

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)

T7130

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Електроприводи робототехнічних систем
ELECTRIC DRIVE OF ROBOTIC 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 «Електроприводи робототехнічних систем»
(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і назва)

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»
(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

" 11 " квітня 20 25 року. - 19 с.

Розробник: Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / к.т.н., асистент кафедри автоматики

Розробник А. Козлов Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / к.т.н.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «АВТОМАТИКА ТА РОБОТОТЕХНІКА», Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант І. Білюк Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» погоджено з навчальним відділом

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

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК С. Слободян 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	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	18
10. Рекомендовані джерела інформації	18

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Електроприводи робототехнічних систем» спрямована на формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок у галузі побудови, аналізу та керування електроприводами, що застосовуються в сучасних робототехнічних системах. Актуальність дисципліни зумовлена широким впровадженням роботизованих систем у промисловості, транспорті та сервісних сферах, де електропривод забезпечує рух, точність позиціонування та ефективність роботи.

У межах дисципліни розглядаються принципи побудови електроприводів, їх структура та основні складові: електродвигуни постійного і змінного струму, силові перетворювачі, системи керування та датчики. Особлива увага приділяється механічним характеристикам електроприводів, режимам їх роботи та взаємодії з механічним навантаженням у робототехнічних системах.

Також вивчаються математичні моделі електродвигунів, їх статичні та динамічні характеристики, методи регулювання швидкості, моменту та положення. Розглядаються сучасні системи керування, зокрема цифрові контролери, програмовані логічні контролери та мікропроцесорні пристрої.

Вивчення дисципліни сприяє розвитку інженерного мислення, здатності проектувати електроприводи робототехнічних систем, обирати оптимальні технічні рішення та забезпечувати надійну роботу автоматизованих комплексів.

Ключові слова: електропривод; робототехнічні системи; електродвигуни; двигуни постійного струму; асинхронні двигуни; синхронні двигуни; силова електроніка; перетворювачі; системи керування; ПЛК; датчики; швидкість; момент; регулювання; векторне керування; моделювання; автоматизація.

Abstract

The academic discipline “Electric Drives of Robotic Systems” is aimed at developing students’ theoretical knowledge and practical skills in the design, analysis, and control of electric drives used in modern robotic systems. The relevance of the discipline is обусловлена the widespread implementation of robotic systems in industry, transportation, and service sectors, where electric drives ensure motion, positioning accuracy, and system efficiency.

The discipline studies the principles of electric drive design, their structure, and main components, including DC and AC motors, power electronic converters, control systems, and sensors. Particular attention is given to mechanical characteristics of electric drives, their operating modes, and interaction with mechanical loads in robotic systems.

It also covers mathematical modeling of electric motors, analysis of their steady-state and dynamic characteristics, and methods of speed, torque, and position control. Modern control systems, including digital controllers, programmable logic controllers, and microprocessor-based devices, are considered.

The study of the discipline develops engineering thinking, the ability to design electric drives for robotic systems, select optimal solutions, and ensure reliable operation of automated systems.

Keywords: electric drive; robotic systems; electric motors; DC motors; induction motors; synchronous motors; power electronics; converters; control systems; PLC; sensors; speed; torque; control; vector control; modeling; automation.

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 – 11	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		3-й, 4-й	-
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (Розробка та програмна реалізація системи керування електроприводом асинхронного двигуна для робототехнічного обладнання)		6-й, 7-й	-
		Лекції	
		60 год.: 6-й – 30 год.; 7-й – 30 год.	-
		Практичні	
Загальна кількість годин – 330		45 год.: 6-й – 15 год.; 7-й – 30 год.	-
		Лабораторні	
		30 год.: 6-й – 15 год.; 7-й – 15 год.	-
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 9; самостійної роботи студента – 13	Освітній рівень перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		195 год.: 6-й – 60 год.; 7-й – 135 год.	-
		Індивідуальне завдання: курсовий проект	
		7-й – 90 год.	-
		Вид контролю	
		6-й – іспит; 7-й – КП, іспит	-
		Форма контролю усна / письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОПРИВОДИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ФК 2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
- ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: «Вища математика III», «Електричні машини», «Основи метрології та електричних вимірів», «Електроматеріалознавство».

4. Очікувані результати навчання

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

- ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.
- ПРН 18. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування та технічного обслуговування систем керування технологічними комплексами та робототехнічними системами.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи електроприводів робототехнічних систем.

Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови електроприводів.

Тема 1. Вступ до електроприводів робототехнічних систем. Основні поняття та визначення [5, с. 1–20].

Тема 2. Структура робототехнічної системи [2, с. 10–25].

Тема 3. Класифікація приводів у робототехнічних системах [6, с. 15–30].

Тема 4. Типи виконавчих механізмів та приводів (електричні, гідравлічні, пневматичні) [4, с. 50–70].

Тема 5. Структура електропривода та його основні елементи [2, с. 30–45].

Тема 6. Джерела живлення електроприводів [1, с. 40–60].

Тема 7. Силові електронні перетворювачі в електроприводах [4, с. 100–130].

Тема 8. Датчики в системах електропривода (швидкості, положення, струму) [3, с. 200–220].

Змістовий модуль 2. Електродвигуни та їх характеристики.

Тема 9. Класифікація електродвигунів (DC та AC двигуни) [1, с. 1–15].

- Тема 10.** Будова електродвигунів (статор, ротор, магнітна система) [1, с. 15–30].
- Тема 11.** Принцип роботи двигунів постійного струму [3, с. 50–80].
- Тема 12.** Принцип роботи двигунів змінного струму [7, с. 60–90].
- Тема 13.** Електромеханічне перетворення енергії в електродвигунах [6, с. 45–70].
- Тема 14.** Механічні характеристики електроприводів та типи навантажень [2, с. 40–60].
- Тема 15.** Режим роботи електроприводів (двигунний, генераторний, гальмівний) [1, с. 60–80].

Модуль 2. Системи керування електроприводами.

Змістовий модуль 3. Електроприводи постійного струму.

- Тема 16.** Загальна характеристика електроприводів постійного струму [3, с. 1–20].
- Тема 17.** Конструкція двигунів постійного струму [3, с. 20–40].
- Тема 18.** Математична модель двигуна постійного струму [2, с. 20–35].
- Тема 19.** Рівняння електричного та механічного стану двигуна [3, с. 40–60].
- Тема 20.** Статичні характеристики двигуна постійного струму [3, с. 60–80].
- Тема 21.** Методи регулювання швидкості (за напругою якоря) [2, с. 50–70].
- Тема 22.** Методи регулювання швидкості (за магнітним потоком) [6, с. 80–100].
- Тема 23.** Режим роботи двигуна постійного струму [3, с. 80–100].

Змістовий модуль 4. Електроприводи змінного струму та сучасні системи керування.

- Тема 24.** Загальна характеристика електроприводів змінного струму [6, с. 100–120].
- Тема 25.** Асинхронні двигуни: будова та принцип роботи [1, с. 80–100].
- Тема 26.** Синхронні двигуни та їх застосування [1, с. 100–120].
- Тема 27.** Регулювання швидкості асинхронних двигунів [4, с. 200–230].
- Тема 28.** Частотне керування електроприводом (U/f) [4, с. 230–260].
- Тема 29.** Математичні моделі електроприводів змінного струму [7, с. 120–150].
- Тема 30.** Сучасні системи керування електроприводами (ПЛК, мікропроцесори, цифрові системи) [5, с. 250–280].

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. Основи електроприводів робототехнічних систем										
Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови електроприводів										
Тема 1. Вступ до електроприводів робототехнічних систем. Основні поняття та визначення	6	2	0	0	4	-	-	-	-	-
Тема 2. Структура робототехнічної системи	6	2	0	0	4	-	-	-	-	-
Тема 3. Класифікація приводів у робототехнічних системах	6	2	0	0	4	-	-	-	-	-
Тема 4. Типи виконавчих механізмів та приводів	10	2	2	2	4	-	-	-	-	-
Тема 5. Структура електропривода та його основні елементи	8	2	0	2	4	-	-	-	-	-
Тема 6. Джерела живлення електроприводів	8	2	2	0	4	-	-	-	-	-
Тема 7. Силові електронні перетворювачі в електроприводах	8	2	0	2	4	-	-	-	-	-
Тема 8. Датчики в системах електропривода	8	2	0	2	4	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	16	4	8	32	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Електродвигуни та їх характеристики										
Тема 9. Класифікація електродвигунів	6	2	0	0	4	-	-	-	-	-
Тема 10. Будова електродвигунів	8	2	2	0	4	-	-	-	-	-
Тема 11. Принцип роботи двигунів постійного струму	10	2	2	2	4	-	-	-	-	-
Тема 12. Принцип роботи двигунів змінного струму	10	2	2	2	4	-	-	-	-	-
Тема 13. Електро механічне перетворення енергії в електродвигунах	12	2	3	3	4	-	-	-	-	-
Тема 14. Механічні характеристики електроприводів та типи навантажень	8	2	2	0	4	-	-	-	-	-
Тема 15. Режим роботи електроприводів	6	2	0	0	4	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	14	11	7	28	-	-	-	-	-
Модуль 2. Системи керування електроприводами										
Змістовий модуль 3. Електроприводи постійного струму										
Тема 16. Загальна характеристика електроприводів постійного струму	5	2	0	0	3	-	-	-	-	-
Тема 17. Конструкція двигунів постійного струму	7	2	2	0	3	-	-	-	-	-

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 18. Математична модель двигуна постійного струму	9	2	2	2	3	-	-	-	-	-
Тема 19. Рівняння електричного та механічного стану двигуна	11	2	3	3	3	-	-	-	-	-
Тема 20. Статичні характеристики двигуна постійного струму	5	2	0	0	3	-	-	-	-	-
Тема 21. Методи регулювання швидкості (за напругою якоря)	7	2	2	0	3	-	-	-	-	-
Тема 22. Методи регулювання швидкості (за магнітним потоком)	7	2	2	0	3	-	-	-	-	-
Тема 23. Режим роботи двигуна постійного струму	9	2	2	2	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	60	16	13	7	24	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 4. Електроприводи змінного струму та сучасні системи керування										
Тема 24. Загальна характеристика електроприводів змінного струму	7	2	2	0	3	-	-	-	-	-
Тема 25. Асинхронні двигуни: будова та принцип роботи	8	2	2	1	3	-	-	-	-	-
Тема 26. Синхронні двигуни та їх застосування	8	2	2	1	3	-	-	-	-	-
Тема 27. Регулювання швидкості асинхронних двигунів	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-
Тема 28. Частотне керування електроприводом	9	2	2	2	3	-	-	-	-	-
Тема 29. Математичні моделі електроприводів змінного струму	10	2	3	2	3	-	-	-	-	-
Тема 30. Сучасні системи керування електроприводами	8	2	3	0	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	60	14	17	8	21	-	-	-	-	-
ІНДЗ (КП)	90	-	-	-	90	-	-	-	-	-
<i>Усього годин</i>	330	60	45	30	195	-	-	-	-	-
<i>Разом за курсом</i>	330	60	45	30	195	-	-	-	-	-

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Модуль 1. Основи електроприводів робототехнічних систем			
Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови електроприводів			
1	Типи виконавчих механізмів та приводів [6, с. 15–30]	2	-
2	Джерела живлення електроприводів [1, с. 40–60]	2	-
Змістовий модуль 2. Електродвигуни та їх характеристики			
3	Будова електродвигунів [1, с. 15–30]	2	-
4	Принцип роботи двигунів постійного струму [3, с. 50–80]	2	-
5	Принцип роботи двигунів змінного струму [7, с. 60–90]	2	-
6	Електромеханічне перетворення енергії в електродвигунах [6, с. 45–70]	3	-
7	Механічні характеристики електроприводів та типи навантажень [2, с. 40–60]	2	-
Модуль 2. Системи керування електроприводами			
Змістовий модуль 3. Електроприводи постійного струму			
8	Конструкція двигунів постійного струму [3, с. 20–40]	2	-
9	Математична модель двигуна постійного струму [2, с. 20–35]	2	-
10	Рівняння електричного та механічного стану двигуна [3, с. 40–60]	3	-
11	Методи регулювання швидкості (за напругою якоря) [2, с. 50–70]	2	-
12	Методи регулювання швидкості (за магнітним потоком) [6, с. 80–100]	2	-
13	Режими роботи двигуна постійного струму [3, с. 80–100]	2	-
Змістовий модуль 4. Електроприводи змінного струму та сучасні системи керування			
14	Загальна характеристика електроприводів змінного струму [6, с. 100–120]	2	-
15	Асинхронні двигуни: будова та принцип роботи [1, с. 80–100]	2	-
16	Синхронні двигуни та їх застосування [1, с. 100–120]	2	-
17	Регулювання швидкості асинхронних двигунів [4, с. 200–230]	3	-
18	Частотне керування електроприводом [4, с. 230–260]	2	-
19	Математичні моделі електроприводів змінного струму [7, с. 120–150]	3	-
20	Сучасні системи керування електроприводами [5, с. 250–280]	3	-
	Разом	45	-

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Модуль 1. Основи електроприводів робототехнічних систем			
Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови електроприводів			
1	Моделювання типів виконавчих механізмів у середовищі MATLAB/Simulink [6, с. 15–30]	2	-
2	Дослідження структури електропривода засобами програмного моделювання [2, с. 30–45]	2	-
3	Програмне дослідження силових електронних перетворювачів [4, с. 100–120]	2	-
4	Обробка сигналів датчиків у системах електропривода (PLC/Simulink) [3, с. 200–220]	2	-
Змістовий модуль 2. Електродвигуни та їх характеристики			
5	Моделювання роботи двигуна постійного струму [3, с. 50–80]	2	-
6	Моделювання роботи двигуна змінного струму [7, с. 60–90]	2	-
7	Дослідження електромеханічних характеристик електропривода [2, с. 40–60]	3	-
Модуль 2. Системи керування електроприводами			
Змістовий модуль 3. Електроприводи постійного струму			
8	Розробка моделі ДПС у MATLAB/Simulink [3, с. 60–80]	2	-
9	Програмна реалізація регулювання швидкості ДПС [2, с. 50–70]	2	-
10	Дослідження перехідних процесів ДПС [3, с. 40–60]	3	-
Змістовий модуль 4. Електроприводи змінного струму та сучасні системи керування			
11	Моделювання асинхронного електропривода [1, с. 80–100]	2	-
12	Програмна реалізація частотного керування (U/f) [4, с. 230–250]	2	-
13	Реалізація алгоритму керування асинхронним двигуном на ПЛК [5, с. 250–270]	2	-
14	Інтеграція системи керування електроприводом [5, с. 270–290]	2	-
	Разом	30	-

Самостійна робота

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 лабораторних робіт – *2-3 год/1 робота*;
- 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	-
2	Підготовка до лабораторних робіт	30	-
3	Підготовка до практичних робіт	25	-
4	Підготовка до іспиту	20	-
5	Виконання курсового проєкту	90	-
	<i>Разом</i>	195	-

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсовий проєкт. Тема: «Розробка та програмна реалізація системи керування електроприводом асинхронного двигуна для робототехнічного обладнання»

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

Методи навчання:

- робота з літературою;
- дискусія;
- лекція;
- бесіда;
- ілюстрування;
- лабораторна робота;
- практична робота;
- фронтальне опитування;
- контрольні роботи;
- лабораторний контроль;
- пояснювально-ілюстративний метод;
- репродуктивний метод;
- дослідницький.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- іспити;

- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- завдання на лабораторному обладнанні.

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. 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 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.

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, 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 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	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 роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів).</i>

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Завдання виконано повністю та правильно; розрахунки виконані без помилок; студент впевнено застосовує теоретичні знання; обґрунтовує отримані результати; правильно відповідає на додаткові запитання; демонструє розуміння принципів роботи електропривода та методів його аналізу
4	Завдання виконано в повному обсязі; допущено незначні помилки в розрахунках або оформленні; студент в цілому правильно пояснює результати, але потребує уточнень; відповіді на запитання неповні або з незначними неточностями
3	Завдання виконано частково; наявні помилки у розрахунках або логіці виконання; студент має труднощі з поясненням результатів; відповіді на запитання неповні; знання носять фрагментарний характер
2	Завдання виконано частково з суттєвими помилками; відсутня логіка розв'язання; студент не може обґрунтувати отримані результати; демонструє слабе розуміння теми
1	Завдання виконано неправильно; студент не орієнтується в матеріалі; не може відповісти на запитання
0	Завдання не виконано
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів).</i>

Критерії оцінювання за виконання курсового проєкту

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 курсового проєкту.
	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

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проєкту.
	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 курсового проєкту.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проєктів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні 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 проєктів. 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 проєкту	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.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
	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

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	4x5 бали = 20 балів	-
Виконання лабораторних робіт	4x5 балів = 20 балів	-
Поточний модульних контроль	2x10 балів= 10 балів	-
Всього	60	-

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
1-й семестр					
ЗМ1	T1	Лабораторна робота № 1	5	-	-
	T2	Лабораторна робота № 2	5	-	-
	T3	Практична робота №1	5	-	-
	T4	Практична робота №2	5	-	-
ПМК		Тестування за темою ЗМ1	10	-	-
ЗМ2	T5	Лабораторна робота № 3	5	-	-
	T6	Лабораторна робота № 4	5	-	-
	T7	Практична робота №3	5	-	-
	T8	Практична робота №4	5	-	-
ПМК		Тестування за темою ЗМ2	10	-	-
Підсумковий контроль		Іспит	60	-	-
Сума			100	-	-

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
2-й семестр					
ЗМ3	T9	Лабораторна робота № 5	5	-	-
	T10	Лабораторна робота № 6	5	-	-
	T11	Практична робота №5	5	-	-
	T12	Практична робота №6	5	-	-
ПМК		Тестування за темою ЗМ3	10	-	-
ЗМ4	T13	Лабораторна робота №7	5	-	-
	T14	Лабораторна робота №8	5	-	-
	T15	Практична робота №7	5	-	-
	T16	Практична робота №8	5	-	-
ПМК		Тестування за темою ЗМ4	10	-	-
Підсумковий контроль		Іспит	40	-	-
Сума			100	-	-

Критерії оцінювання курсового проєкту

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

Критерії оцінювання іспиту

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерії оцінювання
10	Відповідь повна, логічна та обґрунтована; студент вільно володіє теоретичним матеріалом; правильно використовує термінологію; наводить необхідні формули, схеми та пояснення; демонструє глибоке розуміння процесів в електроприводах і системах керування; впевнено відповідає на додаткові запитання
8-9	Відповідь в цілому правильна та повна; є незначні неточності або пропуски в поясненнях; студент орієнтується в матеріалі; правильно застосовує основні поняття та формули; відповідає на більшість додаткових запитань
6-7	Відповідь частково повна; допущено помилки у викладенні матеріалу або розрахунках; студент має загальне уявлення про тему, але не може глибоко пояснити процеси; відповіді на додаткові запитання неповні
4-5	Відповідь поверхнева; значні прогалини у знаннях; допущено суттєві помилки; студент слабо орієнтується в матеріалі; не може обґрунтувати відповіді
1-3	Відповідь фрагментарна або неправильна; студент не володіє основними поняттями; не може пояснити матеріал навіть частково
0	Відповідь відсутня або повністю неправильна
	Максимальна оцінка студента за відповідь на усне питання 10 балів (4 питання по 10 балів).

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

1. Електронний навчально-методичний комплекс дисципліни (конспекти лекцій, презентаційні матеріали, навчальні посібники з електроприводів та систем керування).
2. Методичні вказівки та інструкції до виконання практичних і лабораторних робіт з електроприводів робототехнічних систем в електронному вигляді.
3. Програмне забезпечення для моделювання та дослідження електроприводів (MATLAB/Simulink або аналогічні середовища), а також програмні засоби для розробки алгоритмів керування.
4. Лабораторні стенди електроприводів (двигуни постійного та змінного струму, частотні перетворювачі, датчики) для дослідження режимів роботи та систем керування.
5. Персональні комп'ютери для виконання розрахункових, практичних та лабораторних робіт, програмування та моделювання.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Mohan N. Electric Machines and Drives: A First Course. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. – 400 p.
2. Білюк І. С., Гаврилов С. О., Савченко О. В., Фоменко А. М., Шарейко Д. Ю. Системи керування електроприводів. – Миколаїв: НУК, 2023. – 172 с.
3. Krishnan R. Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. – 626 p.
4. Bose B. K. Modern Power Electronics and AC Drives. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. – 738 p.
5. Hughes A., Drury B. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019. – 472 p.
6. Boldea I., Nasar S. A. Electric Drives. – Boca Raton: CRC Press, 2016. – 600 p.
7. Leonhard W. Control of Electrical Drives. – Berlin: Springer, 2001. – 420 p.

Допоміжна література

1. Chapman S. J. Electric Machinery Fundamentals. – New York: McGraw-Hill, 2012. – 688 p.
2. Fitzgerald A. E., Kingsley C., Umans S. D. Electric Machinery. – New York: McGraw-Hill, 2003. – 736 p.
3. Nise N. S. Control Systems Engineering. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2015. – 944 p.
4. Ковальчук О. В., Бойко О. М. Основи електроприводу. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 312 с.
5. Штовба С. Д., Козлов В. І. Програмовані логічні контролери в системах автоматизації. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 256 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Офіційний сайт компанії Siemens (автоматизація та електроприводи):
<https://www.siemens.com>
2. Офіційний сайт компанії ABB (робототехніка та електроприводи):
<https://new.abb.com>
3. Офіційний сайт компанії Schneider Electric (системи керування та електроприводи):
<https://www.se.com>
4. Міжнародна електротехнічна комісія (IEC – стандарти у сфері електроприводів):
<https://www.iec.ch>
5. IEEE Xplore Digital Library (наукові публікації з електроприводів та автоматизації):
<https://ieeexplore.ieee.org>