

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

T7113

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**Program of the Discipline****Системи керування електроприводів****ELECTRICAL DRIVES CONTROL SYSTEMS**

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)*перший (бакалаврський) / другий (магістерський)*

тип дисципліни

обов'язкова*обов'язкова/вибіркова*

мова(и) викладання

українська*українська/англійська*

Робоча програма навчальної дисципліни

«Системи керування електроприводів»

(вказується повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

Г «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності

G3 «Електрична інженерія»

(шифр і назва)

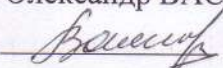
освітньо-професійна програма

«Електротехніка та електротехнології»

(вказується повна назва освітньо-професійної програми)

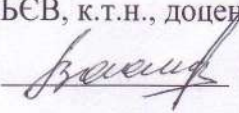
" 17 " 04 2025 року. - 23 с.

Розробник: Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Розробник  Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент

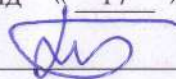
Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ», Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант  Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » 04 2025 р.

Завідувач кафедри  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » 05 2025 р.

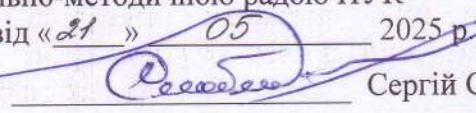
Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » 05 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	17
8. Критерії оцінювання результатів навчання	20
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	21
10. Рекомендовані джерела інформації	22

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Системи керування електроприводів» є обов'язковою дисципліною циклу професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Електротехніка та електротехнології» зі спеціальності G3 «Електрична інженерія» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво».

Програма дисципліни має на меті навчання основним методам проектування та аналізу основних характеристик автоматизованих електроприводів різних класів та систем керування ними, що базуються на знанні фізичних принципів роботи та особливостей електромеханічних систем, силових перетворювачів, методів аналізу динамічних характеристик.

Ключові слова: автоматизований електропривод, датчик, регулятор, система керування, силовий перетворювач

Abstract

The academic discipline "Electrical Drive Control Systems" is a mandatory discipline of the cycle of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education under the educational and professional program "Electrical Engineering and Electrical Technologies" in the specialty G3 "Electrical Engineering" of the field of knowledge G "Engineering, Production and Construction".

The discipline program aims to teach basic methods for designing and analyzing the main characteristics of automated electric drives of various classes and their control systems, based on knowledge of the physical principles of operation and features of electromechanical systems, power converters, and methods for analyzing dynamic characteristics.

Keywords: automated electric drive, sensor, regulator, control system, power converter

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти:	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 10	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		3-й, 4-й	3-й, 4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-elektrotehnika-ta-elektrotehnologii-bakalavr/	Спеціальність G3 «Електрична інженерія» Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання "Проектування електропривода подачі металорізальних верстатів"		6-й, 7-й	6-й, 7-й
		Лекції	
		60 год.: 6-й – 30 год.; 7-й – 30 год.	26 год.: 6-й – 8 год.; 7-й – 18 год.
		Практичні	
		30 год.: 6-й – 15 год.; 7-й – 15 год.	12 год.: 6-й – 4 год.; 7-й – 8 год.
Загальна кількість годин – 300		Лабораторні	
		30 год.: 6-й – 15 год.; 7-й – 15 год.	12 год.: 6-й – 4 год.; 7-й – 8 год.
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: 6 семестр: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 2 7 семестр: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 10 (в т.ч. КР)	Освітній рівень перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		180 год.: 6-й – 30 год.; 7-й – 150 год. (в т.ч. КР)	250 год.: 6-й – 74 год.; 7-й – 176 год.
		Індивідуальне завдання (курсова робота):	
		7-й – 90 год.	7-й – 90 год.
		Вид контролю	
		6-й сем. – іспит; 7-й сем. – іспит, курсова робота	6-й сем. – іспит, контрольна робота; 7-й сем. – іспит, курсова робота
		Форма контролю	
комбінована			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- **ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- **ЗК5.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- **ФК 4.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики;
- **ФК 5.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електропривода;
- **ФК 9.** Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: вступ до спеціальності, теорія автоматичного керування, елементи систем автоматики.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- **ПРН 3.** Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- **ПРН 8.** Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками;
- **ПРН 9.** Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- **ПРН 17.** Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж;
- **ПРН 22.** Знати особливості застосування сучасного програмного забезпечення з метою розв'язання загальних інженерних задач.

5. Програма навчальної дисципліни

6-й семестр

Модуль 1. Замкнені СКЕП постійного струму.

Змістовий модуль 1. Вступ. Загальні відомості про автоматизовані електроприводи.

Тема 1. Терміни та визначення. Загальна характеристика АЕП. Узагальнена функціональна схема АЕП [11] с. 15-19; [12] с. 18-22; [15] с. 6-22.

Тема 2. Узагальнена структурна схема автоматизованого електропривода [14] с. 17-31, 32-39,

239-246; [15] с. 72-89.

Тема 3. Основні закони керування та типи регуляторів, реалізованих на операційних підсилювачах постійного струму [2] с. 7-65; [15] с. 72-123.

Тема 4. Регулювання швидкості в СКЕП постійного струму. Типові структури СКЕП [14] с. 239-310.

Тема 5. Основні силові схеми вентильних перетворювачів. Схеми реверсивних вентильних електроприводів [10] с. 4-37; [14] с. 181-235.

Тема 6. Керування реверсивними вентильними перетворювачами. Сумісне керування групами вентилів. Роздільне керування групами вентилів [10] с. 37-96, с. 127-154.

Тема 7. Статичні характеристики нереверсивних вентильних перетворювачів у різних режимах роботи [10] с. 77-97; [13] с. 94-105; [14] с. 236.

Тема 8. Система імпульсно-фазового керування [1] с. 55-63; [10] с. 97-127.

Змістовий модуль 2. Функціональна побудова СКЕП.

Тема 9. Синтез регуляторів струму та швидкості в електроприводі постійного струму [13] с. 114-150.

Тема 10. Стандартні настройки найпростіших контурів систем керування [14] с. 32-95.

Тема 11. Вузли струмообмеження в системах керування швидкістю електропривода [10] с. 151-154.

Тема 12. Одноконтурні схеми СКЕП зі зворотними зв'язками за напругою, струмом, швидкістю [16] с. 124-134.

Тема 13. Системи керування з підпорядкованим регулюванням координат [1] с. 138-183; [10] с. 97-127; [15] с. 138-183.

Тема 14. Загальна характеристика позиційних та слідкуючих електроприводів і їх систем керування [16] с. 7-15.

Тема 15. Адаптивне керування в електроприводах [1] с. 182-200; [15] с. 191-202; [16] с. 68-78.

7-й семестр

Модуль 2. Замкнені СКЕП змінного струму.

Змістовий модуль 3. Системи керування швидкістю асинхронних електроприводів

Тема 16. Загальна характеристика СКЕП змінного струму. Фізичні залежності, характерні для АЕП змінного струму [14] с. 335-352.

Тема 17. Особливості керування швидкістю асинхронних електроприводів [17] с. 31-36.

Тема 18. Замкнені схеми регулювання швидкості АЕП шляхом зміни напруги статора [14] с. 362-366.

Змістовий модуль 4. Системи частотного керування.

Тема 19. Класифікація систем частотного керування асинхронним двигуном [1] с. 174-182; [13] с. 160-185; [14] с. 410-422; [17] с. 37-41.

Тема 20. Схема регульованого електропривода на основі автономного інвертора струму [14] с. 359-361.

Тема 21. Керування струмом двигуна при відсутності регулятора швидкості [9] с. 243-248.

Тема 22. Асинхронний електропривод з регульованою напругою на статорі й використанням регуляторів швидкості [9] с. 224-226.

Тема 23. Системи частотно-струмового керування швидкістю [14] с. 410-422.

Тема 24. Системи векторного керування. Принцип векторного керування. Схеми. [13] с. 186-195; [14] с. 423-431; [17] с. 42-46.

Тема 25. Система векторного керування асинхронним електроприводом без датчика

швидкості [14] с. 431-437.

Змістовий модуль 5. Слідкуючі СКЕП.

Тема 26. Система керування положенням механізму. Принцип побудови слідкуючих СКЕП в режимі позиціонування та функціональні схеми. [1] с. 202-216, [15] с. 184-190; [16] с. 7-14.

Тема 27. Особливості математичного опису слідкуючих СКЕП. [16] с. 27-32.

Тема 28. Визначення показників якості регулювання системи автоматичного керування по перехідним характеристикам. [16] с. 33-48.

Тема 29. Методи синтезу корегуючих пристроїв. Розрахунки параметрів регуляторів [16] с. 61-77.

Тема 30. Синтез регуляторів в слідкуючих СКЕП. [16] с. 32-40.

Модуль 3. ІНДЗ (КР)

Змістовий модуль 6. Проектування електропривода подачі металорізальних верстатів.

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.**	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Замкнені СКЕП постійного струму										
Змістовий модуль 1. Вступ. Загальні відомості про автоматизовані електроприводи										
Тема 1. Терміни та визначення. Загальна характеристика АЕП. Узагальнена функціональна схема АЕП	6	2	2		2	6	2			4
Тема 2. Узагальнена структурна схема автоматизованого електропривода	5	2		2	1	4				4
Тема 3. Основні закони керування та типи регуляторів, реалізованих на операційних підсилювачах постійного струму	6	2	2		2	8			2	6
Тема 4. Регулювання швидкості в СКЕП постійного струму. Типові структури СКЕП	5	2		2	1	8		2		6
Тема 5. Основні силові схеми вентильних перетворювачів. Схеми реверсивних вентильних електроприводів	6	2	2		2	6	2			4
Тема 6. Керування реверсивними вентильними перетворювачами. Сумісне керування групами вентилів. Роздільне керування групами вентилів	6	2		2	2	5				5
Тема 7. Статичні характеристики нереверсивних вентильних перетворювачів у різних режимах роботи	5	2	2		1	4				4
Тема 8. Система імпульсно-фазового керування	6	2		2	2	4				4
<i>Разом за змістовим модулем 1*</i>	45	16	8	8	13	45	4	2	2	37
Змістовий модуль 2. Функціональна побудова СКЕП										
Тема 9. Синтез регуляторів струму та швидкості в електроприводі постійного струму	6	2	2		2	6	2			4
Тема 10. Стандартні настройки найпростіших контурів систем керування	7	2		2	3	8		2		6
Тема 11. Вузли струмообмеження в системах керування швидкістю електропривода	6	2	2		2	6				6
Тема 12. Одноконтурні схеми СКЕП зі зворотними зв'язками за напругою, струмом, швидкістю	8	2		2	4	6				6
Тема 13. Системи керування з підпорядкованим регулюванням координат	6	2	2		2	8	2			6
Тема 14. Загальна характеристика позиційних та слідкуючих	6	2		2	2	6			2	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.**	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 26. Система керування положенням механізму. Принцип побудови слідкуючих СКЕП в режимі позиціонування та функціональні схеми	6	2	2		2	14	2		2	10
Тема 27. Особливості математичного опису слідкуючих СКЕП	6	2		2	2	10				10
Тема 28. Визначення показників якості регулювання системи автоматичного керування по перехідним характеристикам	4	2			2	12		2		10
Тема 29. Методи синтезу корегуючих пристроїв. Розрахунки параметрів регуляторів	7	2	2	1	2	12	2			10
Тема 30. Синтез регуляторів в слідкуючих СКЕП	7	2	1		4	12	2			10
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	30	10	5	3	12	60	6	2	2	50
<i>Усього годин</i>	120	30	15	15	60	210	18	8	8	176
Модуль 3. ІНДЗ (КР)										
Змістовий модуль 6. Проектування електропривода подачі металорізальних верстатів.										
<i>Разом за змістовим модулем 6</i>	90				90	90				90
<i>Усього годин</i>										
Разом за курсом	300	60	30	30	180	300	26	12	12	250

* Змістовий модуль кратний 15 годин

** За заочною формою проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
6-й семестр			
1	Тема. Математичні моделі електромеханічних систем з двигунами постійного струму. Електромеханічні та механічні характеристики двигунів постійного струму в розімкнених системах [4].	2	1
2	Тема. Характеристики двигуна у замкнених схемах [4].	2	1
3	Тема. Моделі силових ланцюгів СКЕП постійного струму.	2	
4	Тема. Вибір перетворювачів для двигунів та розрахунок коефіцієнтів підсилення. Розрахунок перепаду швидкості двигунів постійного струму при номінальному навантаженні [4].	2	1
5	Тема. Основні залежності та розрахунок параметрів елементів СКЕП постійного струму з різними регуляторами та датчиками зворотних зв'язків [4].	2	
6	Тема. Побудова функціональної та структурної схем. Розрахунок параметрів регуляторів в системах підпорядкованого регулювання. Розрахунок параметрів регуляторів в одно контурних, двоконтурних та трьох контурних системах підпорядкованого регулювання [4].	5	1
	Разом	15	4
7-й семестр			
7	Тема. Математичні моделі електромеханічних систем з двигунами змінного струму. [14]. Основні залежності для асинхронних двигунів. Розрахунок параметрів датчиків та регуляторів	2	1
8	Тема. Математичні моделі електромеханічних систем з двигунами змінного струму. [14]. Основні залежності та розрахунок параметрів елементів СКЕП змінного струму. Побудова функціональної та структурної схем.	2	1
9	Тема. Режим роботи асинхронних електроприводів в СК. [14]. Розрахунок гармонік струму та напруги в електромережі, що живлять перетворювачі частоти. Розрахунок та вибір електроприводів без рекуперації енергії гальмування в мережу.	2	1
10	Тема. Системи частотного керування електроприводів з асинхронними двигунами. [1,7]. Основні залежності та розрахунок параметрів елементів СКЕП змінного струму. Побудова функціональної та структурної схем.	2	1
11	Тема. Системи частотно-струмового керування швидкістю асинхронних електроприводів. [1,16]. Основні залежності та розрахунок параметрів елементів системи керування асинхронних електроприводів. Побудова функціональної та структурної схем.	5	2
12	Тема. Асинхронні електроприводи з векторним керуванням. [1,14].	2	2
	Разом	15	8
	Усього	30	12

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
6-й семестр			
1	Знайомство із загальною структурою промислової системи керування електропривода подачі, призначенням елементів, принципом роботи та особливістю керування силовим ланцюгом [3,11].	2	1
2	Дослідження принципу роботи та конструкції регуляторів в системі керування електроприводом [3,11].	2	1
3	Дослідження принципу роботи та конструкції блоків системи захисту електропривода [3,11].	2	
4	Знайомство із функціональною схемою лабораторного стенда системи керування електропривода постійного струму та одержання навичок роботи з ним [3,11].	2	1
5	Вплив параметрів настроювання регуляторів на динамічні характеристики системи керування електропривода постійного струму [3,11].	2	
6	Аналіз динаміки системи керування електропривода постійного струму при зміні законів регулювання [3,11].	2	1
7	Вплив адаптивного регулятора на динамічні характеристики системи керування електропривода постійного струму [3,11].	3	
	Разом	15	4
7-й семестр			
8	Моделювання мостового широтно-імпульсного перетворювача з почерговим законом керування в усталених режимах [5,11].	2	1
9	Моделювання системи з автономним інвертором [5, 11].	2	1
10	Побудова асинхронного електропривода з частотним керуванням [5,11].	2	1
11	Дослідження частотно-струмового електропривода зі скалярним керуванням [5,11].	2	1
12	Побудова частотного електропривода з векторним керуванням [5,11].	2	2
13	Тема. Побудова електропривода на базі вентильного двигуна [5,11].	5	2
	Разом	15	8
	Усього	30	12

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – *0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);*
- підготовка до практичних занять – *1-2 год/1 заняття;*
- підготовка до семінарських занять – *2-4 год/1 заняття;*
- підготовка до лабораторних робіт – *2-3 год/1 робота;*
- написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – *мінімум 15 годин на 1 роботу;*
- підготовка до контрольних заходів – *(15-30) год. на 1 захід.*

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекцій	30	40
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	50
3	Підготовка до практичних робіт	15	40
4	Підготовка до семінарів	-	-
5	Виконання РГЗ	-	-
6	Реферат	-	-
7	Підготовка до іспиту	30	30
8	Тема "Проектування електропривода подачі металорізальних верстатів"	90	90
	<i>Разом</i>	180	250

Індивідуальне науково-дослідне завдання

7 семестр

Тема: "Проектування електропривода металорізальних верстатів"

Зміст завдання:

Спроекувати та розрахувати систему керування електроприводом постійного струму заданої структури, використовуючи дані завдання на проектування

Додаток 1:

- Технологічні вимоги до приводів подач
- Вибір двигуна і комплектного електропривода
- Розрахунок індуктивності реакторів
- Обмеження зрівняльних струмів
- Обмеження струму при однофазному перекиданні інвертора
- Обмеження струму через тиристори при короткому замиканні на стороні постійного струму
- Обмеження зони переривчастих струмів
- Згладжування пульсацій випрямленого струму

• Розрахунок параметрів об'єкта регулювання для аналізу динамічних властивостей системи • Розрахунок параметрів регулятора і елементів контуру регулювання струму якоря у системі підпорядкованого регулювання • Налагодження регулятора струму • Розрахунок параметрів регулятора струму • Розрахунок параметра регулятора контуру швидкості • Регулювання зовнішнього контуру швидкості • Налагодження П-регулятора швидкості • Налагодження ПІ-регулятора швидкості • Розрахунок параметрів регулятора швидкості • Побудова статичних характеристик • Дослідження динамічних характеристик замкнутої системи на ПЕОМ		
<i>Разом, годин</i>		90

Результати курсової роботи (КР) оформлюються у вигляді пояснювальної записки.

КР виконується студентом самостійно за консультативною допомогою викладача. Студент несе особисту відповідальність за прийняті в роботі рішення і правильність виконання графічної та текстової частин КР.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольно-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого – спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень; різновиди бесіди: репродуктивні (спрямовані на відтворення раніше засвоєного матеріалу), катехізичні (передбачають точне відтворення формулювань, запам'ятовування відповідей), евристичні (підводять здобувачів до самостійних висновків);
- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для практичних, лабораторних та семінарських занять:

- вправа - планомірне, організоване, повторне виконання дій із метою оволодіння ними або підвищення їх якості;

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;
- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, письмові заліки;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей);
- лабораторний контроль;
- графічна перевірка.

Альтернативно може застосовуватися наступна класифікація методів навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод - повідомлення готової інформації різними засобами (словесними, наочними, практичними) та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами;
- репродуктивний метод - відтворення здобувачем способів діяльності за визначеним викладачем алгоритмом;
- проблемного викладу – постановка викладачем перед здобувачами проблеми і визначення шляхів її розв'язання з приховуванням можливих пізнавальних суперечностей;
- частково-пошуковий - метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;
- дослідницький - творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- іспити;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань, які використовуються.
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань, які використовуються.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту (за його наявності). У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів (у разі відсутності заключного іспиту). Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту (при його наявності) в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту (за його наявності).

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, практичному/лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних / практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання*

Лабораторна робота

Кількість балів	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів).

Практична робота

Практичні роботи	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 робіт по 5 балів)

Виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Поточний модульний контроль у формі тестування

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	6x5 балів = 30 балів	4x5 бали = 20 балів
Виконання лабораторних робіт	6x5 балів = 30 балів	4x5 балів = 20 балів
Виконання домашньої контрольної роботи	-	1x20 балів = 20 балів
Всього	60	60

Поточний модульний контроль реалізується у формі проведення контрольних робіт за кожним змістовним модулем.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
6-й семестр					
ЗМ1	T1-T8	Лабораторна робота №1-2	10	Лабораторна робота №1,2	10
		Практична робота № 1-3	15	Практична робота № 1,2	10
ЗМ2	T9-T15	Лабораторна робота №3-7	25	Лабораторна робота №4,6	10
		Практична робота № 3-6	20	Практична робота № 4,6	10
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	-	Виконання домашньої контрольної роботи	30
Підсумковий контроль		Іспит	30		30
Сума			100		100

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
7-й семестр					
ЗМ3	Т16-Т18	Лабораторна робота №1-2	10	Лабораторна робота №1	5
		Практична робота № 1-2	10	Практична робота № 1	5
ЗМ4	Т19-Т25	Лабораторна робота №3-4	10	Лабораторна робота №2-3	10
		Практична робота № 3-4	10	Практична робота № 2,3	10
ЗМ5	Т26-Т30	Лабораторна робота №5-6	10	Лабораторна робота №4	5
		Практична робота № 5-6	10	Практична робота № 4	5
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	-	Виконання домашньої контрольної роботи	20
Підсумковий контроль		Іспит	40		40
Сума			100		100

Критерії оцінювання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

Критерії оцінювання іспиту

Екзамен проводиться згідно з білетами. Склад одного білета: 3 теоретичних питання або 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерій оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову та принцип роботи типових систем цифрового та дискретного керування устаткуванням, вміє провести вибір та розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми, блок-схеми алгоритмів та фрагменти програм керування
8	студент знає принцип роботи типових систем керування, орієнтується у конструкції їх елементів, вміє провести розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми системи керування, блок-схеми алгоритмів її роботи
5	студент має уявлення про принципи роботи найбільш розповсюджених цифрових та дискретних систем керування устаткуванням, орієнтується в конструкції елементів систем керування, вміє скласти функціональну схему, вибрати склад обладнання для заданої системи керування
0	студент має знання та вміння нижче визначеного рівня

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.
2. На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних систем при проектуванні імпульсних блоків живлення систем автоматики.
3. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі перевірки навичок і вмінь роботи з необхідним спеціалізованим програмним забезпеченням.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Баховець Б. О.** Автоматизований електропривод. Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 238 с.
2. **Бахрушин В.Є.** Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
3. **Васильєв, О. Г.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Системи керування електроприводом», част. 1 / О. Г. Васильєв, А. М. Фоменко, С. І. Ольшевський – Миколаїв: УДМТУ, 2003.
4. **Васильєв, О. Г.** Методичні вказівки до виконання практичних і контрольних робіт з дисципліни "Системи керування електроприводами" / О. Г. Васильєв, С. О. Гаврилов, С. І. Ольшевський. – Миколаїв: НУК, 2016. – 42 с.
5. **Васильєв, О. Г.** Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Системи керування електроприводами" / О. Г. Васильєв, С. О. Гаврилов, С. І. Ольшевський. – Миколаїв : НУК, 2016. – 60 с.
6. **Видмиш А.А.** Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
7. **Грабко, В. В.** Системи керування електроприводами. Розрахунок системи підпорядкованого керування електроприводом постійного струму. Курсове та дипломне проєктування : навчальний посібник / М. П. Розводюк, В. В. Грабко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 89 с.
8. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / **М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.**; За ред. П.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. - К.: Либідь, 2005.
9. **Закладний О.М.** Електропривод: Навч. посіб. / О.М. Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний – К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 316 с.: іл.
10. **Казачковський М.М.** Керовані випрямлячі: Навчальний посібник / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ: НГА України, 1999. – 229 с.
11. **Лавріненко Ю.М.** Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний.– К.: Видавництво Ліра – К, 2017. – 524 с.
12. **Павленко Т. П.** Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / Т. П. Павленко, О. В. Донець, О. М. Петренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 132 с.
13. **Панкратов А.І.** Системи керування електроприводами. Видання 2: Навч. посібник з дисципліни «Системи керування електроприводами» (для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної і заочної форми навчання) / – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 225 с.
14. **Регульований електропривод:** Підручник / **[І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський, Л. С. та ін.]**; За ред. І.М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с.: іл.
15. **Теряєв В. І.** Автоматизований електропривод ч. 2 [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / **В.І. Теряєв.** – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 204 с.
16. **Теряєв В. І.** Системи програмного та слідкуючого керування рухом [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та

електромобільність» / В.І. Теряєв, С.В. Король; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,54 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.

17. **Частотне керування** асинхронним приводом: Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни „Основи електропривода” для студентів напряму підготовки 6.100101 – „Енергетика та електротехнічні системи в АПК” / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. – Ніжин.: 2011. – 98 с.

Допоміжна література

1. **Голодний І.М.,** Червінський Л.С., Жильцов А.В., Санченко О.В. Романенко О.І. Моделювання регульованого електропривода: Підручник. – К.: Аграр Медіа Груп, 2019. – 266 с.: іл.

2. **Зайцев Г.Ф.** та ін. Теорія автоматичного управління. / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріський: За ред. проф. Г.Ф. Зайцева. – К.: Техніка, 2002. – 688 с.

3. **Колб А.А.** Основи електроприводу. Методичні рекомендації до практичних занять для бакалаврів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А.А. Колб, Г.Г. Дяченко ; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 83 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу):

2. Підручники, навчальні посібники:

- видавництво «Олді+» <http://ebooks.ol diplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХФ НУК)
- видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>