

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**Кафедра автоматики та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка**

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
дисципліни

«Основи автоматики»

для підготовки фахівців
галузі знань 14 Електрична інженерія

за напрямом підготовки 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. академіка І.І. Мартиненка

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. директора ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
_____ (проф. В.В.Каплун)

“ _____ ” _____ 2020_ р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

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

Протокол від “19 ” червня 2020 р. № 37_

Завідувач кафедри

_____ (професор В. П. Лисенко)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи автоматики

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження _____
(назва факультету)

Розробники: доцент, к.ф.-м.н., доцент А.М.Гладкий

Київ – 2020

1. Опис навчальної дисципліни

Основи автоматики

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	<u>14 Електрична інженерія</u> (шифр і назва)	
Спеціальність	<u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u> (шифр і назва)	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<u>бакалавр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	<u>240</u>	
Кількість кредитів ECTS	<u>8</u>	
Кількість змістових модулів	<u>4</u>	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	<u>Основи автоматики</u> (назва)	
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	<u>2, 3</u>	<u> </u>
Семестр	<u>4, 5</u>	<u> </u>
Лекційні заняття	<u>45</u> год.	<u> </u> год.
Практичні, семінарські заняття	<u>15</u> год.	<u> </u> год.
Лабораторні заняття	<u>60</u> год.	<u> </u> год.
Самостійна робота	<u>110</u> год.	<u> </u> год.
Індивідуальні завдання	<u> </u> год.	<u> </u> год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	<u>3; 4</u> год. <u>3,5</u> год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів на основі системного підходу особистісного світогляду, який дозволяє вільно орієнтуватись у теоретичних і практичних засадах реалізації і використання сучасних систем автоматики в технологічних процесах агропромислового виробництва.

Завданням дисципліни є формування знань та практичних умінь з методів аналізу та синтезу систем автоматики, електротехнічних та електромеханічних засобів автоматики, а також використання систем автоматики в технологічних процесах при виробництві с/г продукції.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: - визначення і термінологію, види і типи схем та систем автоматики;

- задачі автоматизації с/г виробництва;

- властивості і характеристики функціональних елементів автоматичних систем і об'єктів керування;

- основні принципи побудови систем автоматичного керування;

- методи аналізу елементів автоматичних систем;

- методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування.

вміти: - складати всі види схем автоматизації;

- аналізувати властивості елементів автоматики і об'єктів керування;

- робити обґрунтований вибір засобів автоматизації;

- аналізувати роботу систем автоматичного керування ;

- синтезувати системи регулювання із заданими показниками якості роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Елементи та системи автоматичного керування

Тема 1. Вступ

Основні поняття та визначення. Предмет і задачі курсу. Короткий історичний нарис розвитку автоматизації. Задачі автоматизації технологічних процесів різних галузей с/г виробництва. Технічні та економічні переваги і особливості автоматизації с/г.

Тема 2. Загальні відомості про системи та елементи автоматики

Системи автоматичного управління та загальні принципи їх побудови. Принципи управління. Алгоритми функціонування. Закони управління. Класифікація автоматичних систем. Функціональні елементи автоматичних систем. Схеми автоматичних систем.

Тема 3. Технічні засоби автоматизації

Основні поняття про державну систему засобів автоматизації. Первинні вимірювальні перетворювачі. Вимірювальні перетворювачі теплоенергетичних,

механічних і електричних величин, фізичних властивостей і хімічного складу речовин. Механічні і електромеханічні перетворювачі. Датчики температури, тиску, рівня, витрат, механічних переміщень, швидкості, маси, вологості, електропровідності, освітленості. Вихідні сигнали вимірювальних перетворювачів та їх характеристики.

Елементи управління: електричні, магнітні, гідравлічні і пневматичні підсилювачі, реле, логічні елементи. Регулятори. Виконавчі механізми: електричні, пневматичні, гідравлічні.

Тема 4. Режим роботи систем автоматики

Статичний та динамічний режими роботи автоматичних систем. Описання елементів у статичному режимі.

Описання елементів у динамічному режимі. Динамічна ланка. Часові та частотні характеристики ланок.

Змістовий модуль 2. Математичні моделі елементів і систем автоматики

Тема 5. Математичні моделі елементів автоматики

Елементарні динамічні ланки та їх динамічні характеристики (безінерційна, диференціююча, інтегруюча ланки).

Тема 6. Математичні моделі елементів автоматики

Динамічні ланки першого та другого порядків (інерційна і коливальна ланки). Трансцендентні ланки (ланка запізнення).

Тема 7. Динамічні властивості об'єктів управління

Об'єкти управління та їх особливості. Властивості об'єктів. Статичні і астатичні об'єкти. Самовирівнювання. Акумулююча властивість об'єктів. Запізнення в об'єктах управління. Методи моделювання об'єктів управління.

Тема 8. Динамічні характеристики з'єднань ланок

З'єднання динамічних ланок: паралельне, послідовне, паралельно-зустрічне. Статичні та динамічні характеристики з'єднань ланок. Структурні алгоритмічні схеми систем автоматичного управління та їх перетворення. Зворотні зв'язки в автоматичних системах.

Змістовий модуль 3. Аналіз і синтез лінійних систем

Тема 9. Передаточні функції автоматичних систем

Методи аналізу і синтезу систем автоматичного управління. Передаточні функції автоматичних систем: розімкнутої системи та замкнутої за завданням, збуренням та похибкою.

Тема 10. Стійкість автоматичних систем

Поняття стійкості автоматичної системи. Теорема Ляпунова. Загальні умови стійкості. Дослідження стійкості за коренями характеристичного рівняння.

Тема 11. Критерії стійкості

Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості.

Запаси стійкості системи за модулем і за фазою. Вплив параметрів системи на її стійкість. Області стійкості. Метод D-розбиття.

Тема 12. Показники якості роботи автоматичної системи

Основні вимоги до якості роботи автоматичної системи. Показники якості. Точність автоматичної системи. Похибки регулювання в статичній і астатичній системі.

Тема 13. Синтез систем автоматичного регулювання

Шляхи підвищення якості роботи системи. Методи синтезу систем автоматичного керування із заданими показниками якості. Корегуючі та стабілізуючі ланки. Синтез корегуючих пристроїв за допомогою логарифмічних частотних характеристик.

Тема 14. 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).

Тема 15. 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.

Змістовий модуль 4. Нелінійні та оптимальні системи

Тема 16. 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.

Тема 17. Метод фазового портрету

Призначення і суть методу фазового портрету. Фазові портрети лінійних систем. Особливі точки (центр, фокус, вузол, сідло). Динаміка руху нелінійних систем. Побудова фазових портретів нелінійних систем з граничним циклом, сепаратрисою, зоною нечутливості.. Аналіз руху нелінійної системи з позиційним регулятором.

Тема 18. Метод гармонічної лінеаризації

Сутність методу гармонічної лінеаризації. Проходження гармонічного сигналу через нелінійну ланку. Динамічні характеристики нелінійних ланок при їх гармонічній лінеаризації.

Тема 19. Методи визначення параметрів автоколивань

Метод визначення параметрів автоколивань на основі критерію Михайлова. Метод на основі критерію Найквіста. Оцінка стійкості автоколивань. Визначення стійкості автоколивань за методом Гольдфарба.

Тема 20. Метод припасування

Загальна характеристика методу. Структурна алгоритмічна схема та динамічна модель нелінійної системи. Аналіз руху системи методом припасування.

Тема 21. Стійкість нелінійних систем

Особливості динаміки руху нелінійних систем. Загальні методи дослідження стійкості Ляпунова. Абсолютна стійкість нелінійних автоматичних систем. Критерій В. М. Попова.

Тема 22. 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.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Елементи та системи автоматичного управління												
Тема 1. Вступ	2	2										
Тема 2. Загальні відомості про системи та елементи автоматики	14	2		8		4						
Тема 3. Технічні засоби автоматизації	17	2		8		7						
Тема 4. Режим роботи автоматичних систем	8	2		2		4						
Разом за змістовим модулем 1	41	8		18		15						
Змістовий модуль 2. Математичні моделі елементів і систем автоматики												
Тема 5. Математичні моделі елементів автоматичних систем	16	2		6		4						
Тема 6. Математичні моделі елементів автоматичних систем	14	2		4		4						
Тема 7. Динамічні властивості об'єктів управління	8	2		2		4						
Тема 8. Динамічні характеристики з'єднань ланок	12	2		2		3						
Разом за змістовим модулем 2	50	8		14		15						
Змістовий модуль 3. Аналіз і синтез лінійних систем												
Тема 9. Передаточні функції автоматичних систем	12	2		2		8						
Тема 10. Стійкість автоматичних систем	14	2	2	2		8						
Тема 11. Критерії стійкості	15	3	2	2		8						
Тема 12. Показники якості роботи автоматичної системи	18	2	2	4		10						
Тема 13. Синтез систем автоматичного регулювання	18	2	4	2		10						
Тема 14. Випадкові процеси в системах автоматичного управління	12	2	2	2		6						
Тема 15. Аналіз роботи систем при випадкових збуреннях	17	2	3	2		10						
Разом за змістовим модулем 3	106	15	15	16		60						

Змістовий модуль 4. Нелінійні та оптимальні системи												
1	2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 16. Нелінійні автоматичні системи	6	2		2			2					
Тема 17. Метод фазового портрету	4	2					2					
Тема 18. Метод гармонічної лінеаризації	8	2		2			4					
Тема 19. Методи визначення параметрів автоколивань	10	2		4			4					
Тема 20. Метод припасування	2	2										
Тема 21. Стійкість нелінійних автоматичних систем	10	2		4			4					
Тема 22. Оптимальні системи	6	2					4					
Разом за змістовим модулем 3	46	14		12			20					
Усього годин	240	45	15	60			120					
Курсовий проект (робота) з «Основ автоматики» (якщо є в робочому навчальному плані)		0	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	240	45	15	60			120					

5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення і аналіз роботи логічних елементів автоматичних систем	2
2	Дослідження характеристик сельсинної системи дистанційної передачі кута	2
3	Дослідження системи стабілізації температури повітря з позиційним регулятором і мідним термометром	
4	Вивчення реле часу та аналіз їх роботи	2
5	Дослідження характеристик датчика освітленості та аналіз роботи приладу контролю полум'я	2
6	Дослідження характеристик магнітного підсилювача	2
7	Дослідження характеристик вимірювальних перетворювачів частоти обертання та аналіз роботи системи автоматичного контролю завантаження приводного вала	2
8	Вивчення і аналіз роботи універсальної системи контролю за висівом УСК	2
9	Дослідження перехідних характеристик елементарних динамічних ланок	2
10	Розрахунки частотних характеристик елементарних динамічних ланок (АЧХ, ФЧХ)	2
11	Розрахунки амплітудно-фазових частотних характеристик елементарних динамічних ланок (АФЧХ)	2
12	Дослідження логарифмічних частотних характеристик (ЛАЧХ, ЛФЧХ) елементарних динамічних ланок	2
13	Дослідження характеристик з'єднань динамічних ланок	2
14	Дослідження частотних характеристик з'єднань динамічних ланок	2
15	Дослідження перехідних процесів лінійної автоматичної системи	4

	при зміні коефіцієнта передаючі системи	
16	Дослідження показників якості перехідного процесу системи автоматичного керування	2
17	Дослідження показників якості перехідного процесу системи автоматичного керування із запізненням	2
18	Побудова амплітудно-фазової частотної характеристики автоматичної системи	2
19	Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою критерію стійкості Гурвіца.	2
20	Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою критерію стійкості Михайлова	2
21	Дослідження стійкості автоматичних систем за допомогою критерію стійкості Найквіста	2
22	Визначення запасів стійкості автоматичної системи	
23	Визначення показників якості роботи лінійних систем при випадкових збуреннях	4
24	Дослідження видів руху нелінійних автоматичних систем	2
25	Визначення параметрів автоколивальних в нелінійних системах з релейною характеристикою	2
26	Побудова фазових траєкторій руху нелінійної автоматичної системи	
27	Розрахунок логарифмічних частотних характеристик (ЛАЧХ і ЛФЧХ) автоматичної системи	4
Всього		60

6. Практичні заняття

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження стійкості САР за критерієм Гурвіца	1
2.	Дослідження стійкості САР за критерієм Михайлова	1
3.	Дослідження стійкості САР за критерієм Найквіста	1
4.	Графічні і літерні позначення елементів схем автоматизації	2
5.	Побудова логарифмічних частотних характеристик динамічних ланок (ЛАЧХ, ЛФЧХ)	3
6.	Побудова логарифмічних частотних характеристик САР	4
7.	Дослідження впливу стаціонарного випадкового збурення на лінійну систему	3
	Разом	15

7. Завдання до курсової роботи

Вихідні дані

Система автоматичного регулювання складається з:

а) об'єкта: $K_o =$; $T_o =$; $K_{of} =$;

б) датчика $K_d =$; $T_d =$;

в) П-регулятора K_p ;

г) виконавчого механізму $K_v =$; $T_v =$;

Завдання:

1.1. Розробити функціональну схему автоматизації процесу з поданням основної системи регулювання, та систем контролю, захисту та обліку.

- 1.2. Побудувати функціональну схему системи автоматичного регулювання.
- 1.3. Визначити передаточні функції елементів системи.
- 1.4. Побудувати структурно-алгоритмічну схему САР.
- 1.5. Визначити передаточні функції САР:
 - розімкнутої системи;
 - замкнутої системи за заданою дією;
 - за збуренням;
 - за похибкою.
- 1.6. Побудувати АФЧХ системи та визначити K_p регулятора, який забезпечує запаси стійкості системи 10...20 дБ за амплітудою та 30...60 град за фазою.
- 1.7. Побудувати перехідний процес САР та визначити показники якості регулювання.
- 1.8. Визначити середньоквадратичне відхилення на виході системи, якщо збурення має спектральну густину $S(\omega)=\dots\dots\dots$

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Побудова динамічних характеристик елементарних динамічних ланок	15
2.	Дослідження динамічних характеристик з'єднань динамічних ланок	15
3.	Графічні і літерні позначення елементів схем автоматизації	4
4.	Виконання курсової роботи, п.1.1.	10
5.	Виконання курсової роботи, п.1.2	6
6.	Виконання курсової роботи, п.1.3	6
7.	Виконання курсової роботи, п.1.4.	4
8.	Виконання курсової роботи, п.1.5.	10
9.	Виконання курсової роботи, п.1.6.	14
10.	Виконання курсової роботи, п.1.7.	10
11.	Виконання курсової роботи, п.1.8.	16
	Разом	110

9. Індивідуальні завдання для визначення рівня засвоєння знань студентами

Модуль 1

Завдання №1

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{K_1}{T_1s + 1}$, і $W_2(s) = K_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $T_1 =$; $K_1 =$; $K_2 =$.

Завдання №2

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \frac{K_1}{s}$ і $W_2(s) = K_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $K_1 =$; $K_2 =$.

Завдання №3

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \kappa_1$ і $W_2(s) = \kappa_2 s$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №4

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \kappa_1$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №5

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $T_1 =$; $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №6

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{s}$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №7

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $T_1 =$; $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №8

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \kappa$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $\tau =$; $\kappa =$.

Завдання №9

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №10

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{s}$ і $W_2(s) = \frac{k_2}{s}$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №11

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \frac{k_2}{T_1 s + 1}$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №12

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №13

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \frac{k_2}{T_1 s + 1}$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №14

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = e^{-\tau s}$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $\tau =$;

Завдання №15

Дослідити, як зміниться перехідний процес інерційної ланки при збільшенні постійної часу T в три рази.

Завдання №16

Дослідити, як зміниться перехідний процес інтегруючої ланки при збільшенні коефіцієнта передачі k в два рази.

Завдання №17

Дослідити, як зміниться перехідний процес ланки запізнювання при збільшенні часу запізнювання τ в два рази.

Завдання №18

Дослідити, як зміниться перехідний процес пропорційної ланки при збільшенні коефіцієнта передачі k в два рази

Завдання №19

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{T_1s + 1}$, і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №20

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \frac{k_1}{s}$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №21

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2s$ і побудувати перехідного процесу. Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №22

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу. Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №23

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{T_1s + 1}$, і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу.
Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №24

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{s}$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу.
Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №25

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{K_1}{T_1s+1}$, і $W_2(s) = k_2$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №26

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = k$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати графік перехідного процесу.

Вихідні дані: $\tau =$; $k =$.

Модуль 2

Завдання №1

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{K_1}{s}$ і $W_2(s) = \frac{K_2}{s}$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №2

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{K_1}{T_1s+1}$, і $W_2(s) = \frac{K_2}{T_1s+1}$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №3

Дослідити, як зміниться АФЧХ інерційної ланки при збільшенні коефіцієнта передачі k у два рази

Завдання №4

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{K_1}{T_1s+1}$, і $W_2(s) = \frac{K_2}{T_1s+1}$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №5

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №6

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \kappa s$ та $W_2(s) = k_1 s$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa =$.

Завдання №7

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №8

Дослідити, як зміниться АФЧХ пропорційної ланки при збільшенні коефіцієнта передачі κ в два рази

Завдання №9

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = e^{-\tau s}$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\tau =$;

Завдання №10

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = e^{-\tau s}$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $\tau =$;

Завдання №11

Обчислити передаточну функцію паралельного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = \kappa_2$ $W_3(s) = \kappa_3$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №12

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = \kappa_2$ $W_3(s) = \kappa_3$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №13

Дослідити, як зміниться АЧХ і ФЧХ пропорційної ланки при збільшенні коефіцієнта передачі κ в два рази

Завдання №14

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №15

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{s}$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №16

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \kappa_1$ і $W_2(s) = \kappa_2 s$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №17

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \kappa_1$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №18

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$

Завдання №19

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №20

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = \frac{\kappa_1}{s}$ і $W_2(s) = \kappa_2$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №21

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \kappa_1$ і $W_2(s) = \kappa_2 s$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $\kappa_1 =$; $\kappa_2 =$.

Завдання №22

Дослідити, як зміниться АЧХ і ФЧХ інерційної ланки при збільшенні коефіцієнта передачі k у два рази

Завдання №23

Обчислити передаточну функцію паралельно-зустрічного з'єднання елементів з передаточними функціями, $W_1(s) = k_1$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №24

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{T_1 s + 1}$, і $W_2(s) = k_2$ і побудувати АФЧХ.

Вихідні дані: $T_1 =$; $k_1 =$; $k_2 =$

Завдання №25

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = \frac{k_1}{s}$ і $W_2(s) = k_2$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k_2 =$.

Завдання №26

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = k$ та $W_2(s) = k_1 s$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $k_1 =$; $k =$.

Завдання №27

Обчислити передаточну функцію послідовного з'єднання елементів з передаточними функціями $W_1(s) = k$ та $W_2(s) = e^{-\tau s}$ і побудувати АЧХ і ФЧХ.

Вихідні дані: $\tau =$; $k =$.

Модуль 3

Завдання № 1

1. Логарифмічний критерій стійкості
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 2

1. Критерій стійкості Найквіста
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 3

1. Критерій стійкості Михайлова
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 4

1. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 5

1. Загальні умови стійкості систем автоматичного управління.
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 6

1. Запаси стійкості та їх визначення за критерієм Найквіста
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 7

1. Показники якості регулювання
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 8

1. Перерегулювання
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 9

1. Час регулювання.
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 10

1. Копивальність.
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 11

1. Критерій стійкості Гурвіца
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 12

1. Критерій стійкості Найквіста
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 13

1. Визначення запасів стійкості за логарифмічним критерієм
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 14

1. Логарифмічний критерій стійкості
3. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 15

1. Критерій стійкості Найквіста
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 16

1. Критерій стійкості Михайлова
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Гурвіца:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 17

1. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 18

1. Загальні умови стійкості систем автоматичного управління.
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 19

1. Запаси стійкості та їх визначення за критерієм Найквіста
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Найквіста:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

Завдання № 20

1. Показники якості регулювання
2. Дослідити стійкість САР за критерієм Михайлова:
 $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + 1 = 0$ $a_0 =$ $a_1 =$ $a_2 =$

10. Методи навчання

У навчальному процесі використовуються лекційні, лабораторні і практичні види занять, самостійна робота студентів, курсова робота щодо аналізу і синтезу системи автоматичного регулювання, контрольні індивідуальні завдання для окремих студентів, виходячи з особистісних характеристик.

11. Форми контролю

У процесі вивчення дисципліни використовуються поточний (опитування під час занять, захист виконаних лабораторних робіт), проміжний, модульний (виконання модульних контрольних і тестових завдань) та підсумковий (залік, екзамен) форми контролю, а також виконання і захист курсової роботи.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання студентів проводиться згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 з табл. 1.

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

$$R_{HP} = \frac{0,7 \cdot (R_{3M}^{(1)} + \dots + R_{3M}^{(n)})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$ додається до R_{HP} 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_{HP} . 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.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

- Електронні навчальні курси з дисципліни:
<http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1110>;
<http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1858>.
- Конспект лекцій з дисципліни.
- Презентаційні матеріали до курсу лекцій.
- Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт:
 - Климентовський Ю.А., Лавінський Д.С. Технічні засоби автоматики. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. –К.: Видавничий центр НАУ, 2002. – 57 с.
 - Лисенко В.П., Головінський Б.Л., Руденський А.А., Шевченко М.М. Теорія автоматичного управління/Навчальний посібник для студентів спеціальності АУТПВ. -К.: Видавничий центр НАУ, 2003. – 109 с.
- Методичні вказівки до виконання самостійних робіт:

- 5.1. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Чапний М.В. Теорія автоматичного управління. Нелінійні системи автоматичного управління. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів очної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. – К.: Вид. центр НУБіП України, 2010. – 75 с.
- 5.2. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В. Теорія автоматичного управління. Лінійні детерміновані системи автоматичного управління. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів очної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. – К.: Вид. центр НУБіП України, 2011. – 79 с.
- 5.3. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В. Теорія автоматичного управління. Аналіз стійкості та якості роботи систем автоматичного управління. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів очної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. – К.: Вид. центр НУБіП України, 2011. – 40 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсової роботи студентів:
- 6.1. Гладкий А.М., Клендій П.Б. Теоретичні основи автоматики. Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – К.: Видавничий центр НАУ, 2003. – 42 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Мартиненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 335 с.
2. Гладкий А.М., Климентовський Ю.А., Івановський А.В. Основи автоматики. - Ніжин: Видавець Лисенко М.М., 2018. - 272 с.
3. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Лисенко В.П. Теорія автоматичного управління/К.: Вид.центр НУБіП України, 2012. – 240с.
4. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т. Основи автоматики: теорія і практика (ч. 1). Видання 2-е, перероблене і доповнене. – К., Освіта України, 2013. – 720 с.
5. Климентовський Ю.А., Гладкий А.М. Технічні засоби автоматики. –К.: КВІЦ, 2003. – 238 с.
6. М.В. Лукінюк, В.П. Лисенко, В.Є. Лукін, А.М. Гладкий, С.А. Шворов, А.А. Руденський, А.А. Заверткін. Технічні засоби автоматизації (Частина 1, Частина 2). –Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. –567 с. (Ч.1), 418 с. (Ч.2).
7. Имаев Д.Х., Краснопрошина А.А., Яковлев В.Б. Теория автоматического управления. Ч.1. Линейные системы автоматического управления. - К.: Вища школа, 1992. – 248 с.
8. Имаев Д.Х., Краснопрошина А.А., Яковлев В.Б. Теория автоматического управления. Ч.2. Нелинейные, импульсные и стохастические системы автоматического управления. - К.: Вища школа, 1992. – 215 с.

Допоміжна

1. Пугачев В.С. Основы автоматического управления/под ред. В.С. Пугачева. – М.: Наука, 1974. – 719 с.
2. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975. – 768 с.
3. Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. Основы теории автоматического управления и регулирования. – К.: Техника, 1977. – 472 с.
4. Бородин И.Ф., Кириллин Н.И. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. – М.: Колос, 1977. – 327 с.
5. Бородин И.Ф. и др. Технические средства автоматики. -М. : Агропромиздат, 1991. – 456 с.
6. Мартиненко І.І., Головінський Б.Л., Лисенко В.П. та ін. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
7. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
8. Лукінюк М.В., Лукін В.Є., Шворов С.А., Гладкий А.М., Гунченко Ю.О., Ємельянов П.С. Контрольно-вимірювальні прилади систем керування. Видавництво «Тріада», 2016. – 652 с.
9. Задачник по теории автоматического управления / Андреев Н.И., Васильев С.К. и др.; под ред. Шаталова А.С. – М.: Энергия, 1979. – 544 с.
10. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – СПб: Питер, 2005. – 333 с.
11. Михайлов В.С. Теория управления. / Учебное пособие для ВУЗов. – Киев: Высшая школа, 1988. – 309 с.
12. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1989. – 496 с.
13. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1988. – 256с.
14. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / Под ред. В.А. Бесекерского. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
15. Солодовников В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев. – М.: Машиностроение, 1985. – 536 с.

15. Інформаційні ресурси

1. www.bohdan-books.com Петро Клендій, Микола Корчемний, Микола Потапенко. Теоретичні основи автоматики: Навчальний посібник, 2011.-304 с.
2. www.twirpx.com Головкин В.М. Теоретичні основи автоматики/Курс лекцій – Ніжин: 2004. – 104 с.
3. mirknig.com/ Переборов А.С., Брылеев А.М., Смирнова А.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики/Транспорт:1984.-384с

Лектор доцент

Гладкий А.М.