

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний технологічний університет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Обов'язкова навчальна дисципліна

Мова навчання - українська

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації

Код та найменування спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Шифр та найменування галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено
Методичною радою академії

2023

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИК: Хобін В.А., проф..

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем

Протокол від «__» _____ 20__ р. №__

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Хобін В.А.
(прізвище та ініціали)

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

(код та найменування спеціальності)

Голова ради _____
(підпис)

Хобін В.А.
(прізвище та ініціали)

Гарант освітньої програми _____
(підпис)

І.М. Світий
(прізвище та ініціали)

Розглянуто та схвалено Методичною радою академії

Протокол від «__» _____ 20__ р. №__

Секретар Методичної ради академії _____
(підпис)

Мураховський В.Г.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1	Пояснювальна записка.....	4
1.1	Мета та завдання навчальної дисципліни	4
1.2	Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти.....	4
1.3	Міждисциплінарні зв'язки.....	5
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС.....	6
2	Зміст дисципліни:.....	6
2.1	Програма змістових модулів.....	6
2.2	Перелік лабораторних робіт.....	8
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи.....	9
3	Критерії оцінювання результатів навчання.....	10
4	Інформаційне забезпечення.....	11

1. Пояснювальна записка

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни «Теорія автоматичного керування» передбачає формування у студентів основ професійно-орієнтованого мислення, знань і вмінь з аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

В результаті вивчення курсу «Теорія автоматичного керування» студенти повинні

знати:

- мету, задачі і альтернативні варіанти принципів побудови систем автоматичного керування;
- варіанти математичного апарату опису систем автоматичного керування як динамічних систем і процесів в них;
- актуальні методи аналізу динамічних властивостей систем автоматичного регулювання в перехідних і сталих процесах, в тому числі – в умовах випадкових збурень;
- актуальні методи синтезу систем автоматичного регулювання, у тому числі – систем підвищеної динамічної точності.

вміти:

- складати структурні схеми і математичний опис систем автоматичного регулювання як динамічних систем;
- обґрунтувати методи і провести аналізи стійкості систем автоматичного регулювання та показників їх якості в просторі параметрів регулятора і/або об'єкта регулювання;
- розробляти структурні схеми систем автоматичного регулювання, що забезпечують високу динамічну точність (інваріантних, автономних, каскадних, з компенсацією запізнення), визначати математичне описання коректуючи зв'язків, які додатково вводяться в системи, проводити їх коректне спрощення та визначення оптимізуються параметрів;
- обґрунтовувати і формувати критерії оптимальності, розраховувати початкові наближення і проводити параметричну оптимізацію регуляторів і коригувальних зв'язків систем автоматичного регулювання, сформулювати висновок про ефективність систем і їх робастність.

1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та освітньо-професійній програмі «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації».

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК08. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

ФК21. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні систем автоматизації.

Програмні результати навчання:

ПР04. 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.

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

1.3. Міждисциплінарні зв'язки

Дисципліна «Основи комп'ютерного моделювання технічних систем» має тісний зв'язок з іншими дисциплінами. Він базується на вивченні курсу вищої математики, інформатики та комп'ютерної техніки, та інших навчальних дисциплін.

1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Кількість кредитів - 14,5, годин - 435

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	130	52	72	6
заочна	36	16	20	-
Самостійна робота, годин	Денна - 305		Заочна - 399	

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Програма змістовних модулів

Змістовий модуль 1: Основні поняття теорії автоматичного управління, математичний опис САК, аналіз лінійних безперервних САР.				
№ теми	Вступ. Основні поняття теорії автоматичного управління Зміст вступу	Кількість годин		
		денна	заочна	
1	Управління як процес досягнення мети і його автоматизація. Найбільш загальні поняття управління й узагальнені структури систем неавтоматичного й автоматичного управління	2,0	0,4	
2	Структури і задачі САР. Загальні принципи побудови САР. Декомпозиція загальної мети управління, його часткові задачі, класифікація САК по розв'язуваних задачах	2,0	0,4	
3	Поняття аналізу і синтезу САР. Процеси в САК і їх найбільш загальні характеристики. Оцінка ефективності управління. Сутність задач аналізу і синтезу САК.	2,0	0,2	
Разом з вступу		6	1,0	
№ теми	Роздел 1. Математичний опис лінійних САР в інженерних задачах. Зміст розділу 1	Кількість годин		
		денна	заочна	
4	Основи математичного опису лінійних САР. Мета і суперечливість задачі математичного опису САК, форми представлення математичних моделей (ММ) САК Класифікація САК за характером її ММ, лінеаризація. Математичний опису лінійних динамічних систем, диференціальні рівняння і передатні функції, поняття про перетворення Лапласа і Фур'є.	2,0	0,5	
5	Типові лінійні динамічні ланки. Класифікація, з'єднання ланок, еквівалентні перетворення структурних схем і отримання їх рівнянь руху і передатних функцій	2,0	0,5	
6	Математичний опис замкнених САР. Одномірні САР, структурна схема, зміст її змінних, класифікація САР за характером зміни задаючих змінних, рівняння руху і передатні функції по каналах збурень і завдання. Багатомірні САР, особливості структурної схеми, зміст її змінних, особливості математичного опису.	2,0	1,0	
7	Реакція САР на типові входні впливи. Характеристики САР, перехідные, импульсные, частотные и вероятностные характеристики	1,0	0,5	
8	Математичний опис лінійних типових САР найпростішої структури. Типові моделі каналів ОР. Типові алгоритми регулювання. Передатні функції типових САР по каналах збурень і завдання	3,0	1,5	
Разом з розділу 1		10,0	4,0	

№ теми	Раздел2. Аналіз лінійних безперервних САР Зміст розділу 2	Кількість годин	
		денна	заочна
9	Стійкість САУ. Загальне поняття про стійкість динамічної системи, особливості стійкості лінійних систем, визначення стійкості прямими методами, види нестійкості. Критерії стійкості, алгебраїчні критерії (Рауса-Гурвица) і частотні критерії (Михайлова і Найквіста), запаси стійкості та області стійкості САР у просторах параметрів регулятора та об'єкта.	4,0	1,0
10	Аналіз якості САР. Помилки стабілізації і відтворення, як основа оцінки якості САР. Якість перехідних процесів в САР при ступінчатих впливах, регламентні зони перехідних характеристик САР. Якість сталих процесів у САР при постійних вхідних впливах і при вхідних впливах, що лінійно змінюються, статизм і астатизм САР. Якість динамічно сталих процесів у САР при випадкових вхідних впливах. Поняття про чутливість, робастність і грубість САУ.	4,0	1,0
Разом з розділу 2		8,0	2,0
Разом за змістовним модулем 1		24,0	7,0
<u>Змістовий модуль 2: Синтез типових одноконтурних САР</u>			
№ теми	Раздел3. Параметричний синтез типових САР найпростішої структури Зміст розділу 3	Кількість годин	
		денна	заочна
11	Задача синтезу в узагальненій постановці і її декомпозиція. Формалізація задачі синтезу, типові критерії оптимальності, типові обмеження, зв'язок виду критерію оптимальності з характером оптимального алгоритму управління. Декомпозиція задачі синтезу, задачі структурного і параметричного синтезу	2,0	0,25
12	Параметричний синтез типових САР найпростішої структури. Критерії, використовувані в інженерних методиках синтезу Найбільш розповсюджені інженерні методики розрахунку настроювальних параметрів регуляторів Коректування параметрів регулятора на працюючому об'єкті	4,0	2,0
13	Параметрична оптимізація САР. Оптимізація при крапковому завданні параметрів об'єкта і при імовірнісному (інтервальному) завданні параметрів об'єкта	2,0	0,25
Разом з розділу 3		8,0	3,0
Разом за змістовним модулем 2		8,0	3,0
<u>Змістовий модуль 3: Структурний і параметричний синтез САР підвищеної динамічної точності</u>			
№ теми	Розділ 4. Структурний і параметричний синтез САР підвищеної динамічної точності Зміст розділу 4	Кількість годин	
		денна	заочна
14	Інваріантності САР. Поняття інваріантності, види інваріантності, принципи Меєрова і Петрова побудови інваріантних САР.	1,0	0,25
15	Синтез інваріантних САР. Синтез САР інваріантних щодо контрольованих збурень Фізична і технічна реалізація корегуючих зв'язків інваріантних САР. Синтез інваріантних САР з непрямим виміром збурень. Синтез САР інваріантних щодо передісторії змінної, що задається. Синтез багатомірних автономних САР (інваріантних щодо керуючих впливів сепаратних САР)	5,0	0,75

16	Синтез каскадних САР, САР з прогнозуванням і шумами. <i>Синтез багатоконтурних САР каскадної структури. Синтез САР з компенсацією запізнення в контурі регулювання. Синтез САР з інтенсивними шумами виміру.</i>	4,0	1,0
Разом з розділу 4		10,0	2,0
Разом за змістовним модулем 3		10,0	2,0
<u>Змістовий модуль 4: Основи аналізу і синтезу нелінійних САР.</u>			
№ теми	Розділ 5. Основи аналізу і синтезу нелінійних САР Зміст розділу 4	Кількість годин	
		денна	заочна
17	Основи математичного опису та особливості динаміки нелінійних САР. <i>Загальні зауваження. Класифікація нелінійностей. Характеристики деяких нелінійних ланок. Проходження гармонійного сигналу через нелінійні ланки, ідея методу гармонійної лінеаризації. Проходження випадкового сигналу через нелінійні ланки, ідея методу статистичної лінеаризації. Зображення руху динамічних систем на фазовій площині, ідея методу фазового простору. Особливості динаміки нелінійних САР, в т.ч. - автоколювання. Стійкість нелінійних САР і їх типові фазові портрети.</i>	4,0	1,5
18	Аналіз і питання синтезу нелінійних САР. <i>Класифікація нелінійних алгоритмів управління. Структура й аналіз динаміки двохпозиційних САР. Структура й аналіз динаміки трьохпозиційних САР. Підвищення якості позиційних САР. Оптимальні і квазіоптимальні по швидкодії САР.</i>	3,0	2,0
19	Поняття про кусочно-лінійні (зі змінною структурою) САР. <i>Математичний опис СЗС, області існування структур, що переключаються, і фазові портрети СЗС на цих структурах. Режими руху в СЗС і їх особливості в умовах вільного руху та збурень. Вплив запізнювання на характер руху СЗС та шляхи компенсації запізнювання.</i>	3,0	0,5
Разом з розділу 5		10,0	4,0
Разом за змістовним модулем 4		10,0	4,0
Разом за навчальної дисципліни		50,0	16,0

2.2. Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1	Дослідження процесів «ручного» регулювання в неавтоматичній системі	4,0	-
2	Експериментальне визначення меж стійкості і показників якості САР із статичним й астатичним об'єктами з І- та ІІ- регуляторами	4,0	4,0
3	Експериментальне визначення меж стійкості і показників якості САР із статичним об'єктом і ІІІ- регулятором.	4,0	4,0
4	Експериментальне визначення меж стійкості і показників якості САР із астатичним об'єктом і ІІІ- регулятором.	4,0	-
5	Колективний аналіз результатів досліджень та обговорення висновків з лабораторних робіт модуля 1	2,0	-
Разом за змістовним модулем 1		18,0	8,0

Змістовий модуль 2			
6	Параметричний синтез і аналіз САР з ПІ-регулятором	4	4
7	Параметричний синтез і аналіз САР з ПІД-регулятором	4	-
8	Параметричний синтез і аналіз САР для об'єктів, схильних до неконтрольованих параметричних збурень	4	-
9	Дослідження показників якості і синтез САР в умовах збурень випадкового характеру	4	-
10	Колективний аналіз результатів досліджень та обговорення висновків з лабораторних робіт модуля 2	2	-
Разом за змістовним модулем 2		18	4,0
Змістовий модуль 3			
11	Синтез варіантів САР найпростішої структури для віртуального об'єкта за його моделями, отриманими різними методиками, і порівняльний аналіз ефективності цих САР.	4,0	4,0
12	Синтез та аналіз САР підвищеної динамічної точності каскадної структури для віртуального об'єкта.	4,0	-
13	Синтез та аналіз САР підвищеної динамічної точності з непрямим виміром збурень для віртуального об'єкта.	4,0	-
14	Синтез і аналіз САР підвищеної динамічної точності з прогнозуванням вільного руху для віртуального об'єкта.	4,0	-
15	Колективний аналіз результатів досліджень та обговорення висновків з лабораторних робіт модуля 3	2,0	-
Разом за змістовним модулем 3		18	4,0
Змістовий модуль 4			
16	Дослідження характеристик типових нелінійних ланок та їх з'єднань	4,0	-
17	Дослідження САР із двопозиційним алгоритмом регулювання	4,0	2,0
18	Дослідження САР із трипозиційним алгоритмом регулювання	4,0	2,0
19	Дослідження методів підвищення якості позиційних САР (на прикладі двопозиційних)	4,0	-
20	Колективний аналіз результатів досліджень та обговорення висновків з лабораторних робіт модуля 4	2,0	-
Разом за змістовним модулем 4		18,0	4,0
Всього		72,0	20,0

2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Види навчальної діяльності	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Опрацювання лекційного матеріалу	22	66
2	Підготовка до лабораторних та практичних занять	75	80
3	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	10	41
4	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	-	-
Разом з дисципліни		107	187

Підготовка та складання контрольних заходів	21	-
---	----	---

3. Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінні бали рейтингового контролю знань студентів

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
	min д/з	max д/з	денна			заочна		
			Кільк. робіт, одини ць	Сумарні бали		Кільк. робіт, одини ць	Сумарні бали	
				min	max			min
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зсеместр – денна форма навчання/4 семестр – заочна форма навчання								
ЗАЛІКОВИЙ КРЕДИТ 1								
Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії автоматичного управління, математичний опис САК, аналіз лінійних безперервних САР.								
Робота на лекціях	0	1	6	0	6	4	0	4
Лабораторні роботи	10	16	5	50	80	2	20	32
Опрацювання тем не винесених на лекції	5/1,4	7/4	2	10	14	7	10	28
Дистанційний контроль	-	-	-	-	-	0,5	30	25
Проміжна сума	-	-	-	60	100	-	60	89
Модульний контроль (колоквіум)	30	50/61	1	30	50	-	30	61
Оцінка за змістовий модуль 1	-	-	-	90	150	-	90	150
Змістовий модуль 2. Синтез типових одноконтурних САР								
Робота на лекціях	0	1	6	0	6	4	0	4
Лабораторні роботи	10	16	5	50	80	2	20	32
Опрацювання тем не винесених на лекції	5/1,4	7/4	2	10	14	7	10	28
Дистанційний контроль	-	-	-	-	-	0,5	30	25
Проміжна сума	-	-	-	60	100	-	60	89
Модульний контроль (колоквіум)	30	50/61	1	30	50	-	30	61
Оцінка за змістовий модуль 1	-	-	-	90	150	-	90	150
ЗАЛІКОВИЙ КРЕДИТ 2								
Змістовий модуль 3. Структурний і параметричний синтез САР								
Робота на лекціях	0	1	6	0	6	4	0	4
Лабораторні роботи	10	16	5	50	80	2	20	32
Опрацювання тем не винесених	5/1,4	7/4	2	10	14	7	10	28

на лекції								
Дистанційний контроль	-	-	-	-	-	0,5	30	25
Проміжна сума	-	-	-	60	100	-	60	89
Модульний контроль (колоквіум)	30	50/61	1	30	50	-	30	61
Оцінка за змістовий модуль 1	-	-	-	90	150	-	90	150
Змістовий модуль 4. Основи аналізу і синтезу нелінійних САР.								
Робота на лекціях	0	1	6	0	6	4	0	4
Лабораторні роботи	10	16	5	50	80	2	20	32
Опрацювання тем не винесених на лекції	5/1,4	7/4	2	10	14	7	10	28
Дистанційний контроль	-	-	-	-	-	0,5	30	25
Проміжна сума	-	-	-	60	100	-	60	89
Модульний контроль (колоквіум)	30	50/61	1	30	50	-	30	61
Оцінка за змістовий модуль 1	-	-	-	90	150	-	90	150
Разом з дисципліни				90...150		90...150		

Примітка: бали «за творчі здобутки» не враховують в оцінку за ЗМ.

4. Інформаційні ресурси

Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з курсу «Теорія автоматичного керування» для студентів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

2. Учбова література з ТАУ.

3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Теорія автоматичного керування» для студентів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

Базова

1. Поповіч М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с. ISBN 978-966-06-0447-6

2. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств [Текст] : Уч.пособие для вузов. / Кафаров В.В., Глебов М.Б. - М.: Высш.шк., 1991.

3. Математическое моделирование процессов пищевых производств / Остапчук Н.В. и др. — К. : Вища шк., 1992 — 304 с. — ISBN 5-11-002494-4.

4. В. Е. Краскевич. Численные методы в инженерных исследованиях [Текст] : учебное пособие / В. Е. Краскевич, К. Х. Зеленский, В. И. Гречко. – Киев: Вища школа, 1986. – 263 с.

5.В. Дьяконов. MATLAB [Текст] : учебный курс / Дьяконов В. П. — СПб. : Питер, 2001. — 560 с. — ISBN 5-272-00276-8.

Допоміжна

1. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Текст] : Учебное пособие / Маликов Р.Ф. — Уфа: Изд-во БГПУ, 2005. - 134 с.

2. В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. [Текст]. Учебное пособие для студентов и аспирантов / В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова — К.: НАН Украины, 2008. — 91 с. — ISBN 978-966-02-4389-7

3. Егоренков. Основы математического моделирования. Анализ и построение моделей с примерами на языке MATLAB [Текст] / Д.Л. Егоренков, А.Л. Фрадков, В.Ю. Харламов — [http://www.ph4s.ru/book_pc_model.html].

4. Зайцев В. Ф. Математические модели в точных и гуманитарных науках. / Зайцев В.Ф., ООО «Книжный дом» — СПб.: ООО «Книжный дом», 2006. — 112 с. — ISBN 5-94777-060-1. [http://www.ph4s.ru/book_pc_model.html]