

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою ДДТУ
від « 27 » 06 2024 року
протокол № 7

Голова вченої ради
Віталій ГУТІСВ
« 27 » 06 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА

дисципліни

«СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ»

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня

**зі спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»**

**за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»**

Кам'янське 2024

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Дніпровським державним технічним університетом у відповідності до ОПП за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" для другого (магістерського) рівня вищої освіти, затверджено Вченою радою ДДТУ (протокол № 6 від 30.05.2024 р.)

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ:

Олександр САДОВОЙ, докт. техн. наук, професор

ГАРАНТ

ОПП "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Олександр ДЕРЕЦЬ
«05» 06 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни ухвалена на засіданні кафедри
Електротехніки та електромеханіки

«05» 06 2024 р., протокол № 8
Завідувач кафедри Віктор НІЗІМОВ

Ухвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних технологій та енергетики
«13» 06 2024 р., протокол № 6

Голова НМК факультету комп'ютерних технологій
та енергетики Роман КЛІМОВ

Ухвалено науково-методичною радою Дніпровського державного технічного університету
«30» 06 2024 р., протокол № 6

Заступник голови НМР ДДТУ Олена ГЛУЩЕНКО

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 14 Електрична інженерія	Вибіркова навчальна дисципліна	
Модулів – 1	Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Назва ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки:	
		1-й	1-й
		Семестр	
		1-й	1-й
Змістових модулів – 2		Лекції	
		16 годин	4 години
		Практичні	
		16 годин	4 години
		Лабораторні	
		16 годин	4 години
Загальна кількість годин - 150	Освітній ступінь: магістр	Самостійна робота	
		102	138
Тижневих годин для очної форми навчання: 1 семестр: аудиторних - 4 самостійної роботи – 7,25		Індивідуальні завдання:	
		-	-
		Вид контролю	
		залік	залік

Примітка.

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

для очної форми навчання – 1:1,81

для заочної форми навчання – 1:10,25;

2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Перелік компетентностей та програмних результатів навчання.

Мета – засвоєння ЗВО сучасних методів синтезу систем керування, які ґрунтуються на стандартному розподілі коренів характеристичного рівняння замкненої системи, розв'язанні обернених задач динаміки, сучасних методах варіаційного числення, розв'язанні задач аналітичного конструювання регуляторів, прямому методі Ляпунова, використанні принципу симетрії систем керування та його модифікації.

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

Завдання дисципліни – придбання **практичних навиків та вмінь** налагоджувати і досліджувати електронні пристрої, що використовуються в електромеханічних системах промислових технологічних комплексів; складати конструкторську документацію на розроблений зразок; здійснювати вибір для конкретного електроприводу цифрової частини системи керування силовим напівпровідниковим перетворювачем або монтування його з окремих типових уніфікованих блоків.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні засвоїти і оволодіти наступними компетентностями:

- СК 1.** Здатність застосовувати методи створення та аналізу моделей, що дозволяють прогнозувати властивості і поведінку об'єктів професійної діяльності.
- СК 3.** Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- СК 11.** Здатність застосовувати методи і засоби автоматизованих систем керування технологічними процесами.
- СК 12.** Здатність синтезувати прецизійні системи керування електроприводами на основі сучасних методів оптимізації.

Програмні результати навчання

- ПРН 9.** Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.
- ПРН 11.** Виконувати оптимізацію за певними критеріями систем керування електротехнічними та електромеханічними динамічними об'єктами.
- ПРН 12.** Синтезувати оптимальні та модальні регулятори, оцінювачі координат для прецизійних систем розривного керування електроприводами.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Кореневі та варіаційні методи синтезу

Тема 1. Класичні методи синтезу систем оптимального керування електроприводами [1-10]

Концепція збуреного - незбуреного руху. Варіаційні методи синтезу систем оптимального керування. Прямий метод Ляпунова. Задача аналітичного конструювання регуляторів (АКР).

Питання для самостійного опрацювання

Особливості розв'язання задачі АКР.

Практичне заняття П1

Тема 2. Використання модифікованого принципу симетрії в розв'язанні задач аналітичного конструювання регуляторів [1-7]

Принцип симетрії. Ідея модифікації принципу симетрії. Функціонали якості та лінійні керування. Функціонали якості та релейні керування.

Питання для самостійного опрацювання

Реалізація алгоритмів керування в η -базисі.

Лабораторна робота Л1

Тема 3. Релейні системи автоматичного керування та їх властивості [1-10]

Фазові траєкторії релейних систем. Ковзний режим. Основні властивості систем в ковзному режимі.

Питання для самостійного опрацювання

Інваріантність систем з нескінченним коефіцієнтом посилення.

Практичне заняття П2

Лабораторна робота Л2

Тема 4. Релейні системи оптимальної стабілізації електроприводів постійного струму [1-10]

Рівняння динаміки ЕП постійного струму. Алгоритмічний синтез релейних регуляторів для ЕП в різних фазових просторах. Структурна реалізація синтезованих алгоритмів керування. Статичні властивості релейних систем оптимальної стабілізації. Побудова областей існування стійкого ковзного режиму.

Питання для самостійного опрацювання

Графічна інтерпретація області існування ковзного режиму

Практичне заняття П3

Змістовий модуль 2

Аналітичне конструювання регуляторів

Тема 5. Системи векторного керування короткозамкненими асинхронними двигунами в ковзних режимах [1-10]

Аналітичний огляд асинхронних електроприводів з векторним керуванням. Математичні моделі асинхронної машини в системах координат, орієнтованих за векторами потокозчеплення. Принципи структурної реалізації релейних систем векторного полеорієнтованого керування асинхронними двигунами.

Питання для самостійного опрацювання

Векторний аналізатор.

Практичні заняття П4

Лабораторна робота Л3

Тема 6. Математичні моделі асинхронних двигунів [1, 3]

Декомпозиція та лінеаризація математичних моделей асинхронних двигунів. Синтез релейно-векторних систем керування асинхронними електроприводами модифікованим принципом симетрії.

Питання для самостійного опрацювання

Розрахунок перехідного процесу оптимального асинхронного електропривода.

Практичні заняття П5

Лабораторна робота Л4

Тема 7. Системи векторного керування асинхронними двигунами за схемою машини подвійного живлення в ковзних режимах [1-4]

Математичні моделі асинхронного двигуна з фазним ротором. Синтез та реалізація алгоритмів керування асинхронними електроприводами за схемою машини подвійного живлення.

Питання для самостійного опрацювання

Енергетичні показники АВК.

Лабораторна робота Л5

Тема 8. Енергоефективні електроприводи за схемою асинхронного вентильного каскаду [1-8]

Математична модель асинхронного вентильного каскаду. Характеристики асинхронного вентильного каскаду у сталих режимах.

Питання для самостійного опрацювання

Енергетичні показники АВК.

Практичне заняття П6

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	очна форма							заочна форма						
	усього	у тому числі						усьо-го	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р	с.п.			л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1														
Змістовий модуль 1. Форми запису диференційних рівнянь. Динамічні властивості автоматичних систем														
Тема 1. Класичні методи синтезу систем оптимального керування електроприводами	19	2	2	4		7,5	3,5	19					19	
Тема 2. Приведення рівнянь динаміки електроприводів до вигляду, зручного для синтезу систем оптимального керування	19	2				16,5	0,5	19					19	
Тема 3. Релейні системи автоматичного керування та їх властивості	19	2	4	4		4,5	4,5	19					19	
Тема 4. Релейні системи оптимальної стабілізації електроприводів постійного струму	18	2	2			12,5	1,5	18	2				15,5	0,5
Разом за змістовим модулем 1	75	8	8	8		41	10	75	2				72,5	0,5
Тема 5. Системи векторного керування короткозамкненими асинхронними двигунами в ковзних режимах	19	2	4	4		4,5	4,5	19					19	
Тема 6. Математичні моделі асинхронних двигунів	19	2	2			13,5	1,5	19		2			17	1
Тема 7. Системи векторного керування асинхронними двигунами за схемою машини подвійного живлення в ковзних режимах	19	2		4		10,5	2,5	19	2		4		9,5	2,5
Тема8. Енергоефективні електроприводи за схемою асинхронного вентильного каскаду	18	2	2			12,5	1,5	18		2			15	1
Разом за змістовим модулем 2	75	8	8	8		41	10	75	2	4	4		60,5	4,5
Усього за модулем 1	150	16	16	16		82	20	150	4	4	4		133	5

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очна форма	заочна форма
	Модуль 1.		
1	Пр1. Складання рівнянь динаміки електромеханічних систем. Відносні одиниці	2	
2	Пр2. Побудова функції Ляпунова методом Барбашина	2	
3	Пр3. Синтез релейних алгоритмів оптимального керування	4	
4	Пр4. Структурна реалізація релейних алгоритмів керування	4	
5	Пр5. Дослідження статичних характеристик релейних систем оптимального керування динамічними об'єктами	2	2
6	Пр.6 Побудова областей існування стійкого ковзного режиму	2	2
	Усього годин:	16	4

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	Модуль 1.		
1	Л1. Формування перехідних траєкторій системи оптимального керування тиристорним електроприводом постійного струму	4	
2	Л2. Дослідження перехідних процесів в системі керування електроприводом ТПЧ-АД	2	
3	Л3. Дослідження динаміки системи керування електроприводом ТПН-АД	2	
4	Л4. Експериментальне визначення та аналіз характеристик системи керування ТП-ДПС	4	4
5	Л5. Дослідження релейної системи оптимального керування електроприводом постійного струму, синтезованої за модифікованим принципом симетрії	4	
	Усього годин:	16	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очна форма	заочна форма
	Модуль 1.		
8.1	Проробка лекційного матеріалу (0,25 год/1 год лекції)	4	1
8.2	Підготовка до лабораторних, практичних занять (0,5 год/1 год практичних занять)	16	4
8.3	Проробка окремих розділів програми, які не викладалися на лекціях	82	123
8.4	Контрольна робота для здобувачів заочної форми навчання	-	10
	Усього годин:	102	138

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для здобувачів очної форми навчання навчальним планом не передбачені.

10. Методи навчання

Лекції, лабораторні і практичні роботи, самостійна робота з навчальною та довідковою літературою, самостійне виконання тестів, самостійне виконання розрахунків і графічних робіт (курсова робота), виконання домашніх контрольних робіт (для студентів заочної форми), консультації.

Методами навчання навчальної дисципліни «Системи оптимального керування електроприводом» є:

1. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: пояснювально-ілюстративний; репродуктивний; проблемний; частково-пошуковий (евристичний); дослідницький.

2. За характером подачі (викладення) навчального матеріалу: словесні, наочні, практичні.

3. За організаційним характером навчання методи: організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності; стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності; контролю та самоконтролю у навчанні; бінарні (подвійні) методи навчання.

11. Методи контролю

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, виступів на семінарських та практичних заняттях, тестів, колоквиумів, проведення контрольних робіт. Результати поточного контролю (поточна успішність) є основною інформацією для виставлення заліку і враховуються викладачами при виставленні підсумкової оцінки (балів) з даної дисципліни.

Контроль самостійної роботи проводиться:

- з лекційного матеріалу - шляхом відповідей на контрольні запитання за темою;
- з практичних (лабораторних), індивідуальних занять - за допомогою перевірки виконаних завдань, реферату за обраною темою, виконання контрольної роботи для заочної форми навчання.

Семестровий контроль проводиться по екзаменаційних білетах або в письмовій формі за контрольними завданнями.

Поточне тестування, оцінка виконання та захисту лабораторних робіт, оцінка виконання домашніх контрольних робіт (для студентів заочної форми підсумковий письмовий тест.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Модуль 1 (100 балів)								Підсум- ковий тест (экза-	
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					Сума
Лекційні заняття (теоретичний матеріал) (60 балів)								100	100
30 балів				30 балів					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
8	7	8	7	7	7	8	8		
Практичні заняття (20 балів)									
(10 балів)				(10 балів)					
Пр1	Пр2	Пр3		Пр4	Пр5	Пр6			
4	3	3		4	3	3			
Лабораторні заняття (20 бали)									
(10 балів)				(10 балів)					
Л1	Л2	Л3		Л4		Л5			
3	3	4		5		5			

T1, T2,T3...T8 – теми змістових модулів;

Л1, Л2,... – теми лабораторних занять;

Пр1, Пр2,... – теми практичних занять.

Шкала оцінювання з кожного виду роботи

Оцінювання знань та умінь здобувачів вищої освіти з тем навчальної дисципліни здійснюється за наступними критеріями.

Критерії оцінювання результатів теоретичного матеріалу

Кількість балів при оцінюванні теоретичного матеріалу за темами змістових модулів	Зміст критеріїв оцінювання
T2, T4÷T6 - 7; T1, T3, T7 ÷ T8 - 8	Здобувач вищої освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить і опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні здібності
T2, T4÷T6 - 6; T1, T3, T7 ÷ T8 - 7	Здобувач вищої освіти вільно володіє теоретичним матеріалом, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна
T2, T4÷T6 - 5; T1, T3, T7 ÷ T8 - 6	Здобувач вищої освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, загалом самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, з-поміж яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок
T2, T4÷T6 - 4; T1, T3, T7 ÷ T8 - 5	Здобувач вищої освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, за допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, з-поміж яких є значна кількість суттєвих
T2, T4÷T6 - 3; T1, T3, T7 ÷ T8 - 4	Здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу

Оцінювання рівня володіння здобувачами практичними вміннями та навичками здійснюється за результатами виконання завдань й проводиться на кожному практичному занятті шляхом перевірки розуміння програмного матеріалу (публічний виклад певних питань з теми, що підлягає оцінюванню), перевірки правильності виконання завдань, розв'язання задач, наведених в методичних вказівках до практичних занять з навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти може отримати максимальну кількість балів при доповіді з розкриттям змісту питання в повному обсязі, правильному виконанні завдання або вірному розв'язанні практичної задачі:

Теми практичних занять	Максимальна кількість балів	Доповідь за обраною темою	Розв'язання практичних задач
Пр.1	4	1	3
Пр.2	3	1	2
Пр.3	3	1	2
Пр.4	4	1	3
Пр.5	3	1	2
Пр.6	3	1	2

Максимальна кількість балів – 1 бал – за доповідь здобувача за попередньо обраною темою виставляється у тому разі, якщо здобувач в повному обсязі володіє матеріалом й аргументовано його викладає. Якщо здобувач частково, не в повному обсязі володіє матеріалом, допускаючи при цьому окремі несуттєві неточності - виставляється 0,5 балів. Якщо здобувач не підготував доповідь – виставляється 0 балів.

На лабораторних заняттях здобувач може отримати максимальну кількість балів по кожній роботі при повному та правильному виконанні лабораторної роботи та всебічному володінні теоретичним матеріалом, який необхідний для розуміння та осмислення послідовності дій та результатів лабораторної роботи. У разі часткового, неповного виконання лабораторної роботи або за відсутності її виконання відбувається зниження кількості балів у відповідності з таблицею:

Критерії оцінювання результатів лабораторних робіт

Л61 ÷ Л62 – 3 Л63 – 4 Л65 ÷ Л66 – 5	Здобувач вищої освіти повністю виконав програму лабораторної роботи; підготував, виклав з певними незначними порушеннями послідовності та оформив звіт про проходження лабораторної роботи, який за змістом, обсягом, структурою в основному відповідає діючим вимогам; виявив рівень практичних умінь під час виконання завдань лабораторної роботи, необхідний для переважно успішного розв'язання завдань; здійснив захист лабораторної роботи з деякими неточностями у другорядному матеріалі, які виправив самостійно.
Л61 ÷ Л62 – 2 Л63 – 3 Л65 ÷ Л66 – 4	Здобувач вищої освіти повністю виконав програму лабораторної роботи; підготував, виклав з певними незначними порушеннями послідовності та оформив звіт про проходження лабораторної роботи, який за змістом, обсягом, структурою в основному відповідає діючим вимогам, але визначається неточностями, порушенням логіки; виявив рівень практичних умінь під час виконання завдань лабораторної роботи, необхідний для розв'язання переважної більшості цих завдань; здійснив захист лабораторної роботи зі значними помилками та порушенням послідовності, які виправив за допомогою викладача.
Л61 ÷ Л62 – 1 Л63 – 2 Л65 ÷ Л66 – 3	Здобувач вищої освіти неповністю виконав програму лабораторної роботи, працював під час лабораторної роботи безсистемно; підготував, виклав зі значними порушеннями послідовності та оформив звіт про проходження лабораторної роботи, який за змістом, обсягом, структурою лише частково відповідає діючим вимогам; виявив недостатній рівень практичних умінь під час виконання завдань лабораторної роботи, необхідний для розв'язання цих завдань; здійснив захист лабораторної роботи зі значними помилками та порушенням послідовності, які не зміг виправити.
0	Лабораторна робота не виконана

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних на підставі оцінювання окремих форм навчальної діяльності під час поточного та підсумкового контролю.

Підсумкова атестація не є обов'язковою для здобувачів вищої освіти, які упродовж навчального семестру за результатами поточного тестування та самостійної роботи набрали суму балів від 60 до 100. Виконання практичної складової (практичні та/або лабораторні, та/або семінарські заняття) є обов'язковою умовою для отримання підсумкової оцінки.

Якщо здобувач за результатами поточного контролю на кінець семестру набрав максимальну кількість балів (60 балів) тільки за результатами теоретичного контролю і має бажання отримати підсумкову оцінку без складання підсумко-

вої атестації але при цьому не склав жодного практичного та/або лабораторного заняття, підсумкова оцінка в такому випадку не виставляється до тих пір, поки здобувач не відпрацює усі практичні та/або лабораторні роботи і не захистить їх.

Підсумкову атестацію складають здобувачі вищої освіти, які за результатами поточного контролю набрали від 35 до 59 балів або мають бажання підвищити свій рейтинг навчання. Кількість балів, набрана при складанні підсумкової атестації, не може бути меншою ніж кількість балів, отриманих під час поточної атестації.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Перезарахування та визнання результатів навчання з освітньої компоненти

Перезарахування та визнання результатів навчання з навчальної дисципліни можливе в наступних випадках:

- участь здобувача у програмі академічної мобільності (навчання в інших ЗВО України або за кордоном) відповідно до Положення про академічну мобільність учасників освітнього процесу Дніпровського державного технічного університету;

- участь у програмах здобуття неформальної освіти відповідно до Положення про неформальну та/або інформальну освіту і порядок визнання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Дніпровському державному технічному університеті.

Загальний обсяг освітніх компонент (як обов'язкових, так і вибіркових) освітньої програми, що зараховуються здобувачу вищої освіти за підсумками визнання результатів неформального та/або інформального навчання, не може перевищувати 25 відсотків відповідної освітньої програми (Наказ МОН України від 08.02.2022 р. №130 «Про затвердження Порядку визнання у вищій та фаховій передвищій освіті результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти»).

Скористатися такою можливістю здобувачі вищої освіти можуть в тому випадку, якщо вони мають:

- сертифікат щодо проходження дистанційного чи онлайн курсу з тематикою навчальної дисципліни;
- сертифікат, який підтверджує його участь у науково-практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікацію статті у науковому журналі за тематикою навчальної дисципліни.

Перезарахування та визнання результатів навчання може стосуватися всієї навчальної дисципліни, окремих тем навчальної дисципліни або частини теми, конкретних видів навчального процесу (семінарські/практичні/ лабораторні заняття тощо).

Посилання на освітній ресурс для підсилення практичних компетентностей, URL: <https://arduino.ua/cat2-arduino>.

14. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни “ Системи оптимального керування електроприводами ” освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ укл.: Садовой О.В. – Кам’янське: ДДТУ, 2024 р., 136 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни “Системи оптимального керування електроприводами” для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Укладач: Садовой О.В. – Кам’янське, ДДТУ, 2024.- 44 с.

3. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “ Системи оптимального керування електроприводами ” для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Укладач: Садовой О.В. – Кам’янське, ДДТУ, 2024.- 40 с.

4. Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни «Системи оптимального керування електроприводами» для студентів заочної форми навчання спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укладач: О.В.Садовой – Кам’янське, ДДТУ, 2024.- 20 с.

15. Рекомендована література Базова

1. Садовой О.В. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем: навчальний посібник/ О.В.Садовой, О.Л.Дерець. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014. – 206 с.

2. Садовой О.В., Волянський Р.С., Сохіна Ю.В. Наукові основи аналізу і синтезу оптимального енергоефективного керування електромеханічними системами : монографія. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 309с.

3. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. Навчальний посібник. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.

4. Лозинський О.Ю. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем. Навчальний посібник / [О.Ю. Лозинський, А.О. Лозинський, Я. Ю. Марущак, Я. С. Паранчук, В.Б. Цяпа] / Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2016. – 392 с.
5. Моделювання електромеханічних систем/ Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. – Кременчук. 2001. – 376 с.
6. Ладанюк, А.П., Смітюх Я.В., Власенко Л.О., Заєць Н.А., Ельперін І.В. Системний аналіз складних систем управління. А.П. Ладанюк, – Київ, НУХТ, 2013. – 274 с.
7. Синтез електромеханічних систем методом дискретного часового еквайзера: монографія/О.І.Шеремет, О.В.Садовой, Ю.В.Сохіна. – Кам'янське: ДДТУ, 2019. – 266 с.
8. Блінцов В.С., Кінаш А.Т., Хлопенко М.Я. Основні методи оптимального керування електромеханічних систем: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002.- 44 с.
9. Хлопенко М.Я., Білюк І.С., Шевченко В.В. Оптиміальне керування системами: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2009. – 84 с.
10. Моделювання та оптимізація систем: підручник /[Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] –Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.

Додаткова

11. Лисенко В.П., Болбот І.М.Комп'ютери та комп'ютерні технології: навч. Посіб. Ч.1. Програмування в математичному пакеті Mathcad.– К.: Аграрна освіта, 2010,–229с.
12. Лозинський А., Мороз В., Паранчук Я. Розв'язування задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 2000 – 166 с.
13. Лазарев Ю.Ф. MATLAB 5. х Для студентів. БХВ - Київ, 2000 -383 с.
14. Sheremet O. Sadovoi O. Combined control system on the basis of two discrete time equalizers. (2020) Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2020 (1), pp. 75-79. DOI: [10.15587/1729-4061.2020.195719](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.195719).
15. Клюєв О.В., Садовой О.В. Побудова ідентифікатора кутового положення ротора в системах векторного керування машинами подвійного живлення. Збірник наукових праць ДДТУ. Кам'янське, 2021. Вып. 2 (39). С. 74–81.

Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал ДДТУ – <http://www.dstu.dp.ua/index.shtml>.
2. Інформаційний портал кафедри – elm-dstu-edu.org.ua