	2	<i>Лабораторна робота №2.</i> Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок	2
9	Лекція №9 Тема 2. Стійкість лінійних автоматичних систем: поняття стійкості лінійних автоматичних систем; необхідні та достатні умови стійкості	2	<i>Лабораторна робота №2.</i> Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок Модульний контроль	2
10	Лекція №10 Тема 2 (продовж): поняття про критерії стійкості автоматичних систем; алгебраїчні критерії стійкості; частотні критерії стійкості; критерій стійкості Михайлова; критерій стійкості Найквіста	2	<i>Лабораторна робота №2.</i> Дослідження частотних характеристик елементарних динамічних ланок	2
11	Лекція №11 Тема 3. Якість лінійних автоматичних систем : показники якості процесів керування; методи оцінки якості автоматичних систем на сталих режимах; вплив структури системи на її точність на сталих режимах. статичні і астатичні автоматичні системи; методи оцінки якості автоматичних систем на перехідних режимах	2	<i>Лабораторна робота №3.</i> Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою частотних критеріїв	2
12	Лекція №12 Тема 4. Корекція автоматичних систем: необхідність корекції; електричні коригуючі пристрої; послідовні коригуючі пристрої; активні коригуючі пристрої; паралельні коригуючі пристрої	2	<i>Лабораторна робота №3.</i> Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою частотних критеріїв	2

13	Лекція №13 Тема 5. Класифікація елементів автоматики. Загальні властивості елементів автоматики-ки: елементи автоматизованих систем управління технологічними процесами; статичні та динамічні характеристики	2	<i>Лабораторна робота №4.</i> Методи отримання перехідної характеристики лінійних автоматичних систем, дослідження якості їх роботи та вибір раціонального коефіцієнту передачі системи	2
14	Лекція №14 Тема 5 (продовж): датчики автоматичних систем: призначення, класифікація, основні параметри та характеристики	2	<i>Лабораторна робота №4.</i> Методи отримання перехідної характеристики лінійних автоматичних систем, дослідження якості їх роботи та вибір раціонального коефіцієнту передачі системи	2
15	Лекція №15 Тема 5 (продовж): реле та перемикаючі пристрої в системах автоматики: загальні зведення, класифікація та основні характеристики реле; реле постійного та змінного струму; нейтральні та поляризовані реле; геркони, безконтактні реле; реле часу; путні перемикаючі пристрої	2	<i>Лабораторна робота №5.</i> Вивчення реле часу та аналіз їх роботи	2
16	Лекція №16 Тема 5 (продовж): Підсилюючі пристрої автоматичних систем: призначення, класифікація, основні характеристики; тиристорні підсилювачі змінного струму; підсилювач постійного струму з перетворенням	2	<i>Лабораторна робота №6.</i> Дослідження характеристик сельсинної системи дистанційного передавання інформації	2
17	Лекція №17 Тема 5 (продовж): Логічні елементи: загальні зведення про логічні елементи; основні логічні функції, їх перетворення і реалізація релейно-контактними елементами; математичний запис; таблиця станів.; закони та наслідки алгебри логіки; мінімізація логічних схем	2	<i>Лабораторна робота №7.</i> Вивчення й аналіз роботи логічних елементів автоматики	2
18	Лекція №18 Тема 5 (продовж): виконавчі пристрої: загальні зведення про виконавчі пристрої; класифікація; характеристики виконавчих механізмів; електричні виконавчі механізми; гідравлічні та пневматичні виконавчі пристрої	2	<i>Лабораторна робота №8</i> Дослідження характеристик датчика освітленості та аналіз роботи приладу контролю полум'я Модульний контроль	2
19	Лекція №19 Тема 5 (продовж): Автоматичні	2	Залік	2

регулятори: загальні зведення про автоматичні регулятори: основні закони регулювання та їх реалізація в регуляторах; ідеальні регулятори; реальні регулятори; настроювання параметрів ідеальних регуляторів			
---	--	--	--

Лектор **І.Т.Цигульов**
Зав.кафедри **В.П.Лисенко**
Результати перевірки виконання календарного плану

Дата _____

Перевірив _____

НУБіП України
Ф–7.5–2.1.8–03

Протокол

погодження навчальної дисципліни «**Теоретичні основи автоматики**»
з іншими дисциплінами для підготовки фахівців напряму підготовки – **6.100101**
– «**Енергетика**
та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі»

Дисципліна та її розділи, що передують вивченню дисципліни «Теоретичні основи автоматики»	Прізвище, ініціали, вчена ступінь та вчене звання ви кладача, що забезпечує попередню дисципліну	Підпис	Дисципліна та її розділи, у яких використовуються матеріали дисципліни «Теоретичні основи автоматики»	Прізвище, ініціали, вчена ступінь та вчене звання ви-викладача, що забезпечує наступну дисципліну	Підпис
Вища математика	Панталієнко Л.А., доцент, кфмн		Основи електроприподу	Лавриненко Ю.М., доцент, ктн	
Загальна фізика	Ільїн П.П., доцент, кфмн		Електротехнології і електроосвітлення	Червінський Л.С., професор, дтн	
Електротехніка і	Пузанов А.П.,		Курсове та	НПП кафедри	

електромеханіка	доцент, ктн		дипломне проектування		
Загальна хімія	Пономарьова І.Г., доцент, кхн				
Гідрогазодинаміка	Васеленков В.Г., доцент, ктн				
Термодинаміка і теплотехніка	Драганов Б.Х., професор, дтн				

Таблиця 3.1

Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид діяльності	Кількість балів	З урахуванням ваги модуля
Модуль 1		
Навчальна робота		
Лабораторна робота №1	8	
Лабораторна робота №2	8	
Лабораторна робота №3	8	
Лабораторна робота №4	8	
Практична робота №1	4	
Практична робота №2	4	
Практична робота №3	4	
Практична робота №4	4	
Самостійна робота №1	7	
Самостійна робота №2	7	
Самостійна робота №3	7	
Самостійна робота №4	7	
Самостійна робота №5	7	
Самостійна робота №6	7	
Модульний контроль 1	10	
Усього за модуль 1	100	40 %
Модуль 2		
Навчальна робота		
Лабораторна робота №5	10	
Лабораторна робота №6	10	
Лабораторна робота №7	10	
Практична робота №5	6	
Практична робота №6	6	
Самостійна робота №7	8	
Самостійна робота №8	8	
Самостійна робота №9	8	
Самостійна робота №10	8	
Самостійна робота №11	8	
Самостійна робота №12	8	
Модульний контроль 2	10	
Усього за модуль 2		
Підсумкова атестація		
Екзамен	100	30 %
Усього за дисципліну	300	100 %