

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

В.о. директора ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

\_\_\_\_\_ Каплун В.В.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

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

Протокол № 37 від “19” 06. 2020 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Лисенко В.П.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА**

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

**Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження**

Розробники: \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н., доцент Шуруб Ю.В., доцент, к.т.н. Дудник А.О. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**Теорія автоматичного керування**

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування	
Спеціальність	151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	
Освітній ступінь	"Бакалавр"	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	384	
Кількість кредитів ECTS	13	
Кількість змістових модулів	5	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	+	
Форма контролю	залік (1 семестр) іспит (2 семестр)	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1ск, 3	2ск, 4
Семестр	1-2, 5-6	3-4, 6-7
Лекційні заняття	75 годин	4 годин
Практичні, семінарські заняття	30 годин	
Лабораторні заняття	60 годин	
Самостійна робота	219 годин	60 годин
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	5 (6) години	

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни Місце і роль дисципліни в системі підготовки фахівців.**

Дисципліна «Теорія автоматичного керування є базовою теоретичною дисципліною у програмі підготовки фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, мета якої формування знань з аналізу роботи та синтезу автоматичних систем керування технологічними процесами, що застосовуються в сільському господарстві, а також удосконалення загально-інженерної підготовки студентів.

Під час вивчення дисципліни студенти засвоять практичні навички з дослідження та проектування систем автоматичного керування.

Оволодіння знаннями дозволить студенту знати класифікацію, принципи дій та характеристики систем автоматичного керування; методи аналізу автоматичних систем в часовій та частотній областях; методи аналізу стійкості та показників якості роботи автоматичних систем; методи синтезу коректуючих пристроїв систем автоматичного управління згідно із заданими показниками якості.

Успішне виконання практичної складової дисципліни забезпечить студенту вміння здійснювати обґрунтований вибір засобів автоматизації; застосовувати методи для аналізу роботи реальних автоматичних систем управління, що мають місце в сільському виробництві; проводити синтез автоматичних систем із заданими показниками якості; освоювати нові види автоматичних систем, що впроваджуються в сільськогосподарське виробництво.

Дисципліни, які мають передувати вивченню курсу «Теорія автоматичного керування»:

- 1) «Вища математика»;
- 2) «Числові методи»;
- 3) «Фізика».

Знання та навички, засвоєнні під час вивчення цієї дисципліни, студент може використовувати як у подальшому навчанні, так і у своїй професійній діяльності.

Дисципліна «Теорія автоматичного керування» забезпечує формування таких компетентностей (у відповідності із ОПП за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»):

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

ФК3. 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.

ПР4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПР5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

### **3. Програма навчальної дисципліни 1 семестр**

**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. (2 години).*

*Тема 2. Системи автоматичного регулювання(CАР). Структури автоматичних систем та форми їх подання. (2 години)*

*Тема 3. Функціональні елементи автоматичних систем, їх статичні та динамічні характеристики (2 години)*

*Тема 4. Форми подання динамічних характеристик елементів автоматичних систем. (2 години)*

*Тема 5. Елементарні динамічні елементи та їх характеристики. (2 години)*

*Тема 6. Об'єкти управління та їх характерні властивості. Типові динамічні об'єкти. (2 години)*

**Змістовий модуль 2. Моделювання, аналіз роботи та синтез коректуючих ланок лінійних детермінованих автоматичних систем**

*Тема 7. Види з'єднань динамічних ланок та їх еквівалентні передаточні функції. Зворотні зв'язки в автоматичних системах. (2 години)*

*Тема 8. Структурні алгоритмічні схеми автоматичних систем та їх динамічні характеристики. (2 години)*

*Тема 9. Поняття про стійкість автоматичних систем. Загальні умови стійкості за Ляпуновим. (2 години)*

*Тема 10. Алгебраїчні та частотні критерії стійкості. (2 години)*

*Тема 11. Запаси стійкості та методи їх визначення. Аналіз впливу параметрів системи на її стійкість. (2 години)*

*Тема 12. Перехідні процеси в автоматичних системах та методи їх побудови. Показники якості роботи АС. (2 години)*

*Тема 13. Синтез автоматичних систем з заданими показниками якості. (2 години)*

*Тема 14. Коректуючі та стабілізуючі ланки автоматичних систем. Методи їх визначення та застосування для покращення стійкості та якості роботи системи. (2 години)*

## 2 семестр

**Змістовий модуль 3. Аналіз роботи лінійних автоматичних систем при випадкових збуреннях.**

*Тема 1. Характеристики збурень як випадкових процесів. Визначення характеристик по експериментальним реалізаціям. (2 години)*

*Тема 2. Канонічне розкладання випадкових процесів. Спектральна густина випадкового процесу. (2 години)*

*Тема 3. Проходження випадкового процесу через лінійну систему. (2 години)*

*Тема 4. Визначення якості роботи лінійних автоматичних систем при стаціонарних збуреннях (2 години)*

*Тема 5. Характеристики стохастичних динамічних систем. Кореляційна теорія випадкових процесів. (2 години)*

**Змістовий модуль 4. Нелінійні автоматичні системи та методи аналізу їх роботи.**

*Тема 6. Поняття про нелінійну автоматичну систему. Види нелінійностей та їх математичний опис. (2 години)*

*Тема 7. Метод припасування. Приклад побудови руху нелінійної системи цим методом. (2 години)*

*Тема 8. Метод фазового портрета. Фазові траєкторії. Особливі точки на фазових портретах. (2 години)*

*Тема 9. Метод гармонічної лінеаризації. Передаточна функція нелінійної ланки. (2 години)*

**Змістовий модуль 5. Цифрові системи керування**

*Тема 10. Поняття про дискретну систему автоматичного керування.*

*Тема 11. Особливості динаміки цифрових систем керування.*

*Тема 12. Z-перетворення. Теорема Z-перетворення. Дискретні передатні функції цифрових систем керування у Z-перетворенні.*

*Тема 13. Поняття про стійкість цифрових систем керування.*

*Тема 14. Оцінка якості цифрових систем керування. Методи побудови перехідних процесів цифрових систем керування.*

*Тема 15. Синтез цифрових коригуючих пристроїв за допомогою логарифмічних частотних характеристик.*

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин								Заочна форма				
	денна форма								усього				
	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
<b>Змістовий модуль 1. Основні поняття та визначення. Статичні та динамічні характеристики елементів автоматичної системи.</b>													
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Короткий історичний нарис. Види автоматизації. Класифікація автоматизованих систем.	1	13	3	2	2		6		1				
Тема 2. Системи автоматичного регулювання(САР). Структури автоматичних систем та форми їх подання.	2	11	2		2		7						
Тема 3. Функціональні елементи автоматичних систем, їх статичні та динамічні характеристики.	3	13	2	2	2		7	1	1				
Тема 4. Форми подання динамічних характеристик елементів автоматичних систем.	4	16	2	2	2		10						
Тема 5. Елементарні динамічні елементи та їх характеристики.	5	18	4		4		10						
Тема 6. Об'єкти управління та їх характерні властивості. Типові динамічні об'єкти.	6-7	19	2		2		15						
Разом за змістовим модулем 1		90	15	6	14		55	2	2				
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання, аналіз роботи та синтез коректуючих ланок лінійних детермінованих автоматичних систем.</b>													
Тема 1. Види	8	10	2	2			6						

з'єднань динамічних ланок та їх еквівалентні передатні функції. Зворотні зв'язки в автоматичних системах.													
Тема 2. Структурні алгоритмічні схеми автоматичних систем та їх динамічні характеристики.	9	14	2	2			10						
Тема 3. Поняття про стійкість автоматичних систем. Загальні умови стійкості за Ляпуновим.	10	18	2	2	4		10						
Тема 4. Алгебраїчні та частотні критерії стійкості.	11	14	2		2		10						
Тема 5. Запаси стійкості та методи їх визначення. Аналіз впливу параметрі системи на її стійкість.	12	12	2		2		8						
Тема 6. Перехідні процеси в автоматичних системах та методи їх побудови. Показники якості роботи АС.	13	11	2		4		5						
Тема 7. Синтез автоматичних систем з заданими показниками якості.	14	9	1	1	2		5						
Тема 8. Коректуючі та стабілізуючі ланки автоматичних систем. Методи їх визначення та застосування для покращення стійкості та якості роботи системи.	15	12	2	2	2		6						
Разом за змістовим модулем 2		100	15	9	16		60						
<b>Разом за 1 семестр</b>		<b>190</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		<b>115</b>						



## 2 семестр

<b>Змістовий модуль 3. Аналіз роботи лінійних автоматичних систем при випадкових збуреннях.</b>													
Тема 1. Характеристики збурень як випадкових процесів. Визначення характеристик по експериментальним реалізаціям.	16	16	2		4		10						
Тема 2. Канонічне розкладання випадкових процесів. Спектральна густина випадкового процесу.	17	16	4	2			10						
Тема 3. Проходження випадкового процесу через лінійну систему.	18	13	2	2	2		7						
Тема 4. Визначення якості роботи лінійних автоматичних систем при стаціонарних збуреннях	19	12	2	1	2		7						
Тема 5. Характеристики стохастичних динамічних систем. Кореляційна теорія випадкових процесів.	20	10	2		2		6						
Разом за змістовим модулем 3		69	12	5	12		40						
<b>Змістовий модуль 4. Нелінійні автоматичні системи та методи аналізу їх роботи.</b>													
Тема 6. Поняття про нелінійну АС. Види нелінійностей. Динаміка нелінійних систем.	21	14	2		2		10						
Тема 7. Метод припасування.	22	14	2	2			10						

Приклад побудови руху нелінійної системи цим методом.													
Тема 8. Метод фазового портрета. Фазові траєкторії. Особливі точки на фазових портретах.	23	10	2	2			8						
Тема 9. Метод гармонічної лінеаризації. Передатна функція нелінійної ланки.	24	11	5	2	2		10						
Разом за змістовим модулем 3		59	11	6	4		38						
<b>Змістовий модуль 5. Цифрові системи керування</b>													
Тема 10. Поняття про дискретну систему автоматичного керування.	25	14	4	2	2		6						
Тема 11. Особливості динаміки цифрових систем керування	26	10	4		2		4						
Тема 12. Z-перетворення. Теореми Z-перетворення. Дискретні передатні функції цифрових систем керування у Z-перетворенні	27	12	4	2	2		4						
Тема 13. Поняття про стійкість цифрових систем керування	28	8	2		2		4						
Тема 14. Оцінка якості цифрових систем керування. Методи побудови перехідних процесів цифрових систем керування	29	10	4		2		4						
Тема 15. Синтез цифрових коригуючих пристроїв за	30	12	4		4		4						

допомогою логарифмічних частотних характеристик													
Разом за змістовим модулем 5		66	22	4	14		26						
Разом за 2 семестр		194	45	15	30		104						
<b>Усього годин</b>		<b>384</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>60</b>		<b>219</b>						
Курсовий проект (робота) з Теорії автоматичного керування	34												
Усього годин	34												

### 5. Теми практичних 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	2

	цифрових системах керування.	
--	------------------------------	--

**6. Теми семінарських занять  
(Відсутній вид робіт за навчальним планом)**

**7. Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження перехідних характеристик елементарних ланок.	2
2	Дослідження функцій ваги елементарних динамічних ланок. Дослідження передатних функцій елементарних динамічних ланок	4
3	Дослідження АФЧХ елементарних динамічних ланок.	4
4	Дослідження стійкості автоматичних систем за частотними критеріями.	2
5	Дослідження стійкості та запасів стійкості для систем із чистим запізненням.	2
6	Дослідження перехідних процесів автоматичних систем та визначення їх показників якості роботи.	2
7	Дослідження впливу коефіцієнта передачі на показники якості роботи АС.	2
8	Дослідження впливу чистого запізнення на показники якості роботи АС.	2
9	Визначення характеристик стаціонарних випадкових процесів по одній реалізації.	2
10	Апроксимація та аналіз моделей характеристик стаціонарних випадкових процесів.	2
11	Дослідження зміни характеристик випадкових процесів при проходженні через лінійну систему.	2
12	Оцінка якості роботи автоматичних систем під дією стаціонарних випадкових збурень.	2
13	Визначення тривалості технологічних циклів у стохастичних динамічних системах.	2
14	Дослідження можливих видів руху нелінійних систем.	2
15	Дослідження залежностей амплітуди, періоду і частоти автоколивань від зміни параметрів нелінійних ланок.	2
16	Визначення періоду квантування сигналів у цифрових системах керування	2
17	Використання MATLAB для аналізу цифрової системи керування	2
18	Дослідження стійкості цифрових систем керування	2
19	Дослідження перехідних процесів у цифрових системах керування	2

20	Синтез цифрових ПД-регуляторів	2
----	--------------------------------	---

## 8. Самостійна робота

### 9. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання:

- М1. Лекція ( дискусія, проблемна)
- М2. Лабораторна робота
- М3. Проблемне навчання

Та методи контролю:

- МК1. Тестування
- МК2. Контрольне завдання
- МК4. Методи усного контролю
- МК5. Екзамен

### 10. Форми контролю

Кожна з форм контролю має особливості й залежить від мети, змісту та характеру навчання.

У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- Поточний контроль: усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове), комп'ютерне тестування, виконання лабораторних робіт відповідно плану
- Підсумковий контроль: тестування та екзамен (теоретичне завдання, практичне завдання, опитування - співбесіда)

### 12. Методичне забезпечення

1. Шуруб Ю.В., Дудник А.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з Теорії автоматичного керування: - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 92 с.
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. 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.

### **13. Рекомендована література**

#### **– основна:**

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. Автоматика и автоматизация производственных процессов. И.И.Мартыненко, Б.Л.Головинский, Р.Д.Проценко, Т.Ф.Резниченко. – М.:Агропромиздат, 1985. – 328 с.
5. Бородин И.Ф., Кириллин Н.И. Основы автоматизации производственных процессов. – М.:Колос, 1977. – 327 с.
6. Мартыненко И.И., Лысенко В.Ф. Проектирование систем автоматизации. - М.:Агропром-издат, 1990. – 200 с.
7. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М: Физматгиз, 1975. – 768 с.
8. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. – 414 с.
9. Основы автоматического управления / Под ред. В.С.Пугачева. – М.:Наука, 1974. – 719 с.

#### **– допоміжна**

1. Ключев А.Ф. Автоматическое регулирование.- М.:Энергия, 1973. – 280 с.
2. Штейнберг Ш.Е., Хвилевичкий Л.О., Ястребенецкий М.А. Промышленные автоматические регуляторы. Под ред. Е.П.Стефани. – М.: Энергия, 1973. – 568 с.
3. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления / Под ред. проф. А.Б.Лурье. – Л.:Колос, 1979. – 312 с.
4. Гуляев Г.А. Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна. – М.:Агропромиздат, 1990. – 240 с.

5. Шелдон С.Л. Чанг. Синтез оптимальных систем автоматического управления. - М.:Машиностроение, 1964. – 440 с.
6. Пугачев В.С., Сеницын И.Н. Стохастические дифференциальные системы. – М.:Наука, 1985. – 559 с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.:Наука, 1969. – 576 с.
8. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. – М.: Наука, 1977. – 560 с.
9. Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. Основы автоматического управления и регулирования. – К.: Техніка, 1975. – 496 с.

#### **14. Інформаційні ресурси**

**Електронний навчальний курс:**

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1271>