

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)

T8110



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій Слободян
Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Дослідження операцій електромеханічних систем

OPERATIONS RESEARCH OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Дослідження операцій електромеханічних систем»
(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

спеціальності G3 «Електрична інженерія»
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»
(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

" 11 " квітня 20 25 року. - 17 с.

Розробник: Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, завідувач кафедри автоматики

Розробник  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД», Дмитро ШАРЕЙКО, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант  Дмитро ШАРЕЙКО, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

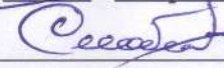
Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ» погоджено з навчальним відділом

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

Робоча програма навчальної дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 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	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	16
10. Рекомендовані джерела інформації	16

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Дослідження операцій електромеханічних систем» спрямована на формування у здобувачів освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо аналізу, моделювання та оптимізації процесів керування сучасними електромеханічними системами. Розглядаються методи дослідження динамічних характеристик електроприводів, вибору структури та параметрів регуляторів, а також визначення оптимальних режимів роботи систем автоматичного керування. Особлива увага приділяється побудові математичних моделей, застосуванню критеріїв оптимальності та використанню сучасних методів оптимального управління. Вивчаються підходи до підвищення швидкодії, точності, енергоефективності та надійності електромеханічних систем автоматизації. Отримані знання забезпечують здатність здобувачів здійснювати дослідження, оцінювати якість функціонування та розробляти ефективні рішення для промислових електроприводів і автоматизованих технологічних процесів.

Ключові слова: система оптимального керування, регулятор, електропривод, електромеханічна система автоматизації.

Abstract

The course “Operations Research of Electromechanical Systems” is aimed at developing students’ theoretical knowledge and practical skills in the analysis, modeling, and optimization of control processes in modern electromechanical systems. The course covers methods for investigating the dynamic characteristics of electric drives, selecting the structure and parameters of controllers, and determining optimal operating modes of automatic control systems. Particular attention is paid to the development of mathematical models, the application of optimality criteria, and the use of modern optimal control methods. Approaches to improving the speed, accuracy, energy efficiency, and reliability of electromechanical automation systems are studied. The acquired knowledge enables students to conduct research, evaluate system performance, and develop effective solutions for industrial electric drives and automated technological processes.

Keywords: optimal control system, controller, electric drive, electromechanical automation system.

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 – 9	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		1-ий	1-ий
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-elektromehanichni-sistemi-avtomatizacii-ta-elektroprivod-magistr/	Спеціальність G3 «Електрична інженерія»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (КП) «Розрахунок і проектування системи оптимального керування плавним пуском електропривода»		1-ий, 2-ий	1-ий, 2-ий
		Лекції	
		45 год.: 1-ий – 30 год.; 2-ий – 15 год.	18 год.: 1-ий – 12 год.; 2-ий – 6 год.
		Практичні	
		30 год.: 1-ий – 15 год.; 2-ий – 15 год.	18 год.: 1-ий – 12 год.; 2-ий – 6 год.
Загальна кількість годин – 270		Лабораторні	
	–	–	
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 13	Освітній рівень другий (магістерський)	Самостійна робота	
		195 год.: 1-ий – 135 год.; 2-ий – 60 год.	234 год.: 1-ий – 156 год.; 2-ий – 78 год.
		Індивідуальне завдання: курсовий проєкт	
		1-ий – 90 год.	1-ий – 90 год.
		Вид контролю	
		1-ий – КП, іспит; 2-ий – іспит	1-ий – КП, іспит; 2-ий – контрольна робота, іспит
		Форма контролю	
		комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

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

- **ЗК 1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- **ЗК 5.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- **ФК 5.** Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електромеханічних об'єктів та систем.
- **ФК 6.** Здатність розробляти плани і проєкти пов'язані з використанням електромеханічних систем автоматизації та автоматизованого електропривода.
- **ФК 8.** Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проєктування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електромеханічних систем.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: теорія електропривода, теорія автоматичного керування, система керування електроприводами.

4. Очікувані результати навчання

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

- **ПРН 1.** Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.
- **ПРН 7.** Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- **ПРН 12.** Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з проєктування електромеханічних систем автоматизації та автоматизованого електропривода.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Постановка задачі оптимального керування та методи синтезу оптимальних систем.

Змістовий модуль 1 *Введення в простір стану. Загальна постановка задачі оптимального керування.*

Тема 1. Введення в простір стану. Загальна постановка задачі оптимального керування [1] стр. 6-11, [2] стр.3-12.

Тема 2. Метод Ейлера–Лагранжа [1] стр. 11-20.

Тема 3. Метод Гамільтона–Якобі [1] стр. 21-28.

Тема 4. Метод динамічного програмування [1] стр. 29-37.

Тема 5. Принцип максимуму та його застосування [1] стр. 38-45.

Тема 6. Опис стану лінійних систем у нормальній формі [1] стр. 46-51.

Тема 7. Синтез оптимальних лінійних систем за квадратичним показником якості [1] стр. 52-56.

Змістовий модуль 2. *Керованість та спостережуваність лінійних систем.*

Тема 8. Синтез оптимальних лінійних систем за квадратичним показником якості [1] стр. 61-64.

Тема 9. Канонічна керована форма Луенбергера. Канонічна спостережувана форма Луенбергера [1] стр. 65-68.

Тема 10. Модальне керування зі зворотним зв'язком за станом [1] стр. 68-73.

Тема 11. Стандартні характеристичні поліноми замкнених систем [1] стр. 74-83.

Тема 12. Синтез спостерігаючих пристроїв [1] стр. 84-101.

Модуль 2. ІНДЗ (КП)

Модуль 3. Випадкові величини і процеси та їх характеристики.

Змістовий модуль 3. *Випадкові величини і процеси, оптимальні фільтри.*

Тема 13. Випадкові величини і процеси та їх характеристики [1] стр. 126-136.

Тема 14. Оптимальна фільтрація Вінера [1] стр. 137-144.

Тема 15. Фільтри Калмана–Б'юсі [1] стр. 145-160.

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. Постановка задачі оптимального керування та методи синтезу оптимальних систем										
Змістовий модуль 1. Введення в простір стану. Загальна постановка задачі оптимального керування.										
Тема 1. Введення в простір стану. Загальна постановка задачі оптимального керування	4	2		-	2	4	2		-	2
Тема 2. Метод Ейлера–Лагранжа	6	2	2	-	2	6	2	2	-	2
Тема 3. Метод Гамільтона–Якобі	4	2		-	2	4			-	4
Тема 4. Метод динамічного програмування	4	2		-	2	4			-	4
Тема 5. Принцип максимуму та його застосування	4	2	2	-		4		2	-	2
Тема 6. Опис стану лінійних систем у нормальній формі	4	2	2	-		4	2	2	-	
Тема 7. Синтез оптимальних лінійних систем за квадратичним показником якості	4	2		-	2	4			-	4
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	14	6	-	10	30	6	6	-	18
Змістовий модуль 2. Керованість та спостережуваність лінійних систем										
Тема 8. Синтез оптимальних лінійних систем за квадратичним показником якості	9	2		-	7	9			-	9
Тема 9. Канонічна керована форма Луенбергера. Канонічна спостережувана форма Луенбергера	11	2	2	-	7	11	2	2	-	7
Тема 10. Модальне керування зі зворотним зв'язком за станом	13	4	2	-	7	13			-	13
Тема 11. Стандартні характеристичні поліноми замкнених систем	13	4	2	-	7	13	2	2	-	9
Тема 12. Синтез спостережуваних пристроїв	14	4	3	-	7	14	2	2	-	10
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	16	9	-	35	60	6	6	-	48
<i>Усього годин</i>	90	30	15	-	45	90	12	12	-	66
Модуль 2. Розрахунок і проектування системи оптимального керування плавним пуском електропривода										
ІНДЗ (КР/КП)	90			-	90	90			-	90
<i>Усього годин</i>	90			-	90	90			-	90

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 3. Випадкові величини і процеси та їх характеристики										
Змістовий модуль 3. Випадкові величини і процеси, оптимальні фільтри										
Тема 13. Випадкові величини і процеси та їх характеристики	30	5	5	-	20	30	2	2	-	26
Тема 14. Оптимальна фільтрація Вінера	30	5	5	-	20	30	2	2	-	26
Тема 15. Фільтри Калмана–Б'юсі	30	5	5	-	20	30	2	2	-	26
<i>Усього годин</i>	90	15	15	-	60	90	6	6	-	78
<i>Разом за курсом</i>	270	45	30	-	195	270	18	18	-	234

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Метод Ейлера–Лагранжа [1] стр. 11-20	2	2
2	Принцип максимуму та його застосування [1] стр. 38-45	2	2
3	Опис стану лінійних систем у нормальній формі [2] стр. 5-7; [3] стр. 5-11	2	2
4	Канонічна керована форма Луенбергера. Канонічна спостережувана форма Луенбергера [3] стр. 14-19	2	2
5	Модальне керування зі зворотним зв'язком за станом [2] стр. 17-20	2	
6	Стандартні характеристичні поліноми замкнених систем [2] стр. 21-24	2	2
7	Синтез спостерігаючих пристроїв [2] стр. 35-49	3	2
8	Випадкові величини і процеси та їх характеристики [1] стр. 126-136	5	2
9	Оптимальна фільтрація Вінера [1] стр. 137-144	5	2
10	Фільтри Калмана–Б'юсі [1] стр. 145-160	5	2
	Разом	30	18

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми здобуття освіти:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год / 1 год. занять (1 година на 1 лекцію);**
- підготовка до практичних занять – **1-2 год / 1 заняття;**
- написання домашньої контрольної роботи, (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – **мінімум 15 годин на 1 роботу;**
- підготовка до іспиту – **(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	20	9
2	Підготовка до практичних робіт	25	15
3	Виконання домашньої контрольної роботи	-	60
4	Виконання курсового проекту	90	90
5	Підготовка до іспиту	60	60
	Разом	195	234

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсовий проект. Тема: «Розрахунок і проектування системи оптимального керування плавним пуском електропривода»

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

6.1 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 контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- демонстрування – наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

для практичних занять:

- вправа – планомірне, організоване, повторне виконання дій із метою оволодіння ними або підвищення їх якості;
- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей);

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;
- дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

6.2 Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- іспити;
- стандартизовані тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

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 проміжних оцінках студент може набрати від 40 балів до 60 балів.

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 практичному 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 виконання завдань 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

Практичне заняття	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
8	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.
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
3	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 роботи по 10 балів)

Домашня контрольна робота для студентів заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
20	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
15	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.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
5	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 60 балів (3 роботи по 20 балів)

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 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.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
	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 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

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		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	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	4x10 балів = 40 балів	
Поточний модульний контроль	1x20 балів = 20 балів	
Виконання домашньої контрольної роботи		3x20 балів = 60 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1-T7	Практична робота 1	10	Домашня контрольна робота	20
ЗМ2	T8-T9	Практична робота 2	10	Домашня контрольна робота	20
	T10-T12	Практична робота 3	10		
ЗМ3	T13-T15	Практична робота 4	10	Домашня контрольна робота	20
ПМК		Тест	20		
Підсумковий контроль		Іспит	40		40
Сума			100		100

Критерії оцінювання курсового проєкту

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

Критерії оцінювання іспиту

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

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерії оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає принципи побудови систем оптимального керування, вміє провести вибір та розрахунки елементів, отримати математичну модель
8	Студент знає принципи побудови систем оптимального керування, вміє провести вибір та розрахунки елементів, отримати математичну модель
5	Студент має уявлення про принципи побудови систем оптимального керування, вміє провести розрахунки елементів
0	Студент має знання та вміння нижче визначеного рівня

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

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер та наочні матеріали.

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери з спеціалізованим програмним забезпеченням (MATLAB, Scilab) та отримують навички ефективного використання оптимальних систем керування, що має забезпечити вивчення роботи сучасних електромеханічних систем автоматизації.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Оптимальне керування об'єктами : навчальний посібник / М. Я. Хлопенко, І. С. Білюк, В. В. Шевченко. – Миколаїв : НУК, 2013. – 172 с.
2. Оптимальне керування системами: навчальний посібник. / М. Я. Хлопенко, І. С. Білюк, В. В. Шевченко. – Миколаїв: НУК, 2009. – 84 с.
3. Хлопенко М.Я., Білюк І.С. Збірник задач для контрольних та самостійних робіт з дисципліни "Дослідження операцій електромеханічних систем" – Миколаїв: НУК, 2008. – 24 с.
4. Методичні вказівки до курсового проєктування з дисципліни «Дослідження операцій електромеханічних систем» / І. С. Білюк, О. С. Кириченко, С. О. Гаврилов, О. В. Савченко, Г. А. Білюк. – Миколаїв : НУК, 2021. – 68 с

Допоміжна література

1. Толочко О. І. Оптимальне керування [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізація «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / О. І. Толочко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 116 с.
2. Толочко О. І. Оптимальне керування в електромеханічних системах: практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з дисципліни «Системи оптимального та інтелектуального керування» / О. І. Толочко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 116 с.

3. Мокін Б. І., Мокін О. Б. Оптимізація електроприводів: навч. посіб. для студентів спец. 7.092203 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод». Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. 250 с.

4. Пересада С. М., Ніконенко Є. О. Керування електроприводами: посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 396 с.

5. Толочко О. І. Моделювання систем автоматичного керування: підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 328 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

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

2. https://www.mathworks.com/discovery/electric-motor-control.html?utm_source

3. https://www.mathworks.com/products/simscape-electrical.html?utm_source

4. https://digital-library.theiet.org/?utm_source

5. https://www.st.com/en/applications/industrial-motor-control.html?utm_source