



Національний університет  
водного господарства та природокористування

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний університет водного господарства та природокористування**  
**Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки**  
**Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної, методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О. А. Лагоднюк

” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.



Національний університет водного господарства та природокористування **04-03-57**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**


Program of the Discipline

**ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

**THEORY OF AUTOMATIC CONTROL**

Спеціальність - 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»


Specialty – 151 «Automation and computer integrated technologies»

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Рівне: НУВГП, 2018. – 23 с.

Розробник: О.Ф. Кінчур, старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол № 9 від "17" січня 2018 року.

Завідувач кафедри 

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

В.В. Древецький

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю

115 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Протокол № 5 від "17" січня 2018 року.

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_ В.В. Древецький

© О.Ф. Кінчур, 2018 р.  
© НУВГП, 2018 р.



## ВСТУП

Програма дисципліни «Теорія автоматичного керування» відноситься до дисциплін фундаментальної підготовки, складена відповідно до освітньої програми спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» є формування теоретичних знань та практичних навичок для вивчення математичних основ теорії автоматичного керування, основ аналізу і синтезу систем автоматичного керування, принципів побудови систем автоматичного керування з заданими статичними та динамічними характеристиками, що дасть змогу фахівцям у галузі автоматизації та приладобудування використовувати їх при вирішенні професійних задач різної складності.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Теорія автоматичного керування» є складовою частиною циклу загальної підготовки для студентів за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Вища математика», «Фізика», «Числові методи», «Електротехніка та електромеханіка», «Інформатика та комп'ютерна техніка», «Метрологія, технологічні вимірювання та прилади», «Електроніка та мікропроцесорна техніка», «Проектування схем автоматизації». Цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях, лабораторних заняттях, самостійної роботи та виконання поставлених задач.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.



## Анотація

**Вивчення принципів та методів теорії автоматичного керування є однією з важливих частин у підготовці фахівців з автоматизації технологічних процесів та виробництв. Дисципліна «Теорія автоматичного керування» покликана допомогти у підготовці фахівців з автоматизації для різних галузей сучасної промисловості. Під час вивчення даної дисципліни студенти здобудуть знання, які допоможуть застосовувати сучасні розробки в сфері аналізу та синтезу систем керування при проектуванні та обслуговуванні автоматизованих технологічних процесів, що застосовуються в промисловій сфері України.**

Курс «Теорія автоматичного керування» носить важливий характер при здобутті студентами знань та навиків аналізу та синтезу систем керування. Вміння використовувати сучасні методики розрахунків систем автоматичного керування допоможе у формуванні повноцінних фахівців для різних галузей сучасної промисловості України.

**Ключові слова:** керування, регулювання, збурення, перехідна характеристика, передавальна функція, динамічна ланка, стійкість, перерегулювання.



## Abstract

The study of the principles and methods of the theory of automatic control is one of the important parts in the training of specialists in the automation of technological processes and productions. The discipline "Theory of Automatic Control" is intended to help in the training of automation specialists for various branches of modern industry. During the study of this discipline, students will acquire the knowledge that will help to apply modern developments in the field of analysis and synthesis of control systems in the design and maintenance of automated technological processes used in the industrial sector of Ukraine.

The course "Theory of Automatic Control" is important in gaining students knowledge and skills in the analysis and synthesis of control systems. The ability to use modern methods of calculations of automatic control systems will help to form valuable specialists for various industries of modern industry of Ukraine.

**Key words:** control, regulation, perturbation, transient characteristic, transfer function, dynamic link, stability, overregulation.



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 10: 5-четвертий семестр; 5- п'ятий семестр	Галузь знань – 15 «Автоматизація та приладобудування»	Навчальні дисципліни фундаментальної підготовки, також зі скороченим терміном навчання			
	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»				
Модулів – 2		Рік підготовки:			
Змістових модулів – 8		2	3	2	3
Загальна кількість годин – 300		Семестр			
		4	5	4	5
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студентів – 7,0	Рівень вищої світи: бакалаврський	Лекції			
		28 год.	26 год.	2 год.	
		Лабораторні			
		14 год.	16 год.	8 год.	10 год.
		Практичні			
		10 год.	10 год.	6 год.	4 год.
		Самостійна робота			
		98 год.	98 год.	134 год.	136 год.
		Індивідуальне завдання			
			Курсова робота		Курсова робота
		Вид контрольно			
		залік	іспит	залік	іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% до 65%

для заочної форми навчання – 10% до 90%



## 2. Мета і завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення дисципліни є визначення студентами основних особливостей, принципів побудовання, методів дослідження та синтезу систем автоматичного керування (САК), а також тенденціями їх розвитку з подальшим використанням у професійній діяльності

В результаті вивчення курсу студенти отримують необхідні знання для вірної оцінки техніко-економічних можливостей різноманітних САК, дослідження їх динамічних та статичних режимів, а також впливу параметрів і структури системи на її основні властивості.

### Завдання дисципліни:

- вивчення математичного опису об'єктів і систем автоматичного керування, принципів побудови систем автоматичного керування та принципів їх функціонування;
- вивчення методики оцінювання стійкості систем автоматичного керування та запасів стійкості;
- одержання практичних навичок у проектуванні систем автоматичного керування.

У результаті вивчення даної дисципліни студент повинен:

- **знати:** - основні особливості, принципи побудови та фундаментальні принципи керування, математичні методи аналізу та синтезу систем, основні показники якості систем в усталеному і перехідному режимах.
- **вміти:** застосовувати теоретичні знання для вирішення задач аналізу, синтезу, проектування, налагоджування та настроювання параметрів систем автоматичного керування для їх оптимальної, безперебійної роботи; оцінювати негативні чинники з метою удосконалення і підвищення ефективності роботи діючого обладнання.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Четвертий семестр.

#### Модуль 1.

**Змістовий модуль 1. Загальна характеристика понять теорії автоматичного керування**

**Тема 1. Призначення курсу «Теорія автоматичного керування» та його зв'язку з іншими дисциплінами спеціальності.** Основні етапи розвитку техніки і теорії автоматичного регулювання та керування. Значення теорії автоматичного керування при розв'язанні задач автоматизації виробничих та технологічних процесів. Основні поняття та визначення теорії автоматичного керування. Задачі автоматизації об'єктів. Вхідні та вихідні змінні. Зворотній зв'язок та його призначення. Поняття про автоматичне регулювання та керування. Змінні, що керуються та

регулюються. Поняття про керуючі дії та збурення. Типові сигнали зовнішніх впливів в автоматичних системах. Типові об'єкти автоматизації, їх характеристики та рівняння основних режимів роботи. Стійкі, нестійкі та нейтральні об'єкти керування. Ідентифікація об'єктів. Виробничі та технологічні процеси як складні об'єкти автоматизації. Функціональні та структурні схеми об'єктів. Системний підхід до розв'язання задач автоматизації технологічних процесів. Принцип побудови автоматичних систем. Принципи регулювання за відхиленням вихідної координати, за збуренням та комбіноване регулювання. Керуючий автоматичний пристрій та регулятор. Визначення автоматичної системи. Функціональні схеми систем та класифікація основних елементів автоматичних систем за їх призначенням. Мета керування. Показники мети керування та їх аналітичне формулювання. Поняття про алгоритм керування. Принцип класифікації автоматичних систем. Класифікація систем за законом зміни вихідної координати об'єкту. Системи автоматичної стабілізації, системи програмного керування та слідкуючі системи. Системи з змінними параметрами (нестационарні системи). Детерміновані та стохастичні системи. Оптимальні та адаптивні системи. Одномірні та багатомірні системи. Основні режими роботи автоматичних систем і задачі їх дослідження. Задачі теорії автоматичного керування.

## **Тема 2. Статика та математичні моделі динаміки автоматичних систем.**

Статичний режим роботи автоматичної системи. Поняття про статичні характеристики систем. Коефіцієнт підсилення. Статичне та астатичне регулювання і керування. Статична помилка. Математичні моделі статички одномірних та багатомірних систем. Загальні поняття про динаміку автоматичних систем. Методи складання рівнянь динаміки автоматичних систем. Нелінійні рівняння та рівняння зі змінними коефіцієнтами. Зведення рівнянь до форми у відхиленнях змінних. Математична модель динаміки системи в формі рівняння «Вхід-вихід» систем. Загальні рішення рівнянь типу «Вхід-вихід» лінійних неперервних та імпульсних систем. Вільна та вимушена складова перехідних процесів автоматичних систем. Математична модель динаміки системи у формі рівнянь стану. Керованість та спостережуваність автоматичних систем. Математичні моделі динаміки у формі передатних та частотних функцій автоматичних систем. Типові динамічні ланки. Передатні та частотні функції неперервних типових ланок. Частотні характеристики типових ланок. Передатні функції розімкнутих та замкнутих систем. Поняття про частотні характеристики систем. Амплітудно-фазові та логарифмічні частотні характеристики.

## **Змістовий модуль 2. Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем**

**Тема 3. Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем.** Основні поняття та визначення стійкості автоматичних систем. Зв'язок стійкості з коренями характеристичного рівняння замкнутої системи. Стійкість лінеаризованої системи «у малому» та стійкість «у великому». Теорема О.М. Ляпунова. Алгебраїчні критерії стійкості Рауса та Гурвіца.

**Тема 4. Частотні критерії стійкості систем автоматичного керування.** Критерій Михайлова. Метод D-розбиття за одним параметром та визначення критичного параметру підсилення системи. Вплив параметрів на стійкість автоматичних систем. Критерій Найквіста. Визначення запасів стійкості системи. Оцінка стійкості систем за логарифмічними частотними характеристиками. Запаси стійкості. Застосування ЕОМ для дослідження стійкості і побудови областей стійкості автоматичних систем.

## **Змістовий модуль 3. Якість процесів керування**

**Тема 5. Якість процесу керування.** Показники якості перехідних процесів при впливі ступінчастої вхідної дії: час перехідного процесу, коливання, перегулювання, характер перехідного процесу. Прямі методи оцінки якості системи за кривою перехідного процесу. Методи побудови кривої перехідного процесу. Методи дослідження перехідних процесів за допомогою ЕОМ.

**Тема 6. Точність відробки системою типових задаючих дій.** Коефіцієнти похибок. Статична та динамічна похибки. Частотні методи оцінки якості за логарифмічними характеристиками.

## **Змістовий модуль 4. Корекція автоматичних систем. Випадкові процеси.**

**Тема 7. Корекція автоматичних систем та типові коригувальні пристрої.** Забезпечення заданої якості процесів керування. Методи підвищення точності систем. Збільшення коефіцієнта підсилення. Підвищення порядку астатизму. Вплив додаткових зворотних зв'язків на роботу автоматичних систем. Жорстокі, гнучкі та змішані зв'язки та їх вплив на характеристики ланок, які охоплюються. Впровадження похідних та інтегралу в закон керування. Місце включення коригувальних пристроїв. Розрахунок типу та параметрів коригувальних пристроїв. Синтез послідовних коригувальних пристроїв за логарифмічними частотними характеристиками. Поняття про коригувальні пристрої на змінному струмі. Основні закони регулювання та типові регулятори. Визначення параметрів регуляторів за умови мінімуму узагальнених інтегральних оцінок.





**Тема 8. Аналіз динаміки особливих автоматичних систем та випадкові процеси у лінійних автоматичних системах.** Особливості динаміки автоматичних систем за присутністю ірраціональних та трансцендентних ланок. Розповсюдження критерію стійкості Найквіста на ірраціональні та трансцендентні системи. Дослідження якості процесів ірраціональних та трансцендентних систем. Корекція ірраціональних та трансцендентних систем. Випадковий процес. Математичне сподівання та кореляційна функція випадкового процесу. Стаціонарний випадковий процес. Визначення характеристик випадкового процесу з досліду. Поняття про спектральну щільність стаціонарного випадкового процесу та її зв'язок із кореляційною функцією, «Білий шум». Проходження випадкового сигналу через лінійну систему. Кореляційні функції та спектральні щільності вихідної координати і помилки системи при стаціонарних випадкових сигналах зовнішніх діях. Оцінка точності лінійних автоматичних систем при впливі випадкових дій.

## **П'ятий семестр**

### **Модуль 2**

#### **Змістовий модуль 5. Загальна характеристика імпульсних систем**

**Тема 9. Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем.** Загальна характеристика імпульсних систем. Визначення та класифікація імпульсних систем. Імпульсні системи з одним та декількома імпульсними елементами. Імпульсні системи з амплітудноімпульсною, широтно-імпульсною, кодоімпульсною та комбінованою модуляцією. Задачі дослідження імпульсних систем. Особливості дослідження динаміки імпульсних систем. Диференційно-різницеві стани. Особливості математичних моделей імпульсних елементів, дискретних пристроїв та екстраполаторів. Передатні функції імпульсних систем. Вплив форми імпульсів на передатні функції. Врахування запізнення. Методи приблизного обчислення передатних функцій. Врахування запізнення. Частотні функції імпульсних систем. Логарифмічні характеристики імпульсних систем. Заміна імпульсної системи еквівалентною неперервною системою.

**Тема 10. Аналіз динаміки лінійних цифрових систем.** Стійкість дискретних систем. Поняття стійкості. Необхідна та достатня умови стійкості цифрових систем. Критерії стійкості імпульсних систем. Алгебраїчні критерії стійкості та особливості їх застосування. Оцінка стійкості цифрових систем за логарифмічними псевдо-частотними частотними характеристиками. Запаси стійкості.

#### **Змістовий модуль 6. Якість лінійних імпульсних систем**

**Тема 11. Поняття про якість перехідних процесів.** Побудова перехідної характеристики цифрової системи. Критерії якості. Оцінка

якості лінійних цифрових систем. Застосування ЕОМ для дослідження якості імпульсних систем. Похибки при типових діях. Коефіцієнти похибок та методи їх обчислення. Методи підвищення точності систем.

**Тема 12. Корекція імпульсних систем.** Методи корекції імпульсних систем. Постановка задачі корекції імпульсних систем. Методи визначення параметрів неперервних коригувальних пристроїв. Методи визначення параметрів дискретних коригувальних пристроїв. Спільне застосування коригувальних пристроїв імпульсних систем. Методи синтезу коригувальних пристроїв імпульсних та цифрових автоматичних систем і визначення параметрів цифрових автоматичних регуляторів за допомогою ЕОМ.

### **Змістовий модуль 7. Загальна характеристика нелінійних систем.**

**Тема 13. Теорія нелінійних систем.** Загальна характеристика нелінійних систем. Визначення та класифікація нелінійних систем. Типові нелінійні елементи, їх характеристики та математичні моделі. Нелінійні системи з лінеаризованими і суттєво нелінійними елементами. Задачі та особливості дослідження нелінійних систем. Нелінійні диференційні та диференційно-різницеві рівняння і особливості динаміки нелінійних систем. Математична модель нелінійних систем в формі рівнянь стану. Структурні схеми нелінійних систем та їх перетворення.

**Тема 14. Методи дослідження динаміки нелінійних систем.** Поняття про стійкість нелінійних систем. Методи О.М. Ляпунова. Дослідження абсолютної стійкості нелінійних систем. Фазова площина та її застосування для дослідження стійкості нелінійних систем із кусково-лінійними характеристиками. Автоколивання. Метод гармонічної лінеаризації.

### **Змістовий модуль 8. Оцінка якості нелінійних систем**

**Тема 15. Оцінка якості нелінійних систем.** Критерії якості. Точність та похибки нелінійних систем. Параметри автоколивань. Методи оцінки якості перехідних процесів нелінійних систем. Вимушені коливання нелінійних систем. Методи дослідження нелінійних систем за допомогою ЕОМ.

**Тема 16. Корекція нелінійних систем та випадкові процеси в них.** Задачі та способи корекції нелінійних систем. Методи розрахунку коригувальних пристроїв нелінійних систем. Застосування методів фазової площини та гармонічної лінеаризації для визначення параметрів коригувальних пристроїв. Особливості розрахунку нелінійних коригувальних пристроїв. Проходження випадкового сигналу через нелінійний елемент. Статична лінеаризація нелінійних елементів. Розрахунок середньоквадратичної похибки.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	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
<b>Четвертий семестр. Модуль 1</b>												
<b>Змістовний модуль 1. Загальна характеристика понять теорії автоматичного керування</b>												
Тема 1. Призначення курсу «Теорія автоматичного керування» та його зв'язку з іншими дисциплінами спеціальності	30	8		2		20	32	2	2	2		26
Тема 2. Статика та математичні моделі динаміки автоматичних систем	22	4	2	2		14	22			2		20
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>46</b>
<b>Змістовий модуль 2. Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем</b>												
Тема 3. Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем	16	2	2	2		10	20		2	2		16
Тема 4. Частотні критерії стійкості систем автоматичного керування	14	2	2	2		8	18			2		16

<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
<b>Змістовий модуль 3. Якість процесів керування</b>												
Тема 5. Якість процесу керування	28	6	2	2		18	20		2	2		16
Тема 6. Точність відробки системою типових задаючих дій	18	2	2	2		12	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
<b>Змістовий модуль 4. Корекція автоматичних систем. Випадкові процеси</b>												
Тема 7. Корекція автоматичних систем та типові коригувальні пристрої	11	2		1		8	18			2		16
Тема 8. Аналіз динаміки особливих автоматичних систем та випадкові процеси у лінійних автоматичних системах	13	2		1		10	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
<b>Усього годин за модулем 1</b>	<b>470</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>162</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>142</b>

## П'ятий семестр. Модуль 2.

### Змістовий модуль 5. Загальна характеристика імпульсних систем

Тема 9. Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем	23	4	1	2		16	20		2	2		16
Тема 10. Аналіз динаміки лінійних цифрових систем	21	4	1	2		14	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>

### Змістовий модуль 6. Якість лінійних імпульсних систем

Тема 11. Поняття про якість перехідних процесів	19	2	1	2		14	16					16
Тема 12. Корекція імпульсних систем	20	2	2	2		14	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 6</b>	<b>39</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>

### Змістовий модуль 7. Загальна характеристика нелінійних систем

Тема 13. Теорія нелінійних систем	25	6	1	2		16	20		2	2		16
Тема 14. Методи дослідження динаміки нелінійних систем	14	2	2	2		8	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 7</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>

### Змістовий модуль 8. Оцінка якості нелінійних систем

Тема 15. Оцінка якості нелінійних систем	17	4	1	2		10	18			2		16
------------------------------------------	----	---	---	---	--	----	----	--	--	---	--	----

Тема 16. Корекція нелінійних систем та випадкові процеси в них	15	2	1	2		10	16					16
<b>Разом за змістовим модулем 8</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
<b>Усього годин за модулем 2</b>	<b>154</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>138</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>128</b>
<b>Усього</b>	<b>300</b>	<b>54</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>196</b>	<b>300</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>270</b>
<b>ІНДЗ</b>	<b>24</b>				<b>24</b>		<b>24</b>					<b>24</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Четвертий семестр			
1	Диференціальні рівняння і передаточні функції автоматичних систем	2	2
2	Диференціальні рівняння і передаточні функції ланок	2	
3	Побудова частотних характеристик автоматичних систем	2	
4	Структурні схеми та передаточні функції автоматичних систем	2	2
5	Розрахунок стійкості САК з використанням алгебраїчних критеріїв	2	2
П'ятий семестр			
6	Аналіз стійкості САК за частотними критеріями стійкості, визначення запасів стійкості	2	1
7	Показники якості функціонування автоматичних систем	2	1
8	Синтез систем автоматичного керування за заданими параметрами	2	1
9	Розрахунок стійкості нелінійних систем. Визначення параметрів автоколиваний	2	1
10	Розрахунок передаточних функцій імпульсних систем автоматичного регулювання. Аналіз стійкості імпульсних систем	2	
	Разом	20	10



## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Четвертий семестр			
1	Вивчення комп'ютерних систем автоматизованого моделювання	2	
2	Дослідження перехідних характеристик типових ланок	2	2
3	Дослідження динамічних властивостей ланок методом частотних характеристик	2	2
4	Дослідження стійкості лінійних систем автоматичного керування	2	2
5	Дослідження впливу постійного запізнення на стійкість лінійної системи	2	
6	Дослідження якості лінійної системи автоматичного керування	2	2
7	Дослідження роботи лінійної системи автоматичного керування при випадкових впливах	2	
П'ятий семестр			
8	Проектування регулятора для лінійної системи	2	2
9	Моделювання систем керування в пакеті SIMULINK	2	2
10	Моделювання типових нелінійностей	2	2
11	Аналіз роботи нелінійної системи методом припасовування	2	2
12	Дослідження автоколивань в нелінійній системі	2	
13	Дослідження лінійної імпульсної системи	2	2
14	Дослідження роботи цифрової системи автоматичного керування	2	
15	Дослідження адаптивної системи керування	2	
	Разом	30	18

## 7. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

Підготовка до аудиторних занять – 52 год.;

Підготовка до контрольних заходів – 60 год.;

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях -84 год.



## 7.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Четвертий семестр			
1	Призначення курсу «Теорія автоматичного керування» та його зв'язку з іншими дисциплінами спеціальності	6	16
2	Статика та математичні моделі динаміки автоматичних систем	5	16
3	Стійкість лінійних неперервних автоматичних систем	5	16
4	Частотні критерії стійкості систем автоматичного керування	5	16
5	Якість процесу керування	5	16
6	Точність відробки системою типових задаючих дій	6	16
7	Корекція автоматичних систем та типові коригувальні пристрої	5	16
8	Аналіз динаміки особливих автоматичних систем та випадкові процеси у лінійних автоматичних системах	5	16
П'ятий семестр			
9	Теорія лінійних імпульсних автоматичних систем	5	16
10	Аналіз динаміки лінійних цифрових систем	5	16
11	Поняття про якість перехідних процесів	6	16
12	Корекція імпульсних систем	5	16
13	Теорія нелінійних систем	5	16
14	Методи дослідження динаміки нелінійних систем	5	16
15	Оцінка якості нелінійних систем	5	16
16	Корекція нелінійних систем та випадкові процеси в них	6	15
	Разом	84	255





## **8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ)**

Індивідуальне завдання - форма організації навчального процесу, яка має на меті використання знань, що отримують студенти в процесі навчання, під час вирішення конкретного завдання, а також застосування цих знань на практиці.

ІНДЗ студенти виконують самостійно під керівництвом викладача.

ІНДЗ виконується у формі курсової роботи на тему: «Аналіз типової системи автоматичного регулювання» в 5-му семестрі студентами денної форми навчання згідно індивідуального завдання.

Мета курсової роботи - закріплення, поглиблення та узагальнення знань, одержаних студентами при вивченні курсу «Теорія автоматичного керування», на лекційних та практичних заняттях. В процесі виконання роботи студент глибше вивчає матеріал курсу і набуває навиків самостійного практичного вирішення поставлених задач, вчиться аналізувати отримані результати і робити відповідні висновки.

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (аркуші формату А4) обсягом 30-40 сторінок.

Курсова робота виконується студентом самостійно на протязі 6 тижнів. В кінці кожного тижня студент звітує про виконану роботу і отримує 10 балів у випадку вчасного та якісного виконання роботи (5 балів за вчасність та 5 балів за якісне виконання). У випадку несвоєчасного або неякісного виконання кількість балів зменшується відповідно до відсотка виконаної роботи.

Після виконання всіх розділів курсової роботи керівник ставить відмітку про допуск до захисту. Під час захисту студент може отримати до 40 балів.

Висока кількість балів за якість виконання роботи гарантується при творчому та науковому підході до виконання (виконання поставленої задачі кількома методами, аналіз отриманих результатів на підґрунті знань, отриманих при проходженні теоретичного курсу; виконання нетиповим методом).

## **9. Методи навчання**

Основними методами навчання з дисципліни є: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний методи, метод проблемного викладення, частково-пошуковий та дослідницький метод.

Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою відеопроєктора лекційного матеріалу (схем, таблиць і т. ін.).

Лабораторні роботи проводяться із використанням технічних засобів навчання, персональних комп'ютерів та відповідного програмного забезпечення.

Практичні заняття проводяться з метою закріплення знань, отриманих на лекціях, шляхом розв'язування задач та закріплення теоретичних навиків.

Передбачені консультації студентів викладачами в позаурочний час.

Самостійна робота полягає в опрацюванні студентами матеріалу лекцій, окремих програмних питань навчальної дисципліни за літературними джерелами, а також в підготовці до підсумкового контролю з модулів, виконання індивідуальних завдань.

Індивідуальна робота включає виконання курсової роботи, метою якої є закріплення знань, що студенти отримують в процесі навчання.

## **10. Методи контролю**

При вивченні студентами дисципліни передбачається три види контролю: поточний, модульний та підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних та лабораторних занять, а також у результаті співбесіди за окремими мікромодулями знань.

Поточний контроль знань на лабораторних заняттях здійснюється шляхом тестування перед виконанням та при захисті лабораторних робіт та перевіркою своєчасно оформлених і зданих звітів.

Модульний контроль здійснюється у вигляді виконання модульного контрольного завдання, яке містить практичну та теоретичну складові, що охоплюють матеріал, викладений на лекційних заняттях та детально опрацьований на практичних та лабораторних заняттях з окремих модулів знань.

Підсумковий контроль у вигляді екзамену проводиться за умови виконання та захисту студентами всіх запланованих індивідуальних завдань та успішному виконанні завдань з окремих модулів знань.

Завданням екзамену є перевірка розуміння студентом опрацьованого матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчо використовувати накопичені знання. Об'єктом підсумкового контролю знань є результати виконання усних і письмових екзаменаційних завдань.

Студент, який набрав протягом семестру меншу від необхідної кількості балів, не допускається до іспиту. При цьому він допускається до його складання лише тоді, коли попередньо виконав увесь обов'язковий перелік завдань, передбачених навчальним графіком із даної дисципліни.

## **11. Розподіл балів, які отримують студенти**

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою

програмою навчальної дисципліни;

- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;

- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;

- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);

- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, ІНДЗ, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0% - завдання не виконано;

40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

До іспиту допускаються студенти, які виконали навчальний план, тобто виконали і захистили курсову роботу та отримали за поточний контроль >20 балів.

### 11.1. Четвертий семестр

Формою підсумкового контролю в четвертому семестрі є залік, оцінювання рівня знань студентів здійснюється в межах від 0 до 100 балів (включно). Залік зараховується, якщо студент набрав не менше 60 балів, виконав і захистив усі лабораторні роботи, виконав модульні контрольні роботи.

Розподіл балів, які отримують студенти у четвертому семестрі

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовний модуль 1		Змістовний модуль 2		Змістовний модуль 3		Змістовний модуль 4		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
15	15	15	15	10	10	10	10	100

T1, ..., T8 – теми змістових модулів

За участь в науково-дослідній роботі з виступом на конференції – 10 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100.

Розподіл балів, що присвоюються студентам денної форми навчання, за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття	Кількість занять	Сума балів	Разом за формами навч. діяльності
Лекції	Відвідування	1	14	14	14
Практичні заняття	Робота під час занять	4	5	20	20
Лабораторні заняття	Робота під час занять	4	7	28	28
Модульна контрольна робота №1					20
Модульна контрольна робота №2					18
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
<b>Всього за курс</b>					<b>100</b>

### 11.2. П'ятий семестр

Результати поточного контролю у п'ятому семестрі оцінюються за шкалою [0...60] балів, які за умови отримання студентом протягом семестру 60 і більше балів за згодою студента можуть бути зараховані як остаточний результат. Студент має право скласти підсумковий контроль у вигляді екзамену, де може отримати [0...40] балів. У такому випадку до набраних під час екзамену балів додаються бали поточного контролю.

Розподіл балів, які отримують студенти у п'ятому семестрі

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовний модуль 5		Змістовний модуль 6		Змістовний модуль 7		Змістовний модуль 8		40	100
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
8	8	8	8	8	8	6	6		

T9, ..., T16 – теми змістових модулів



Розподіл балів, що присвоюються студентам денної форми навчання, за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття	Кількість занять	Сума балів	Разом за формами навч. діяльності
Лекції	Відвідування	1	13	13	13
Практичні заняття	Робота під час занять	2	5	10	10
Лабораторні заняття	Робота під час занять	3	8	24	24
Модульна контрольна робота №3					13
<b>Всього за поточну роботу</b>					60
Підсумковий екзамен					40
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
<b>Всього за курс</b>					100

Курсова робота виконується на протязі 6 тижнів. В кінці кожного тижня студент звітує про виконану роботу і отримує 10 балів у випадку вчасного та якісного виконання роботи. У випадку несвоєчасного або неякісного виконання кількість балів зменшується. При захисті курсової роботи студент отримує 0...40 балів.

Розподіл балів, що присвоюються студентам за виконання курсової роботи

Курсова робота	Своєчасне виконання	5	6	30	60
	Якість виконання	5	6	30	
Захист курсової роботи					40
<b>Всього за курсову роботу</b>					100



## Шкала оцінювання

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

## 12. Методичне забезпечення

1. Клепач М. І. Теорія автоматичного керування: лабораторні роботи. - Рівне:НУВГП,2008. - 206 с.

2. Методичні вказівки до проведення практичних занять з курсу «Теорія автоматичного керування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». (електронна бібліотека кафедри. Режим доступу: [//akit/stud\\_doc/3-k/ТАК](http://akit/stud_doc/3-k/ТАК))

3. 04-03-64. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни „Теорія автоматичного керування” для студентів за напрямом 6.050202 „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання, /М.І.Клепач, О.Ф.Кінчур, А.О.Христюк – Рівне: НУВГП, 2014, – 32 с.



### 13. Рекомендована література

#### Базова

1. Теория автоматического управления: Учебник /Под ред. А.В. Нетушила - М.:Высшая школа, 1983. - 432 с.
2. М.Г.Попович, О.В.Ковальчук. Теорія автоматичного керування: Підручник.-Київ: Либідь, 2007.-544 с.

#### Допоміжна

1. Теория автоматического управления. Учебное пособие /Под ред. А.С. Шаталова - М.:Высшая школа, 1977. - 448 с.
2. Воронов А.А., Титов В.К., Новогренов Б.Н. Основы теории автоматического регулирования и управления: Учебное пособие. - М.:Высшая школа, 1977. - 519 с.
5. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/Под ред. В.А. Бесекерского - М.:Наука, 1979. - 512 с.
6. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. Б.Р.Андриевский, А.Л. Фрадков – СПб.: Наука, 2000. - 475 с.
7. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем.- М.: Энергия, 1980. -312 с.
8. Ким Д.П. Теория автоматического управления Т.1. Линейные системы.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.-288 с.

### 14. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://nuwm.edu.ua/MySQL/>).
2. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://libr.rv.ua/>.