

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

«02»__06__2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

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

Освітня програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент, к.т.н. Дудник А.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Системи автоматики, класифікація. Елементи систем. Статичні і динамічні характеристики. Динамічні ланки. Характеристики елементів систем і об'єктів керування. Лінійні системи. Схеми, передаточні функції. Умови та критерії стійкості. Якість регулювання. Синтез. Статистичний аналіз. Нелінійні системи. Дослідження методами припасування, фазового портрету, гармонічної лінеаризації. Статистична лінеаризація. Стійкість.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітня програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	300	
Кількість кредитів ECTS	10	
Кількість змістових модулів	5	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	ККП	
Форма контролю	залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	3	
Семестр	5-6	
Лекційні заняття	60 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	60 год.	год.
Лабораторні заняття	60 год.	год.
Самостійна робота	120 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	6 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета формування знань з аналізу роботи та синтезу автоматичних систем керування технологічними процесами, що застосовуються в сільському господарстві, а також удосконалення загально-інженерної підготовки студентів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі;

загальні компетентності (ЗК): Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1). Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК4). Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5).

спеціальні (фахові) компетентності (СК): Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом і використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації (СК1). Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються; вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (СК3).

Програмні результати навчання (ПРН): Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ПРН5).

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							Заочна форма					
	денна форма												
	тижні	усього	у тому числі					усього	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	14
Змістовий модуль 1. Основні поняття та визначення. Статичні та динамічні характеристики елементів автоматичної системи.													
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Короткий історичний нарис. Види автоматизації. Класифікація автоматизованих систем.	1	16	2		4		10	10	2				8
Тема 2. Системи автоматичного регулювання(САР). Структури автоматичних систем та форми їх подання.	2	16	2		4		10	4					4
Тема 3. Функціональні елементи автоматичних систем, їх статичні та динамічні характеристики.	3	9	2	2			5	4					4
Тема 4. Форми подання динамічних характеристик елементів автоматичних систем.	4	10	2	1	2		5	4					4
Тема 5. Елементарні динамічні елементи та їх характеристики.	5	14	2	2			10	4					4
Тема 6. Об'єкти управління та їх	6-7	18	4	4			10	4					4

характерні властивості. Типові динамічні об'єкти.													
Разом за змістовим модулем 1		83	14	9	10		50	30	2				28
Змістовий модуль 2. Моделювання, аналіз роботи та синтез коректуючих ланок лінійних детермінованих автоматичних систем.													
Тема 1. Види з'єднань динамічних ланок та їх еквівалентні передаточні функції. Зворотні зв'язки в автоматичних системах.	8	14	2	2			10	4					4
Тема 2. Структурні алгоритмічні схеми автоматичних систем та їх динамічні характеристики.	9	16	2		4		10	4					4
Тема 3. Поняття про стійкість автоматичних систем. Загальні умови стійкості за Ляпуновим.	10	9	2	2			5	4					4
Тема 4. Алгебраїчні та частотні критерії стійкості.	11	9	2	2			5	4					4
Тема 5. Запаси стійкості та методи їх визначення. Аналіз впливу параметрів системи на її стійкість. Области стійкості. D-розбиття.	12	16	2		4		10	4					4
Тема 6. Перехідні процеси в автоматичних системах та методи їх побудови. Показники якості роботи АС.	13	16	2		4		10	4					4
Тема 7. Синтез автоматичних систем з заданими показниками якості.	14	16	2		4		10	4					4
Тема 8. Коректуючі та стабілізуючі ланки автоматичних систем. Методи їх	15	11	2		4		5	4					4

визначення та застосування для покращення стійкості та якості роботи системи.													
Разом за змістовим модулем 2		107	16	6	20		65	32					32
Змістовий модуль 3. Аналіз роботи лінійних автоматичних систем при випадкових збуреннях.													
Тема 1. Характеристики збурень як випадкових процесів. Визначення характеристик по експериментальним реалізаціям.	16	11	2		4		5	6	2				4
Тема 2. Канонічне розкладання випадкових процесів. Спектральна густина випадкового процесу.	17	11	2		4		5	4					4
Тема 3. Проходження випадкового процесу через лінійну систему.	18	16	2		4		10	4					4
Тема 4. Визначення якості роботи лінійних автоматичних систем при стаціонарних збуреннях	19	11	2		4		5	4					4
Тема 5. Фільтрація сигналів. Оптимальний фільтр Вінера.	20	11	4	2			5	4					4
Тема 6. Характеристики стохастичних динамічних систем. Кореляційна теорія випадкових процесів.	21	14	2		4		10	4					4
Тема 7. Стохастичні диференціальні рівняння. Рівняння Іто.	22	16	4	2			10	4					4
Тема 8. Різницеві стохастичні рівняння. Дискретний фільтр Калмана та його	23	16	2		4		10	4					4

застосування.													
Разом за змістовим модулем 3		108	20	4	24		60	34	2				32
Змістовий модуль 4. Нелінійні і цифрові автоматичні системи та методи аналізу їх роботи.													
Тема 1. Поняття про нелінійну АС. Види нелінійностей. Динаміка нелінійних систем.	24	8	3	1	2		4						4
Тема 2. Метод гармонічної лінеаризації. Передаточна функція нелінійної ланки.	25	8	2		2		4						4
Тема 3. Метод припасування. Приклад побудови руху нелінійної системи цим методом.	26	8	4	2			4						4
Тема 4. Метод фазового портрета. Фазові траєкторії. Особливі точки на фазових портретах.	27	6	4	2			10						4
Тема 5. Метод статичної лінеаризації. Визначення коефіцієнтів лінеаризації.	28	6	4	2			2						4
Тема 6. Застосування методу статистичної лінеаризації для аналізу роботи нелінійних систем.	29	6	4	2			10						4
Тема 7. Цифрові системи керування.	30	6	4	2	2		10						4
Разом за змістовим модулем 4		86	25	11	6		44	28					28
Усього годин		384	75	30	60		219	124	4				120
Курсовий проект (робота) з Теорії автоматичного керування		40		-	-	-	40	-	4	-	-	-	4
Усього годин		424						128					

3. Теми лекцій

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Основні поняття та визначення. Короткий історичний нарис. Види автоматизації. Класифікація автоматизованих систем.	2
2.	Системи автоматичного регулювання(САР). Структури автоматичних систем та форми їх подання.	2
3.	Функціональні елементи автоматичних систем, їх статичні та динамічні характеристики.	2
4.	Форми подання динамічних характеристик елементів автоматичних систем.	2
5.	Елементарні динамічні елементи та їх характеристики.	2
6.	Об'єкти управління та їх характерні властивості. Типові динамічні об'єкти.	2
7.	Види з'єднань динамічних ланок та їх еквівалентні передаточні функції. Зворотні зв'язки в автоматичних системах.	2
8.	Структурні алгоритмічні схеми автоматичних систем та їх динамічні характеристики.	2
9.	Поняття про стійкість автоматичних систем. Загальні умови стійкості за Ляпуновим.	2
10.	Алгебраїчні та частотні критерії стійкості.	2
11.	Запаси стійкості та методи їх визначення. Аналіз впливу параметрів системи на її стійкість. Області стійкості. D-розбиття.	2
12.	Перехідні процеси в автоматичних системах та методи їх побудови. Показники якості роботи АС.	2
13.	Синтез автоматичних систем з заданими показниками якості.	2
14.	Коректуючі та стабілізуючі ланки автоматичних систем. Методи їх визначення та застосування для покращення стійкості та якості роботи системи.	2
15.	Характеристики збурень як випадкових процесів. Визначення характеристик по експериментальним реалізаціям.	2
16.	Канонічне розкладання випадкових процесів. Спектральна густина випадкового процесу.	2
17.	Проходження випадкового процесу через лінійну систему.	2
18.	Визначення якості роботи лінійних автоматичних систем при стаціонарних збуреннях	2
19.	Фільтрація сигналів. Оптимальний фільтр Вінера.	2
20.	Характеристики стохастичних динамічних систем. Кореляційна теорія випадкових процесів.	2
21.	Стохастичні диференціальні рівняння. Рівняння Іто.	2
22.	Різницеві стохастичні рівняння. Дискретний фільтр Калмана та його застосування.	2
23.	Поняття про нелінійну АС. Види нелінійностей. Динаміка	2

	нелінійних систем.	
24.	Метод гармонічної лінеаризації. Передаточна функція нелінійної ланки.	2
25.	Метод припасування. Приклад побудови руху нелінійної системи цим методом.	2
26.	Метод фазового портрета. Фазові траєкторії. Особливі точки на фазових портретах.	2
27.	Метод статичної лінеаризації. Визначення коефіцієнтів лінеаризації.	2
28.	Застосування методу статистичної лінеаризації для аналізу роботи нелінійних систем.	2
29.	Цифрові системи керування.	2
30.	Синтез цифрових ПІД-регуляторів	2

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова математичних моделей елементів автоматичних систем аналітичним методом.	2
2	Дослідження АЧХ та ФЧХ елементарних динамічних ланок.	2
3	Вплив коефіцієнтів динамічних ланок на їх перехідні та частотні характеристики.	3
4	Отримання еквівалентних передаточних функцій різних видів з'єднань динамічних ланок.	2
5	Побудова функціональних та структурних алгоритмічних схем автоматичних систем с.г. виробництва.	2
6	Дослідження стійкості АС за алгебраїчними критеріями.	2
7	Побудова функціональних схем автоматизації	2
8	Синтез лінійних автоматичних систем за допомогою ЛЧХ.	2
9	Дослідження впливу зони неоднозначності на параметри та рух нелінійних систем.	1
10	Побудова частотних характеристик автоматичних систем.	2
11	Визначення показників якості роботи автоматичних систем при типових сигналах на вході в систему.	2
12	Побудова бажаних ЛЧХ та технічна реалізація коректуючи ланок.	2
13	Перевірка забезпечення системою зоотехнічних або агротехнічних вимог в процесах с.г. виробництва.	2
14	Дослідження якості роботи нелінійної системи при випадкових збуреннях методом статистичної лінеаризації.	2
15	Визначення допустимих періодів квантування у цифрових системах керування.	2
1	Дослідження перехідних характеристик елементарних ланок.	4
2	Дослідження функцій ваги елементарних динамічних ланок.	4
3	Дослідження АФЧХ елементарних динамічних ланок.	4
4	Дослідження стійкості автоматичних систем за частотними критеріями.	4
5	Дослідження стійкості та запасів стійкості для систем із чистим	4

	запізненням.	
6	Дослідження перехідних процесів автоматичних систем та визначення їх показників якості роботи.	4
7	Дослідження впливу коефіцієнта передачі на показники якості роботи АС.	4
8	Дослідження впливу чистого запізнення на показники якості роботи АС.	2
9	Визначення характеристик стаціонарних випадкових процесів по одній реалізації.	4
10	Апроксимація та аналіз моделей характеристик стаціонарних випадкових процесів.	4
11	Дослідження зміни характеристик випадкових процесів при проходженні через лінійну систему.	4
12	Оцінка якості роботи автоматичних систем під дією стаціонарних випадкових збурень.	4
13	Визначення тривалості технологічних циклів у стохастичних динамічних системах.	4
14	Визначення оптимальної оцінки стану об'єкта за допомогою фільтра Калмана.	4
15	Дослідження можливих видів руху нелінійних систем.	2
16	Дослідження залежностей амплітуди, періоду і частоти автоколивань від зміни параметрів нелінійних ланок.	2
17	Синтез цифрових ПІД-регуляторів	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Статистично оптимальні системи	8
2.	Постановка задачі статистично оптимальних систем	8
3.	Синтез лінійних систем з мінімальною середньоквадратичною похибкою	8
4.	Синтез оптимального фільтра Вінера, що фізично реалізується	8
5.	Приклад побудови оптимального фільтра Вінера	8
6.	Області стійкості. Метод D-розбиття	8
7.	Метод простору станів	8
8.	Оптимальна фільтрація в стохастичних динамічних дискретних системах	8
9.	Формулювання задачі	8
10.	Постановка задачі оптимальної фільтрації	8
11.	Алгоритм оптимальної фільтрації. Фільтр Калмана	8
12.	Метод статистичної лінеаризації	8

13.	Проходження випадкового сигналу через нелінійну ланку	8
14.	Ідея статистичної лінеаризації. Визначення коефіцієнтів статистичної лінеаризації	8
15.	Приклад розрахунку коефіцієнтів статистичної лінеаризації для ідеального двопозиційного реле	8
16.	Методика дослідження динамічної точності нелінійних САР за допомогою статистичної лінеаризації	8
17.	Приклад визначення точності нелінійної системи за методом статистичної лінеаризації	8
18.	Метод простору станів у цифрових системах керування	
19.	Переваги методу простору станів	8
20.	Застосування методу простору станів для неперервних автоматичних систем	8
21.	Застосування методу простору станів для цифрових систем керування	8
22.	Синтез цифрової системи керування за допомогою зворотного зв'язку за станом	8
23.	Керованість та спостережуваність цифрових систем	8
24.	Оптимальна цифрова фільтрація в стохастичних динамічних дискретних системах	8
25.	Формулювання задачі	8
26.	Постановка задачі оптимальної цифрової фільтрації	8
27.	Алгоритм оптимальної цифрової фільтрації. Фільтр Калмана	8

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проектів;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод проєктного навчання;
- метод навчання через дослідження;

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Основні поняття та визначення. Статичні та динамічні характеристики елементів автоматичної системи. (ПРН5)		
Лабораторна робота 1	Дослідження перехідних характеристик елементарних ланок.	20
Лабораторна робота 2	Дослідження функцій ваги елементарних динамічних ланок.	20
Лабораторна робота 3	Дослідження АФЧХ елементарних динамічних ланок.	20
Лабораторна робота 4	Дослідження стійкості автоматичних систем за частотними критеріями.	5
Самостійна робота 1	Дослідження стійкості та запасів стійкості для систем із чистим запізненням.	5
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. . Моделювання, аналіз роботи та синтез коректуючих ланок лінійних детермінованих автоматичних систем. (ПРН5)		
Лабораторна робота 5	Визначення характеристик стаціонарних випадкових процесів по одній реалізації.	20
Лабораторна робота 6	Апроксимація та аналіз моделей характеристик стаціонарних випадкових процесів.	20
Лабораторна робота 7	Дослідження зміни характеристик випадкових процесів при проходженні через лінійну систему.	20
Лабораторна робота 8	Визначення тривалості технологічних циклів у стохастичних динамічних системах.	5
Самостійна робота 2	Визначення оптимальної оцінки стану об'єкта за допомогою фільтра Калмана.	5
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Модуль 3. . Моделювання, аналіз роботи та синтез коректуючих ланок лінійних детермінованих автоматичних систем. (ПРН5)		
Лабораторна робота 9	Дослідження можливих видів руху нелінійних систем.	20
Лабораторна робота 10	Дослідження залежностей амплітуди, періоду і частоти автоколивань від зміни параметрів нелінійних ланок.	20
Лабораторна робота 11	Метод статистичної лінеаризації	20
Самостійна робота 3	Приклад визначення точності нелінійної системи за методом статистичної лінеаризації	10
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 3		100

Лабораторна робота 9	Дослідження можливих видів руху нелінійних систем.	20
Лабораторна робота 10	Дослідження залежностей амплітуди, періоду і частоти автоколивань від зміни параметрів нелінійних ланок.	20
Лабораторна робота 11	Метод статистичної лінеаризації	20
Самостійна робота 3	Приклад визначення точності нелінійної системи за методом статистичної лінеаризації	10
Модульна контрольна робота 3		30
Модуль 4. . Нелінійні і цифрові автоматичні системи та методи аналізу їх роботи. (ПРН5)		
Лабораторна робота 12	Дослідження залежностей амплітуди, періоду і частоти автоколивань від зміни параметрів нелінійних ланок.	
Лабораторна робота 13	Проходження випадкового процесу через лінійну систему	
Лабораторна робота 14	Визначення якості роботи лінійних автоматичних систем при стаціонарних збуреннях	
Самостійна робота 3	Характеристики стохастичних динамічних систем. Кореляційна теорія випадкових процесів	
Модульна контрольна робота 4		
Всього за модулем 4		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
Курсовий проект/робота (за наявності)		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

Навчально-методичне забезпечення:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.:Либідь, 2007. – 656 с.
2. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Лисенко В.П. Теорія автоматичного управління: навч. посіб. – К.: Вид.Центр НУБіП України, 2012. – 240 с.
3. Цифрові системи керування. Навчальний посібник / Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Дудник А.О., Лисенко В.П. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2016. – 110 с.
4. Шуруб Ю.В., Дудник А.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з Теорії автоматичного керування: - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 92 с.
5. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Чапний М.В. Теорія автоматичного управління. Вступ до стохастичної теорії управління. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів очної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” - Вид. центр НУБіП України. – 2009. – 54 с.
6. 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”. - Вид. центр НУБіП України. – 2010. – 75 с.
7. 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”. - Вид. центр НУБіП України. – 2011. – 79 с.
8. 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”. - Вид. центр НУБіП України. – 2011. – 40 с.
9. ЕНК по даній дисципліні знаходиться за електронною адресою: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1271>